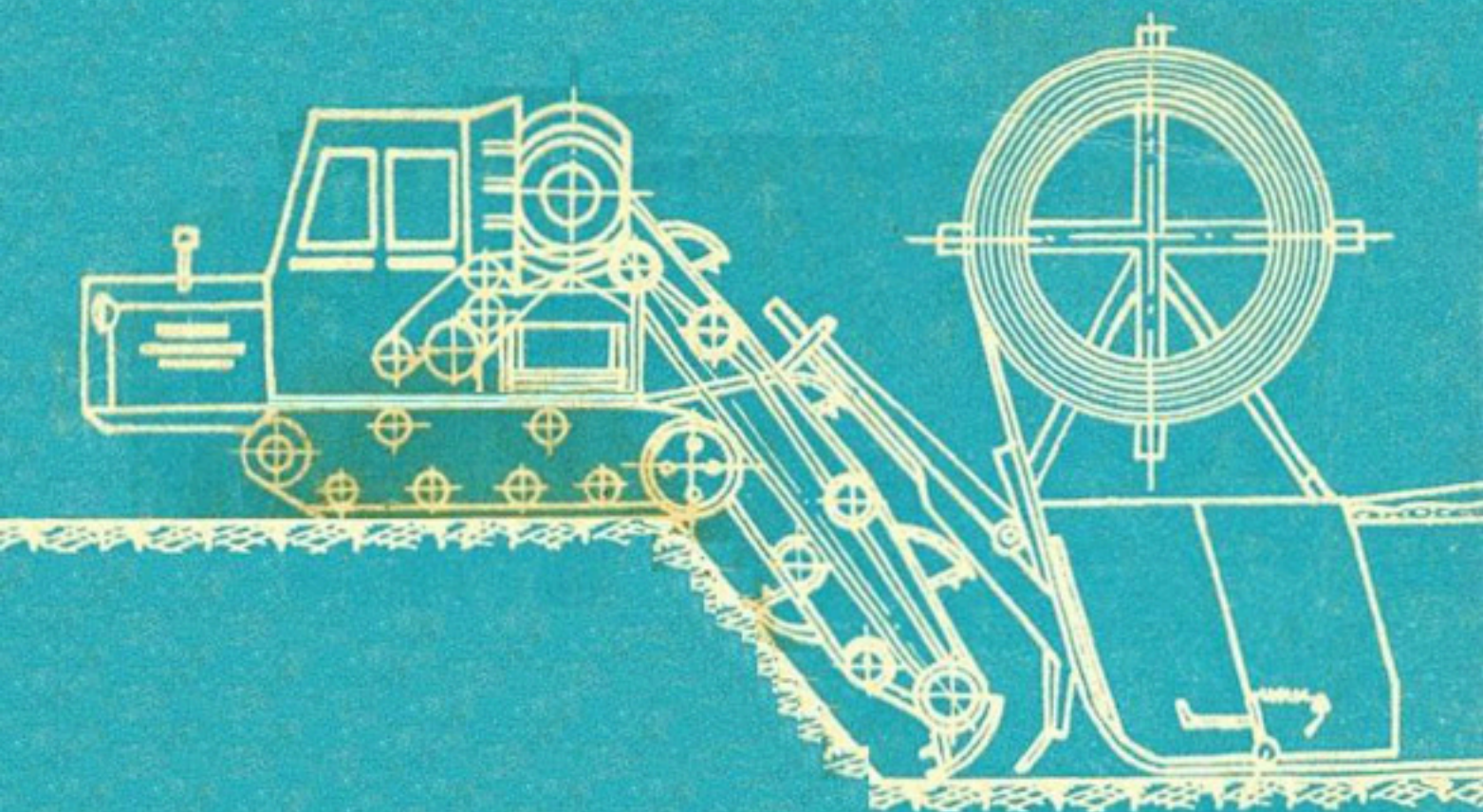




**Проектирование  
и строительство  
горизонтального  
пластмассового  
дренажа**

МИНИСТЕРСТВО  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА БССР

БЕЛОРУССКИЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕЛИОРАЦИЙ  
И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

# Проектирование и строительство горизонтального пластмассового дренажа

Значительные успехи, достигнутые за последнее десятилетие в области получения и переработки пластических масс, позволяют с каждым годом увеличивать использование труб из этих материалов в мелиоративном строительстве.

Ценные свойства пластмассовых труб предопределили эффективность их применения в различных отраслях сельского хозяйства, в том числе при строительстве закрытого дренажа на заболоченных и избыточно-увлажненных землях.

В БССР планируется довести к 1970 г. ежегодно осушаемую площадь пластмассовым дренажем до 50 тыс. га. Однако вопросы проектирования и строительства пластмассового дренажа разработаны далеко не достаточно и слабо освещены в литературе, что ставит проектные и строительные организации в затруднительное положение.

Настоящие рекомендации являются первой попыткой обобщить накопленный опыт и восполнить имеющийся пробел в данном вопросе. Они составлены на основе научных исследований и производственного опыта по строительству пластмассового дренажа в Белоруссии.

При составлении рекомендаций использованы труды БелНИИМиВХ, ВНИИГиМ, НИИ сантехники, а также опыт зарубежных стран.

Вопросы проектирования водоприемников и других

сооружений открытой сети в рекомендациях не рассмотрены и при их решении следует руководствоваться соответствующими инструкциями и нормативами. Рассмотрены только основные специфические стороны проектирования и строительства пластмассового дренажа.

Рекомендации составлены кандидатами технических наук В. М. Зубец и А. И. Мурашко, раздел IV написан совместно с кандидатом технических наук Л. В. Гетовым.

Просьба все замечания и предложения по рекомендациям направлять по адресу: *Минск, Ленинский проспект, 68, Белорусский научно-исследовательский институт мелиорации и водного хозяйства.*

## **1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПЛАСТМАССАХ И ПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБАХ**

Пластмассы — высокомолекулярные органические соединения — полимеры, обладающие достаточно высокой механической прочностью, упругостью и термостойкостью. В их состав входят связующее, пластификаторы, наполнители, красители и добавки специального назначения: стабилизаторы, повышающие устойчивость против «старения», фунгисиды — против грибков и бактерий, одораторы — для отпугивания грызунов и т. п.

Основным сырьем для пластмасс служат природные и попутные нефтяные газы, отходы нефтяной и деревообрабатывающей промышленности.

### **1. ПОЛИЭТИЛЕН И ЕГО СВОЙСТВА**

Исходным сырьем для полиэтилена является нефть. Полиэтилен — воскоподобный, но достаточно твердый материал. Получают полиэтилен в основном при высоком и низком давлении. Полиэтилен, полученный при низком давлении, называется полиэтиленом высокой плотности (ПВП); при высоком давлении — полиэтиленом низкой плотности (ПНП).

При равных условиях ПВП более прочный, более плотный, но менее эластичный материал, чем ПНП. При обычных температурах полиэтилен сочетает в себе прочность и твердость с эластичностью, он сохраняет гибкость даже при отрицательных температурах. Основные свойства ПВП и ПНП при температуре +20°C приведены в табл. 1.

Свойства полиэтилена ухудшаются под влиянием повышенных температур, атмосферных условий и других

Таблица 1

| Показатели                                        | Единица измерения   | ПВП       | ПНП       |
|---------------------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|
| Плотность . . . . .                               | г/см <sup>3</sup>   | 0,94—0,96 | 0,92—0,93 |
| Предел прочности при растяжении . . . . .         | кгс/см <sup>2</sup> | 220—400   | 100—160   |
| Предел прочности при сжатии . . . . .             | »                   | 240       | 125       |
| Модуль упругости . . . . .                        | »                   | 5000—9000 | 1000—2500 |
| Температура хрупкости . . . . .                   | °С                  | —30       | —60       |
| Температура плавления . . . . .                   | »                   | 125—135   | 108—120   |
| Теплопроводность . . . . .                        | кал/см·сек·°С       | 0,00096   | 0,0007    |
| Коэффициент линейного расширения на 1°С . . . . . | —                   | 0,0002    | 0,0002    |

Таблица 2

| Температура, °С                                                | —40   | —20  | 0    | 20   | 40 | 50  | 60 |
|----------------------------------------------------------------|-------|------|------|------|----|-----|----|
| Предел прочности при растяжении, кгс/см <sup>2</sup> . . . . . | 285   | 215  | 170  | 130  | 90 | —   | 60 |
| Модуль упругости, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .                | 13600 | 7400 | 3050 | 2200 | —  | 970 | —  |

Факторов. Зависимость некоторых прочностных характеристик ПНП от температуры приведена в табл. 2.

Солнечная радиация является основным фактором «старения» полиэтилена в атмосферных условиях. Вследствие «старения» значительно повышается жесткость и хрупкость полиэтилена. При обычных температурах и отсутствии прямого солнечного облучения не происходит заметных ухудшений свойств полиэтилена. «Старение» его ускоряется при увеличении температуры и длительности нагревания.

В качестве антистарителей к полиэтилену добавляются стабилизаторы, например газовая сажа, 2—3% по весу, которые затормаживают окислительные процессы и снижают отрицательное действие света.

Химическая стойкость полиэтилена довольно высокая. При обычных температурах он устойчив к большинству минеральных кислот, органических жидкостей, оснований и растворов солей.

## 2. ПОЛИВИНИЛХЛОРИД (ВИНИПЛАСТ) И ЕГО СВОЙСТВА

Исходным материалом для изделий из поливинилхлорида (ПВХ) является перхлорвиниловая смола. ПВХ представляет собой белый или слегка желтоватый аморфный порошок и отличается высокой химической стойкостью.

Твердый поливинилхлорид обладает относительно высокой хрупкостью и имеет склонность к снижению прочности на удар при низких температурах.

Основные свойства твердого ПВХ (винипласта) приведены в табл. 3.

Таблица 3

| Показатели                              | Единица измерения   | Винипласт           |
|-----------------------------------------|---------------------|---------------------|
| Плотность . . . . .                     | г/см <sup>3</sup>   | 1,38—1,43           |
| Предел прочности при сжатии . . . . .   | кгс/см <sup>2</sup> | 600                 |
| Предел прочности на разрыв . . . . .    | »                   | 400                 |
| Предел прочности на изгиб . . . . .     | »                   | 900                 |
| Модуль упругости . . . . .              | »                   | 2 · 10 <sup>4</sup> |
| Коэффициент линейного расширения на 1°С | —                   | 0,00008             |

При низких температурах прочность винипласта увеличивается, деформационная способность его резко уменьшается, так как материал становится хрупким.

## 3. СОРТАМЕНТЫ ПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБ

**Трубы полиэтиленовые.** Производство напорных труб из полиэтилена в СССР осуществляется в соответствии с межреспубликанскими техническими условиями МРТУ 6 № 05-917-63 «Трубы напорные из полиэтилена высокой плотности» и МРТУ 6 № 05-918-63 «Трубы напорные из полиэтилена низкой плотности».

В зависимости от условного давления трубы разделяются на три типа:

- Л — легкий, с условным давлением 2,5 кгс/см<sup>2</sup>.  
С — средний, » » 6 кгс/см<sup>2</sup>.  
Т — тяжелый, » » 10 кгс/см<sup>2</sup>.

Размеры и стоимости выпускаемых в СССР полиэтиленовых труб приведены в приложениях 3 и 4.

Нормализация труб производится по наружным диаметрам. Поэтому при изменении толщины стенок в зависимости от давления меняется внутренний диаметр, а наружный остается постоянным.

**Трубы из ПВХ.** Выпускаются из твердого поливинилхлорида (винипласта) согласно нормам машиностроения МН-1427-61 с условным проходом от 6 до 150 мм. В последнее время появились трубы диаметром 250 мм и выше. Размеры труб из твердого ПВХ приведены в приложении 5. Нормы МН 1427-61 предусматриваются длины труб 5, 6 и 8 м.

В ряде зарубежных стран в основном для целей мелиорации выпускаются гофрированные трубы из жесткого поливинилхлорида.

Размеры гофрированных труб приведены в табл. 4.

Таблица 4

| Условный проход<br>$D_y$ , мм | Диаметр, мм | Длина волны,<br>мм | Высота волны,<br>мм |
|-------------------------------|-------------|--------------------|---------------------|
| 32                            | 38,0        | 4,7                | 1,9                 |
| 40                            | 45,0        | 4,9                | 2,0                 |
| 50                            | 58,9        | 5,2                | 2,0                 |
| 70                            | 72,8        | 5,2                | 3,2                 |
| 90                            | 91,8        | 5,2                | 3,3                 |

Гофрированные трубы выпускаются в бухтах и отрезками.

Допускаемые отклонения от величины диаметров и толщины стенок для пластмассовых труб предусматриваются только в сторону увеличения.

#### 4. СВОЙСТВА ПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБ

Пластмассовые трубы обладают целым рядом ценных свойств, выгодно отличающих их от гончарных. Они характеризуются высокой антикоррозионной стойкостью, повышенной пропускной способностью, морозостойкостью, малым объемным весом, простотой механической обработки.

Сочетание гибкости и достаточной прочности делает пластмассовые трубы незаменимыми при прокладке трубопроводов в земле, особенно в местах, где возможны осадочные смещения грунта.

Способность труб диаметром до 50 мм сворачиваться в бухты небольших размеров облегчает и удешевляет их транспортировку, сокращает до минимума число стыков соединений и позволяет производить скоростное строительство. Полиэтиленовые трубы хорошо свариваются, а число соединений сводится к минимуму. Трубы из ПВХ легко склеиваются специальными синтетическими клеями.

Гладкие трубы из твердого ПВХ имеют недостаточную ударную прочность, особенно при низких температурах. Ударопрочность гофрированных труб из твердого ПВХ значительно выше. Многолетней практикой установлено, что пластмассовые трубы не повреждаются грызунами.

По сравнению с гончарными трубами пластмассовые имеют следующие существенные преимущества:

1) Вес пластмассовых труб в 15—20 раз меньше гончарных. Поскольку трубы небольших диаметров поставляются в бухтах, их габариты значительно меньше. Все это приводит к тому, что общие транспортные расходы сокращаются в 2—3 раза по сравнению с гончарными трубами.

2) При укладке гончарных трубок длиной 0,33 м затрачивается много ручного труда на подгонку каждого стыка. Пластмассовые трубы имеют длину от 5 до 250 м. Укладка их может производиться автоматически. В результате в 2—3 раза увеличивается производительность машин и труда рабочих.

3) Пропускная способность и скорости воды в пластмассовых трубах значительно выше, чем в гончарных, что позволяет уменьшить диаметры их, а также создает более благоприятные условия для самоочистки дрен от наносов.

4) Дренированная вода в гончарные трубки поступает только через зазоры в стыках, расположенных через 33 см. Общая площадь стыков составляет 2,8—7,0 см<sup>2</sup> на 1 пог. м. Пластмассовые дренажные трубы имеют водоприемные щели, равномерно расположенные по их длине, а водоприемная площадь составляет 4—24 см<sup>2</sup> на 1 пог. м. Все это обеспечивает более высокий осушительный эффект пластмассового дренажа в сравнении с гончарным.

## II. КОНСТРУКЦИИ ПЛАСТМАССОВЫХ ДРЕНАЖНЫХ ТРУБ

В мелиоративной практике применяются различные конструкции дренажных труб, изготовленных из твердого поливинилхлорида и стабилизированного полиэтилена.

Дренажные цельнотянутые трубы из полиэтилена имеют внутренний диаметр 37—50 мм, толщину стенок 1,5—2,0 мм. Водоприемные продольно-параллельные щели располагаются на трубе в 2—16 рядов. Размеры щелей колеблются от  $0,5 \times 3,0$  до  $1,0 \times 25$  мм. Трубы на строительные объекты поставляются в бухтах.

Дренажные трубы из твердого поливинилхлорида (винипласта) изготавливаются двумя способами: гладкие и гофрированные — методом непрерывной шнековой экструзии с последующей нарезкой (перфорацией) продольных водоприемных щелей, пленочные — методом сворачивания винипластовой ленточной пленки в трубку и сшивания ее непосредственно при строительстве дренажа.

Цельнотянутые гладкие трубы из ПВХ заводского изготовления выпускаются отрезками длиной до 6 м. На одном конце их устраивается раструб. Наружный диаметр труб составляет 40—68 мм, толщина стенок 0,8—1,5 мм. Продольные водоприемные щели имеют размеры  $0,6 \times 25$  мм и располагаются в 4—8 рядов по трубе. Число прорезей составляет 60—80 шт., а водоприемная площадь — 6—16 см<sup>2</sup> на 1 пог. м дрены.

Цельнотянутые гофрированные трубы выпускаются в бухтах при длине труб в бухте 100—250 м. Средний диаметр труб составляет 30—91,8 мм, толщина стенок 0,6—0,8 мм, водоприемная площадь 4—7 см<sup>2</sup> на 1 пог. м дрены. Соединение труб производится муфтами.

Пленочные дренажные трубы формируют из холодной каландрированной пленки, пропуская ее через трубоформователь, установленный на дреноукладчике. Применяются в основном два вида труб: «молния» и «строчка». В трубах типа «строчка» нахлестнутые края ленты перфорируются так, что образующиеся «усики» пленки скрепляют края ленты и стабилизируют форму трубы. В трубах типа «молния» края ленты соединяются в виде застежки «молния». Пленочные дренажные трубы имеют

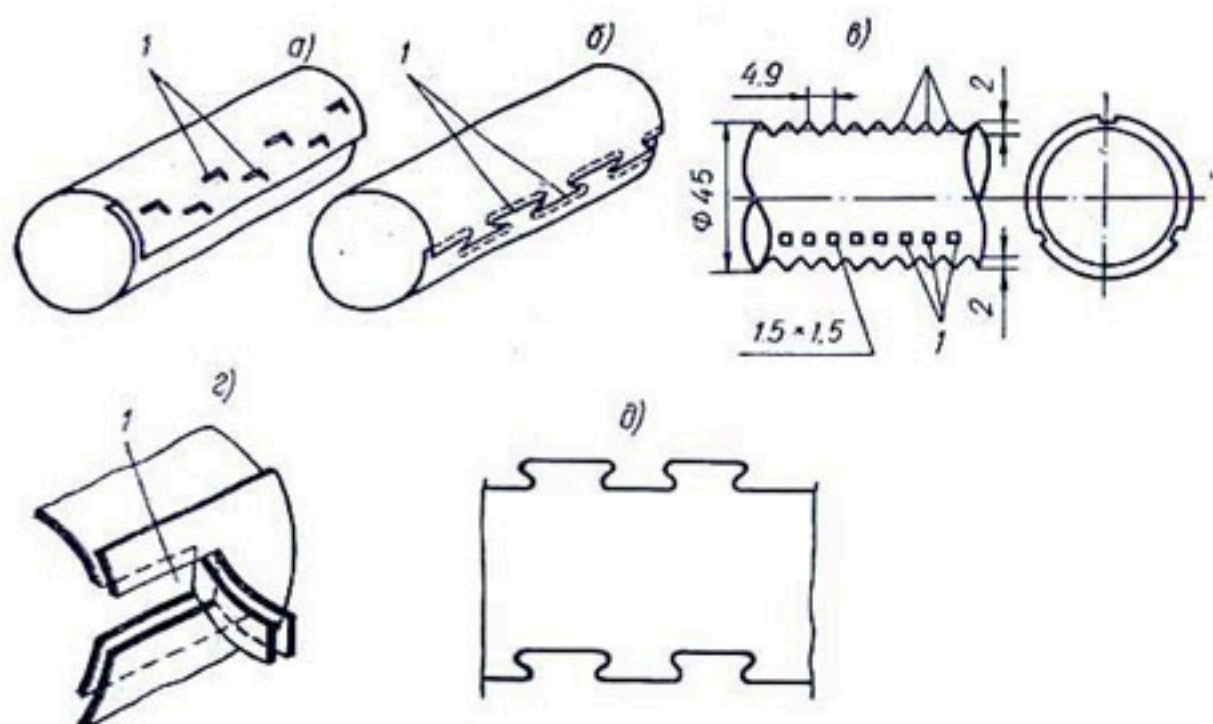


Рис. 1. Конструкции пластмассовых труб дренаж-осушителей:

а — труба типа «строчка» из винилпластовой каландрированной пленки; б — то же, типа «молния»; в — гофрированная труба из твердого поливинилхлорида; г — деталь трубы типа «строчка»; д — заготовленная лента для трубы «молния»; 1 — водоприемные отверстия (щели).

диаметр 50, толщину стенки 0,6—0,9 мм, водоприемную площадь 9—11 см<sup>2</sup>/пог. м.

Конструкции пластмассовых дренажных труб представлены на рис. 1 и 2, основные характеристики их даны в приложении 6.

Вильнюсским и Борисовским заводами пластмассовых изделий изготавливаются дренажные трубы типа Л из ПВХ с толщиной стенок  $1,5^{+0,3}$  мм. Наружный диаметр труб равен  $42^{+2}$  мм. Водоприемные щели имеют длину не более  $25^{+2}$  мм и располагаются по всей длине труб в 6 рядов. Шаг щелей составляет не менее  $50^{+2,5}$  мм. Минимальное расстояние между рядами щелей — 15 мм. Ширина щелей —  $1,3^{+0,2}$  мм (рис. 2). Заводская цена труб 24,6 коп., перспективная цена на 1966—1967 гг. — 17,3 коп. 1 пог. м.

Та или иная конструкция дренажных пластмассовых труб имеет свои преимущества и недостатки.

По прочностным характеристикам наиболее надежными следует считать поливинилхлоридные гофрированные трубы. Благодаря наличию гофров трубы имеют большую прочность и в то же время обладают большой гибкостью, что позволяет транспортировать их в

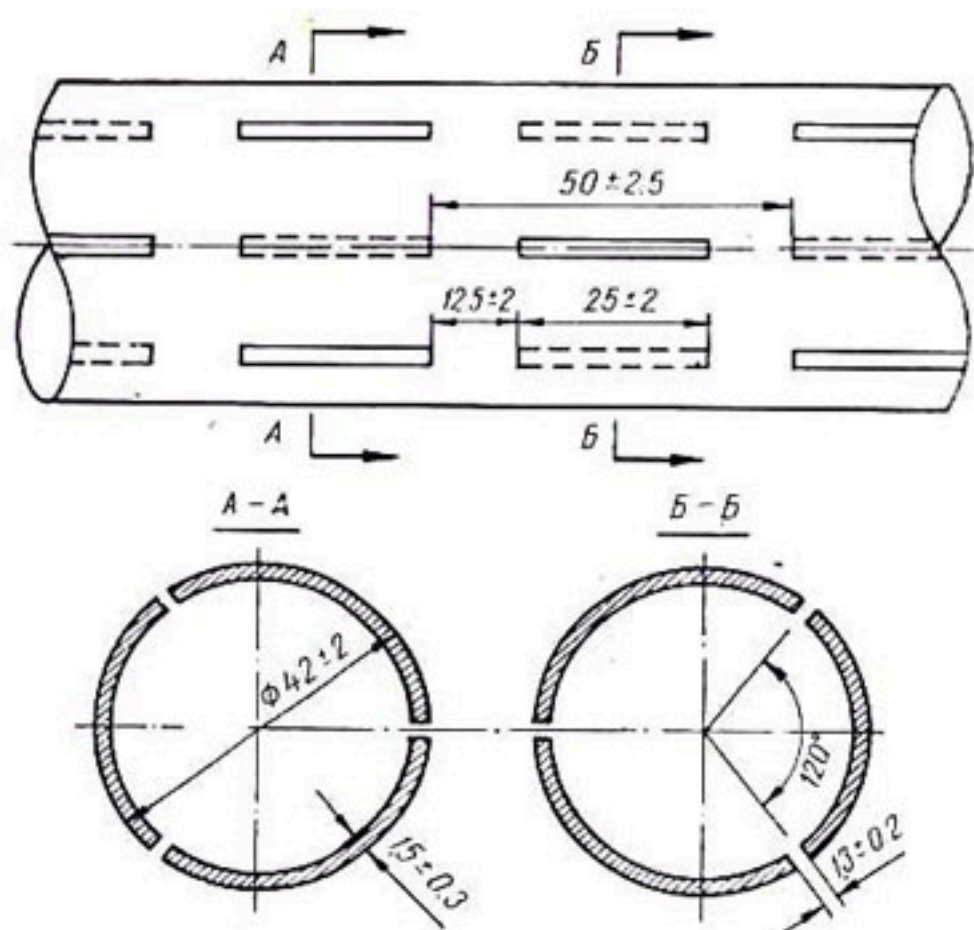


Рис. 2. Полиэтиленовая дренажная трубка.

бухтах небольших диаметров. Трубы из винипластовой каландрированной пленки типа «молния» и «строчка» обладают небольшой прочностью и их следует закладывать только бестраншейным способом или в щелевых дренах.

Наибольшей ударной прочностью, особенно при низких температурах, обладают полиэтиленовые трубы, наименьшей — цельнотянутые из твердого поливинилхлорида.

По водоприемной способности предпочтение следует отдать трубам полиэтиленовым, имеющим 20—24 см<sup>2</sup> отверстий на 1 пог. м дрены, и гофрированным трубам.

Самые высокие гидравлические характеристики также имеют полиэтиленовые трубы, самые низкие — «молния» и гофрированные трубы.

Минимальными транспортными габаритами обладают пленки из винипласта, которые поставляются на строительные площадки в рулонах, максимальными — гладкие поливинилхлоридные трубы.

Наиболее экономичными по расходу материала и

стоимости являются гофрированные трубы из твердых ПВХ и трубы из пленок («молния» и «строчка»).

Таким образом, для пластмассового дренажа наиболее надежными и экономичными являются гофрированные трубы из твердого ПВХ и цельнотянутые трубы из полиэтилена высокой плотности.

В СССР в настоящее время гофрированные дренажные трубы из твердого поливинилхлорида не выпускаются.

### **III. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАСТМАССОВОГО ДРЕНАЖА**

#### **1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

В основу проектирования пластмассового дренажа из полиэтиленовых и поливинилхлоридных труб должны быть положены существующие нормативные положения, применяемые при проектировании гончарного дренажа.

Расстояние между осушителями, схемы расположения дренажной сети в плане, глубина заложения дрен и коллекторов, их уклоны временно, до получения обоснованных экспериментальных и теоретических данных, должны приниматься по нормативам гончарного дренажа.

Уклоны пластмассовых дренажных труб при необходимости можно принимать несколько меньшими, чем для гончарных дрен, так как скорость воды в пластмассовых дренах при одинаковых параметрах намного выше, чем в гончарных. Однако уменьшение уклонов должно быть обосновано гидравлическими и экономическими расчетами.

Дренажная закрытая сеть может проектироваться как в виде одиночных дрен длиной до 200—250 м, впадающих в открытые собиратели, так и в виде систем из дрен-осушителей и закрытых коллекторов (пластмассовых или гончарных). Основным недостатком строительства одиночных дрен следует считать увеличение количества открытых каналов и необходимость устройства большого числа устьев. Преимущества заключаются в том, что можно легко следить за функционированием дренажа и осуществлять промывку дрен в случае их заиливания.

пластмассового дренажа можно производить по формулам А. И. Мурашко

$$S_n = AH_0 \{1 - \exp[-h_{np}(a + bt)]\}, \quad (1)$$

$$S_d = A(H_0 - h_{np}) \{1 - \exp[-h_{np}(c + dt)]\}, \quad (2)$$

$$h_{np} = h_{тр} + S_n - S_d, \quad (3)$$

где  $S_n$  — осадка поверхности низинного торфяника у бровок каналов и вблизи дрен, м;

$S_d$  — осадка дна дрен (каналов), м;

$A$  — коэффициент плотности торфа, зависящий от объемного веса твердого вещества (определяется по номограмме, приведенной в приложении 7);

$H_0$  — глубина торфа до осушения, м;

$t$  — длительность осушения, годы;

$h_{np}$  — проектная глубина дрен (каналов), м;

$h_{тр}$  — требуемая техническими условиями глубина дрен (каналов) после осадки торфа, м;

$a, b, c, d$  — экспериментальные коэффициенты.

$$(a = 0,07 \text{ м}^{-1}; b = 0,006 \text{ м}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}; c = 0,021 \text{ м}^{-1};$$

$$d = 0,005 \text{ м}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}).$$

При этом следует учитывать длительность предварительного осушения, капитальность сооружений и намечаемые сроки ремонта каналов.

Методы расчета осадки (аналитический и графический) детально изложены в рекомендациях «Расчет осадки торфяников после осушения» изд-ва «Урожай», Минск, 1963.

## 2. ДИАМЕТРЫ ТРУБ

Для пластмассовых дрен-осушителей следует применять трубы, изготовленные методом непрерывной шнековой экструзии с последующей нарезкой (перфорацией) продольных водоприемных щелей. Трубы пластмассовых дренажных коллекторов не должны иметь водоприемных щелей, поскольку непосредственное поступление воды в коллекторы не обязательно, а в связи с опасностью их заиливания и не желательно.

Коллекторы дренажных систем, укладываемые на минеральных почвах и предварительно осушенных торфяниках, могут быть как из пластмассовых труб необходимого диаметра, так и гончарные. В настоящее время пластмассовые трубы больших диаметров (100—150 мм) значительно дороже гончарных, поэтому более экономично дренажные коллекторы устраивать из гончарных трубок, дрены-осушители — из пластмассовых.

В случае, когда коллекторы обслуживают небольшие площади и при малом модуле дренажного стока, вполне допустимо применение пластмассовых труб средних диаметров ( $D_y = 50-80$  мм).

При строительстве дренажа на впервые осушаемых глубоких торфяниках коллекторы делаются только из пластмассовых труб. В этом случае экономически оправдано применение труб диаметром  $D_y = 125$  мм.

Диаметр труб пластмассовых коллекторов принимается по гидравлическому расчету, который может быть произведен по следующим формулам:

для полиэтиленовых труб по формуле А. И. Мурашко

$$100 i = 0,0256 \frac{Q^{1,75}}{D^{4,894}}, \quad (4)$$

для поливинилхлоридных (винипластовых) труб по формуле НИИСТ

$$100 i = 0,025 \frac{Q^{1,774}}{D^{4,774}}, \quad (5)$$

где  $Q$  — дренажный расход, л/сек;

$D$  — внутренний диаметр труб, мм;

$i$  — уклон дренажного коллектора.

Гидравлические расчеты поливинилхлоридных гофрированных труб можно производить по формуле Н. Бринка и С. Нильсона

$$Q = 24,2 D^{2,665} i^{0,493}, \quad (6)$$

где  $Q$  — дренажный расход, м<sup>3</sup>/сек;

$D$  — внутренний диаметр труб, м;

$i$  — уклон.

При  $Q$  в л/сек и  $D$  в мм формула (6) приводится к виду

$$100 i = 0,0452 \frac{Q^{2,028}}{L^{5,405}} . \quad (7)$$

Выбор параметров дренажных коллекторов может производиться также по приведенным в приложении номограммам, составленным А. И. Мурашко на основе формул (4—6).

При условии соблюдения проектных уклонов, качественном выполнении строительных работ и достаточных уклонах местности внутренние диаметры пластмассовых дрен-осушителей можно принимать следующими:

- полиэтиленовые трубы  $D=38—42$  мм;
- поливинилхлоридные трубы  $D=38—45$  мм;
- гофрированные трубы  $D=38—50$  мм.

В пылеватых и сильно железистых почвах, а также в случае большого притока грунтовых или поверхностных вод диаметры дрен-осушителей следует увеличивать на один порядок.

Подсчеты показывают, что при соблюдении всех равных условий диаметры полиэтиленовых и поливинилхлоридных гладких труб должны быть на один порядок меньше, чем диаметры гончарных трубок. Например, вместо гончарного коллектора диаметром 150 мм можно укладывать полиэтиленовый диаметром  $D_y=125$  мм и т. д.

Пропускная способность поливинилхлоридных гофрированных труб несколько ниже гончарных (на 5—10%).

Скорость течения воды в трубах при пропуске расчетного расхода должна быть в пределах 0,3—1,2 м/сек. При отсутствии опасности заиливания как исключение допускаются скорости 0,2 м/сек. В пластмассовых коллекторах, которые не имеют водоприемных щелей и сращивание труб производится в раструб, могут быть допущены скорости и более 1,2 м/сек.

При обнаружении в почвах железистых соединений скорости воды в дренах должны быть не менее 0,4 м/сек.

### 3. РАСЧЕТ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ НА ПРОЧНОСТЬ

При строительстве пластмассового дренажа следует применять трубы типа Л из полиэтилена высокой плотности (условное давление  $P_y = 2,5$  кгс/см<sup>2</sup>). Расчеты и

имеющиеся экспериментальные данные показывают, что обусловленные МРТУ толщины стенок этих труб являются, как правило, вполне достаточными по прочности и устойчивости. Однако в каждом конкретном случае проектирования пластмассового дренажа следует производить поверочные расчеты.

Расчет полиэтиленовых дренажных труб на прочность регламентируется следующими предельными состояниями:

- 1) устойчивостью круговой формы поперечного сечения трубы под действием грунтовой нагрузки;
- 2) деформацией поперечного сечения трубы (сплющиванием) от действия внешнего давления грунта и временной нагрузки;
- 3) недопустимым укорочением вертикального диаметра труб от действия тех же нагрузок.

Расчеты труб на прочность следует производить в следующей последовательности:

1) По определенному гидравлическими расчетами диаметру труб  $D_n$  и по соответствующему сортаменту находится толщина стенок труб  $S$  в см (без учета положительных отклонений).

2) Определяется расчетная приведенная внешняя вертикальная нагрузка на трубы от давления грунта по следующим формулам:

$$P_{тр} = \gamma H D_n \left( \frac{B_{тр}}{D_n} + 1 \right) \alpha_2 k_{тр} \eta, \quad (8)$$

- где  $\gamma$  — объемный вес грунта засыпки, кг/м<sup>3</sup>;  
 $H$  — высота засыпки, м (считая от верха трубы);  
 $D_n$  — наружный диаметр трубы, м;  
 $\eta$  — коэффициент, учитывающий боковое давление грунта на трубы; значения  $\eta$  приведены в табл. II приложения 2;  
 $B_{тр}$  — ширина траншеи, м;  
 $\alpha_2$  — безразмерный коэффициент, зависящий от способа опирания труб на основания, для случая дренажа  $\alpha_2 = 0,42$ ;  
 $k_{тр}$  — коэффициент, зависящий от отношения  $\frac{H}{B_{тр}}$  и от вида грунта. Значения коэффициента  $k_{тр}$  приведены в табл. III приложения 2.

Значения объемного веса грунта рекомендуется принимать следующими: растительный грунт, песок крупный, средней крупности и мелкий — 1700; гравелистый песок и суглинок — 1800, глина — 1900; торф — 1000 кг/м<sup>3</sup>.

Если произведение  $\left(\frac{B_{\text{тр}}}{D_{\text{н}}} + 1\right) \alpha_2 k_{\text{тр}}$  окажется больше  $\alpha_1$ , значения которого приведены в табл. IV приложения 2, то вместо формулы (8) используется формула (9)

$$P_{\text{н}} = \gamma H D_{\text{н}} \alpha_1 \eta. \quad (9)$$

3) Определяется расчетная приведенная внешняя вертикальная нагрузка на трубы  $P'_{\text{вр}}$  от давления временной равномерно распределенной нагрузки  $P_{\text{вр}}$ , расположенной на поверхности грунта. Расчет производится по формулам (8) или (9), в которых вместо величины  $\gamma H$  подставляется  $P_{\text{вр}}$ .

Для случая дренажа временная нагрузка может быть в виде стогов сена, буртов картофеля, свеклы и других сельскохозяйственных продуктов, хранящихся определенное время на осушаемой территории. В водопроводной практике величина  $P_{\text{вр}}$  принимается равной 500 кг/м<sup>2</sup>. Учитывая кратковременность, неежегодность и непостоянство места хранения сельскохозяйственной продукции на полях, во многих случаях расчета можно принимать  $P_{\text{вр}} = 0$ .

4) Определяется полная приведенная вертикальная нагрузка по формуле

$$P = P_{\text{тр}} + P'_{\text{вр}}. \quad (10)$$

5) Определяется необходимая несущая способность полиэтиленовой трубы из условия устойчивости круглой формы поперечного сечения

$$P_{\text{кр}} \geq \frac{P}{k_y b D_{\text{н}}}, \quad (11)$$

где  $P_{\text{кр}}$  — предельная величина внешнего равномерного радиального давления, которое труба должна воспринимать без потери устойчивости круговой формы поперечного сечения.

$k_y$  — коэффициент условия работы трубы на устойчивость, принимаемый 0,6 для полиэтилена высокой плотности и 0,5 для полиэтилена низкой плотности;

$b$  — длина расчетного участка трубы в см (обычно равна 100 см).

6) По формуле (12) определяется величина предельного равномерно распределенного давления  $P'_{кр}$ , которое способна выдержать труба принятых размеров ( $D_n$  и  $S$ )

$$P'_{кр} = (n^2 - 1)A + \frac{B}{n^2 - 1}, \quad (12)$$

где  $n$  — число полуволн, образующихся по окружности трубы при потере устойчивости, определяемое из условия получения наименьшего значения  $P'_{кр}$ . Величина  $n$  должна быть не менее 2 и не обязательно целым числом.

Численное значение  $n$  определяется по формуле

$$n = \sqrt{1 + \sqrt{\frac{B}{A}}}, \quad (13)$$

где  $A$  и  $B$  — параметры, характеризующие жесткость трубы и окружающего грунта, в кгс/см<sup>2</sup>

$$A = \frac{E_t}{10,773} \left( \frac{S}{r} \right)^3, \quad (14)$$

$$B = 0,4 E_{гр}, \quad (15)$$

где  $E_t$  — переменный модуль нормальной упругости, учитывающий влияние усталостных процессов (ползучести, релаксации); (Значения  $E_t$  приведены в табл. V приложения 2);

$E_{гр}$  — модуль деформации грунта в кгс/см<sup>2</sup>, значения которого приведены в табл. VI приложения 2;

$S$  — толщина стенок труб в см;

$$r = \frac{1}{2} (D_n - S) \text{ в см.} \quad (16)$$

Устойчивость круговой формы поперечного сечения труб будет обеспечена при соблюдении условий

$$P'_{кр} \geq P_{кр} \quad (17)$$

7) Определяется абсолютная величина укорочения вертикального диаметра труб по формуле

$$\Delta D = \frac{0,125 P \xi}{bA}, \quad (18)$$

где  $\xi$  — коэффициент, учитывающий упругое обжатие трубы грунтом и определяемый по формуле

$$\xi = \frac{1}{1 + \frac{B}{9A}} \quad (19)$$

8) Условие обеспечения несущей способности труб по предельно допустимой величине укорочения вертикального диаметра проверяется по формулам

$$\frac{\Delta D}{D_{ср}} \leq |\psi|, \quad (20)$$

$$D_{ср} = D_n - S, \quad (21)$$

где  $|\psi|$  — величина допускаемого относительного укорочения вертикального диаметра труб.

В водопроводной практике величина  $|\psi|$  принимается для труб из полиэтилена высокой плотности 0,04 и из полиэтилена низкой плотности 0,03. В зарубежной меллоративной практике она принимается значительно большей (до 0,22), чему соответствует уменьшение площади сечения труб на 6—7%.

9) Определяется необходимая несущая способность полиэтиленовых труб из условия прочности с учетом сжатия их грунтом и влияния внешнего равномерного давления по формуле

$$P_{нр} \geq \frac{P \xi}{m_1}, \quad (22)$$

где  $m_1$  — коэффициент, учитывающий снижение прочностных показателей труб в процессе экс-

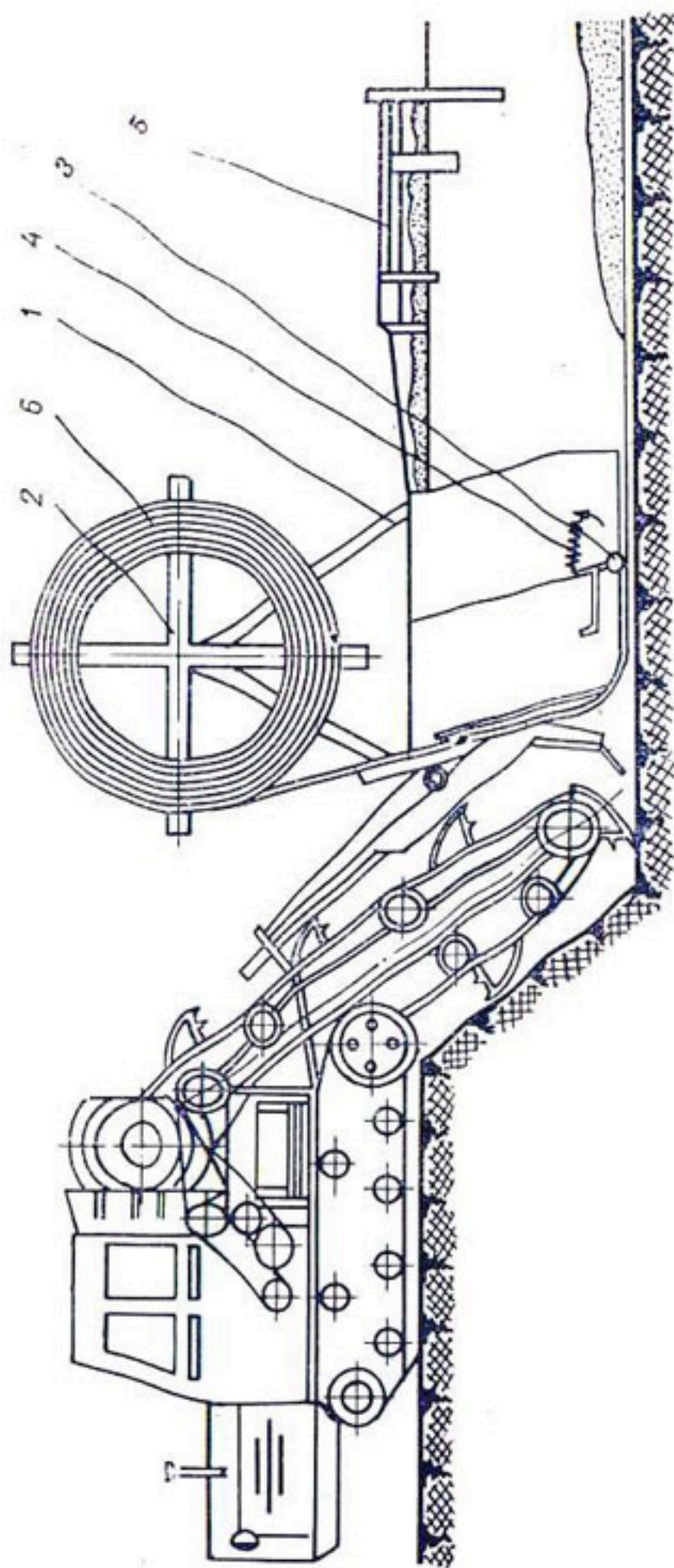


Рис. 4. Схема установки дополнительного оборудования на экскаватор ЭТН-171:

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

плутации в результате «старения» и пр. (определяется по табл. IV приложения 2).

10) Определяется несущая способность из условий прочности, которую способна выдержать труба принятых в проекте размеров  $[D_n \text{ и } S]$

$$P_{\text{пр}} = \frac{100 \sigma_n S^2}{1,908 \cdot r}, \quad (23)$$

где  $\sigma_n$  — расчетное сопротивление в  $\text{кгс/см}^2$  (значения  $\sigma_n$  приведены в табл. IV приложения 2).

Несущая способность труб по прочности обеспечивается при выполнении следующего условия:

$$P^{\circ} \geq P_{\text{пр}}. \quad (24)$$

При укладке выпускаемых в СССР труб типа Л из ПВП в минеральных осушаемых грунтах проверочные расчеты на прочность можно не проводить, так как подсчеты показали, что в этих грунтах устойчивость труб всегда обеспечивается. В торфяных грунтах расчеты труб на прочность обязательны.

Пример расчета труб полиэтиленового дренажного коллектора приведен в приложении 2.

## IV. СТРОИТЕЛЬСТВО ПЛАСТМАССОВОГО ДРЕНАЖА

### 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Временно, до создания высокопроизводительных дренаукладочных машин, строительство пластмассовых дрен-осушителей осуществляется траншейными экскаваторами ЭТН-171 и ЭТН-142 при дооборудовании их съемным барабаном, прижимным приспособлением и присыпающим устройством (рис. 4).

Съемный барабан устанавливается над бункером экскаватора на кронштейне (рис. 5) и служит для навески бухты пластмассовых труб. Барабан должен иметь внутренний диаметр не более 1,5 м и позволять навешивать бухту наружным диаметром до 2 м. Барабан может быть изготовлен из полиэтиленовых или металличе-

ских труб, а также досок. Вращение барабана должно быть свободным с незначительным торможением, чтобы предотвращать произвольное разворачивание и провиса-

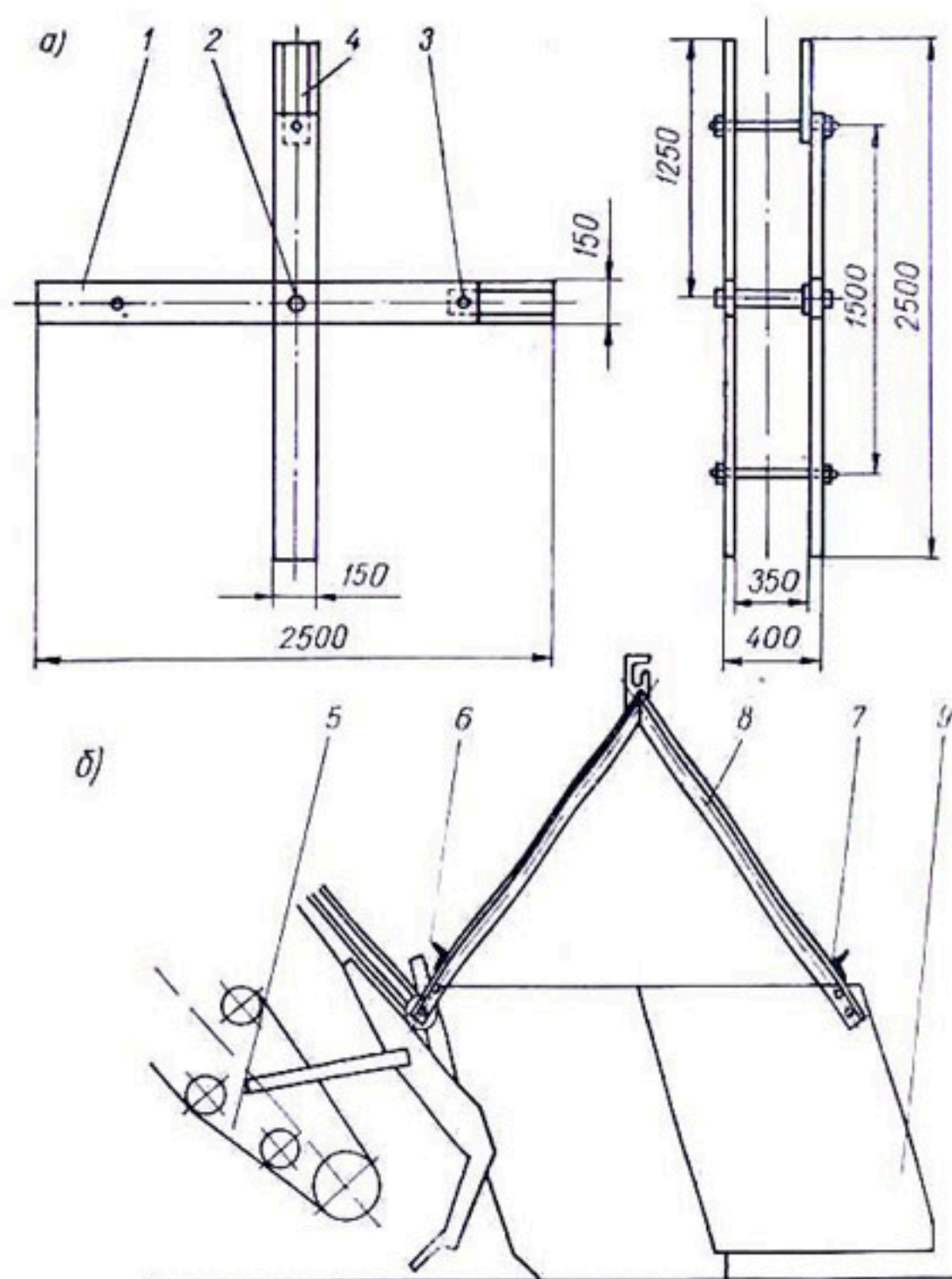


Рис. 5. Схема барабана и его установки:

*a* — барабан для установки бухты полиэтиленовых труб: 1 — крестовина из досок 30x150x2500; 2 — осевая втулка из трубы  $\varnothing 25$ ; 3 — металлическая шпилька  $\varnothing 16$ ; 4 — металлическая накладка 4x100x55 мм; б — схема установки кронштейна для барабана; 5 — рабочий орган экскаватора; 6 — каток подъема бункера; 7 — поперечные стяжки из уголков № 4; 8 — кронштейн из уголков № 4; 12010 мм; 9 — бункер дренажника.

ние труб. Прижимное приспособление (рис. 6) устанавливается на выходе в нижней части бункера и служит для фиксирования пластмассовой трубы по центру траншеи и плотной ее укладки в желобок на дне. Оно состоит из профилированного ролика, держателя, пружины и треугольной распорки с крюком.

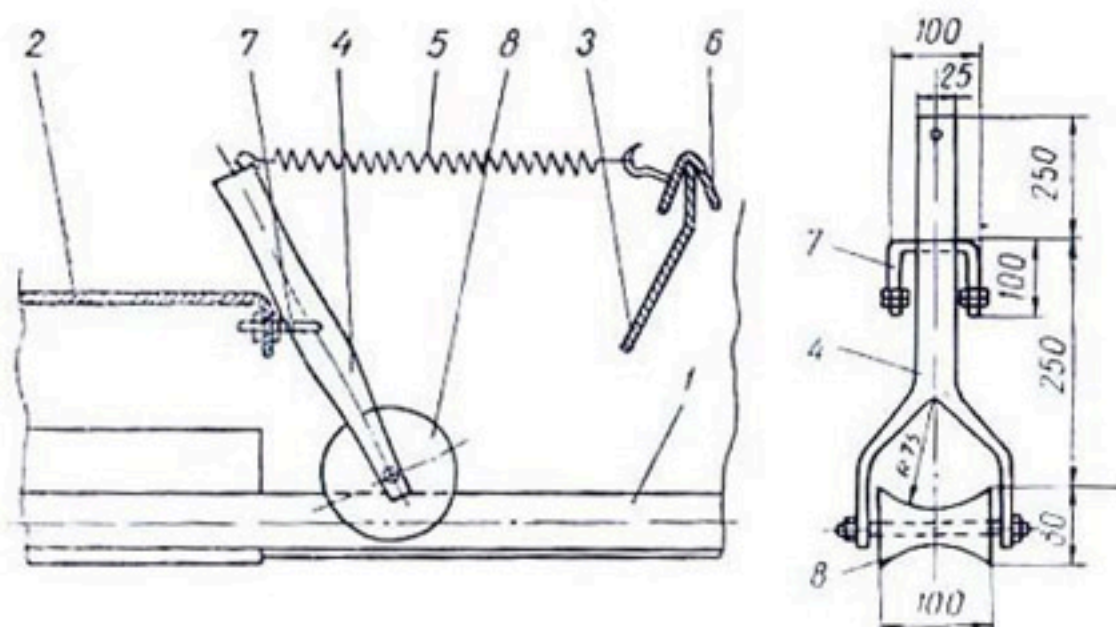


Рис. 6. Прижимное приспособление:

1 — полиэтиленовая труба; 2 — сиденье для рабочего; 3 — упор для ног (подножка); 4 — держатель; 5 — пружина; 6 — треугольная распорка с крюком; 7 — П-образный хомут; 8 — профилированный ролик.

Профилированный ролик имеет вид катушки диаметром 40—80 мм и длиной 100 мм. Он устанавливается в вилке держателя, изготовленного из металлической трубы диаметром 25 мм. Держатель с помощью П-образного хомута прикрепляется к краю сиденья для рабочего, установленного в бункере над окончанием склиза. Для обеспечения прижима ролика к дрене свободный конец держателя оттягивается пружиной, второй конец которой крепится к подножкам рабочего места с помощью металлической треугольной распорки с крюком.

Присыпающее устройство (рис. 7) состоит из треугольной деревянной конструкции, прикрепленной на тросах или проволокой к бункеру экскаватора на расстоянии 0,5—0,8 м. Оно служит для первичной присыпки уложенных в траншеи дрен и состоит из двух поставленных на ребро и сбитых углом толстых досок, дощатого настила поверх них, дощатых боковых буртиков поверх настила и вертикальных направляющих. По-

следние входят в траншею и служат для предотвращения сдвига присыпающего устройства в стороны от нее.

При движении экскаватора заанкеренная в устье пластмассовая труба, сматываясь с барабана, укладывается в желобок траншеи и плотно прижимается к ее дну роликом прижимного приспособления. Вслед за этим присыпающее устройство, сгребая валики с борта траншеи, прикрывает дренаж слоем 20—30 см рыхлого

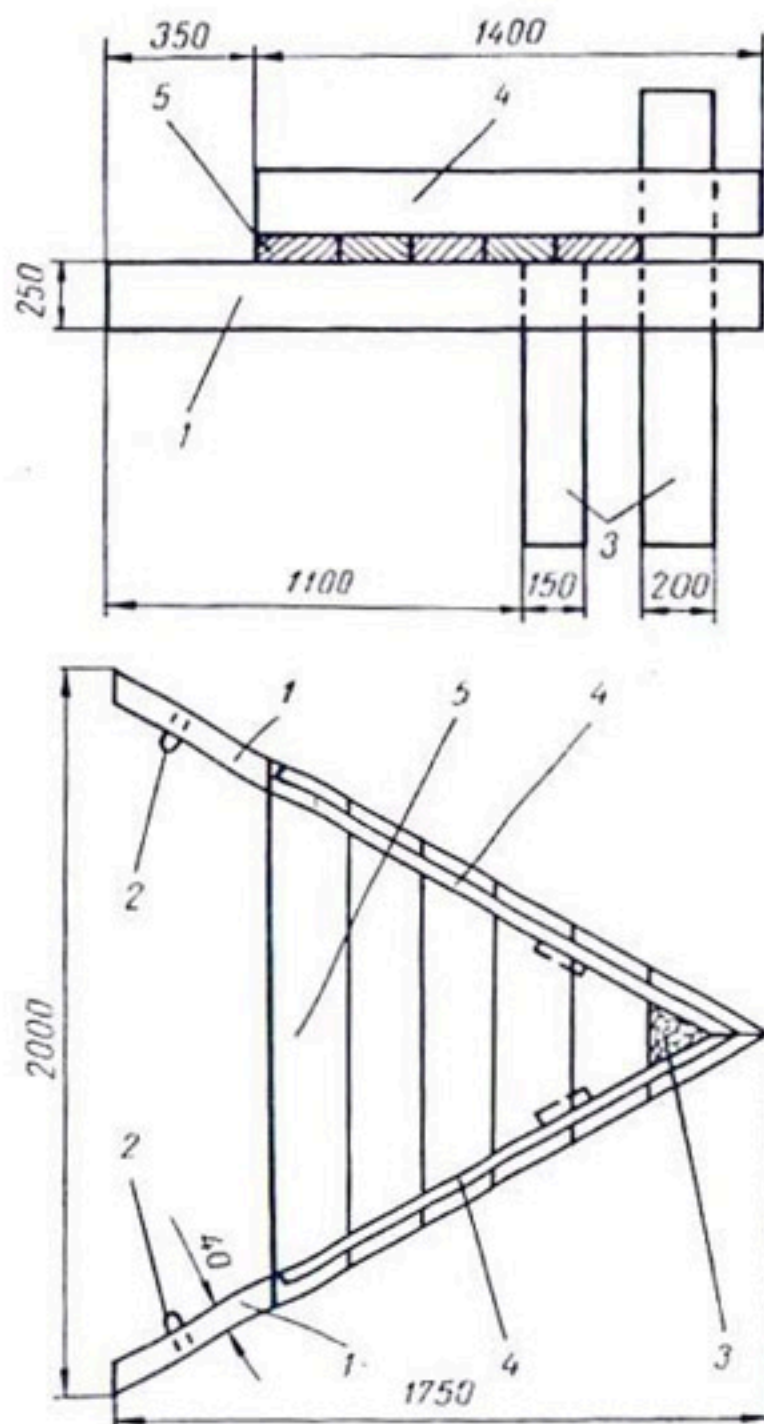


Рис. 7. Присыпающее устройство:

1 — бортовые доски; 2 — скобы; 3 — вертикальные направляющие;  
4 — боковые буртики; 5 — дощатый настил.

грунта. Если вес конструкции оказывается недостаточным для перемещения грунта и засыпки траншеи, то на настил укладывается дополнительная нагрузка.

Обслуживание экскаватора при укладке пластмассовых дрен-осушителей могут осуществлять 4 человека: бригадир-нивелировщик, машинист, помощник машиниста и один рабочий. Сменная производительность должна определяться специальным хронометражем. Опыт показывает, что она может быть примерно на 40—60% выше, чем при закладке гончарного дренажа.

Не допускается укладка пластмассовых дрен методом затаскивания их в траншею с разворачиваемого барабана, установленного неподвижно на противоположной стороне коллекторной траншеи, так как при этом происходит залипание водоприемных щелей в трубах.

При строительстве дренажных коллекторов из пластмассовых труб никакого дополнительного оборудования на дреноукладчики устанавливать не требуется. При этом отрываются коллекторные траншеи, на их дно вручную укладываются 6—8 м отрезки труб и соединяются в раструб. Для этого предварительно на одном конце труб должны быть устроены раструбы необходимого диаметра и длиной не менее 5 см.

Соединение дрен с коллектором и наращивание их производятся с помощью специальной дренажной арматуры: тройников, уголков, муфт и т. д. При этом трубы вставляются свободно с небольшим усилием, и сварка их не производится.

При подключении пластмассовой дрены к гончарному коллектору (обязательно по типу «нахлестка») на отверстие в нем укладывается гончарная трубка диаметром 4,5—5,0 см, имеющая боковое отверстие, и соединение заделывается цементом или мятой глиной. Впритык к первой укладывается вторая гончарная трубка. Далее в свободный конец гончарных трубок вставляется полиэтиленовая дрена на глубину 40—45 см, а зазор между трубками заделывается цементом или обворачивается стекломатериалами. На втором конце гончарной трубки устраивается заглушка.

Противоположные концы дрен (исток) перегибаются и перевязываются шпагатом или мягкой проволокой. Можно устанавливать специально изготовленные пластмассовые заглушки.

## 2. ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПЛАСТМАССОВОГО ДРЕНАЖА

Прочность пластмассовых труб при надрезе резко снижается, поэтому при укладке нужно проявлять осторожность и исключать участки труб, имеющие надрезы, переломы и глубокие царапины.

При укладке пластмассового дренажа обязательно следует учитывать высокий коэффициент линейного термического расширения материала. Величина температурного изменения длины дрена определяется формулой

$$\Delta l = \lambda l \Delta t, \quad (25)$$

где  $l$  — длина дрена в момент укладки, м;  
 $\Delta t$  — разность между максимальной и минимальной температурой в момент укладки дрена и в период эксплуатации, °С;  
 $\lambda$  — коэффициент линейного расширения на 1°С (для полиэтилена  $\lambda = 0,0002$ , для поливинилхлорида  $\lambda = 0,00008$ ).

При длине полиэтиленовой дрена  $l = 100$  м и разности температур  $\Delta t = 20^\circ\text{C}$  укорочение ее может составить  $\Delta l = 0,4$  м.

Исходя из значительных температурных изменений, рекомендуется принимать специальные меры для предотвращения расстройств дренажных линий. Подсоединение дрена к коллектору следует производить не ранее чем через 2 часа после ее укладки в траншею и присыпки слоем грунта 20—30 см. Аналогично производятся другие сочленения. Длина входа трубы в раструб соединения должна быть не менее 5 см.

Укладка пластмассовых дренажных труб с зазором (впритык) не допускается, так как при пониженных температурах концы труб могут разойтись на значительную величину, что может вызвать заиливание дренажа.

Засыпка нижней части траншей (на 20—30 см) с уложенными пластмассовыми трубами должна производиться мягким рыхлым грунтом. Не допускается засыпка крупными комьями земли, камнями и древесными остатками. Окончательную засыпку траншей производят бульдозерами. Грунт в траншеях не уплотняется, а избыток его насыпается в виде валика над ней.

Во всех местах сочленений труб обязательно следует производить тщательную утрамбовку грунта.

Строительство дренажа в несвязных, легко оплывающих грунтах следует производить в период наиболее низкого стояния грунтовых вод. При наличии в траншеях воды полиэтиленовые трубы всплывают, поэтому первичную присыпку дрен грунтом следует производить одновременно с укладкой.

При укладке пластмассовых труб в траншеи, заполненные водой, их следует прижимать ко дну траншей деревянными штангами и немедленно присыпать грунтом, чтобы они не всплывали.

## V. ЗАЩИТА ПЛАСТМАССОВОГО ДРЕНАЖА ОТ ЗАИЛЕНИЯ

Минимально возможная в пластмассовых трубах ширина водоприемных щелей в 0,3—0,4 мм не предохраняет полностью дренажи от заиления в плавунах и иловатых тонкозернистых песках, поэтому защита дрен от заиления в этих и подобных грунтах является обязательным мероприятием.

Защита пластмассового дренажа от заиления производится с помощью сплошной обсыпки дренажных труб подходящими фильтрующими материалами (гравий, гранулированный доменный шлак и др.) или круговой обертки стеклотканью и стеклорогожкой.

Защита дренажа сыпучими материалами должна осуществляться механизированно одновременно с укладкой труб. Механический состав гравийной засыпки должен задерживать частицы естественного грунта от проникновения в дренаж или фильтр. Кроме того, сама засыпка не должна проникать через щели дренажа.

Критериями устойчивости фильтра, обеспечивающими предотвращение вымывания частиц грунта в фильтр, являются следующие соотношения:

$$\frac{D_{15}}{d_{15}} < 9 \quad \text{и} \quad \frac{D_{15}}{d_{85}} < 5 \quad (26)$$

или

$$\frac{D_{50}}{d_{50}} = 5 \div 10, \quad (27)$$

где  $D_{15}$  — 15% диаметр частиц, т. е. диаметр частиц, меньше которого в фильтре содержится 15% по весу;

$d_{15}$  — то же грунта, в котором укладываются дрены.

Чтобы материал фильтра сам не проникал через водоприемные щели и отверстия внутрь дренажных труб, необходимо соблюдать следующие условия:

а) для дрен с водоприемными круглыми отверстиями диаметром  $D_0$

$$D_{50} \geq \frac{D_0}{1,8}, \quad (28)$$

б) для дрен с продольными и поперечными щелями шириной  $t$

$$D_{50} \geq \frac{t}{1,2}. \quad (29)$$

Для обеспечения удерживающей способности гравийный фильтр вокруг дренажных труб должен укладываться плотно и служить также устойчивым основанием для них. Толщина гравийной обсыпки вокруг трубы должна быть не менее 10 см.

Наиболее экономичной является защита труб от заиления с помощью стекломатериалов. Она может осуществляться методом сплошной обертки труб стекловолокном во время закладки дренажа с помощью специального приспособления, установленного на дренаукладчике.

Полиэтиленовые дренажные трубы можно защитить от заиления с помощью термической припайки узких лент стеклоткани над их водоприемными отверстиями. При этом процесс припайки осуществляется с помощью разработанного А. И. Мурашко, Е. Г. Саложниковым и Ю. И. Глазуновым приспособления (рис. 8) автоматически одновременно с производством труб. На строящиеся объекты трубы поступают с готовым защитным покрытием.

В пластмассовых дренажных коллекторах, которые не должны иметь водоприемных щелей и сочленение труб которых производится с помощью раструбов, трой-

ников, уголков, муфт, защита от заилений делается только в местах из сочленений. Для этой цели лучше всего применять стеклоткань или стеклорогожку, которыми производится круговая обвертка в 1—2 слоя всех мест сочленений.

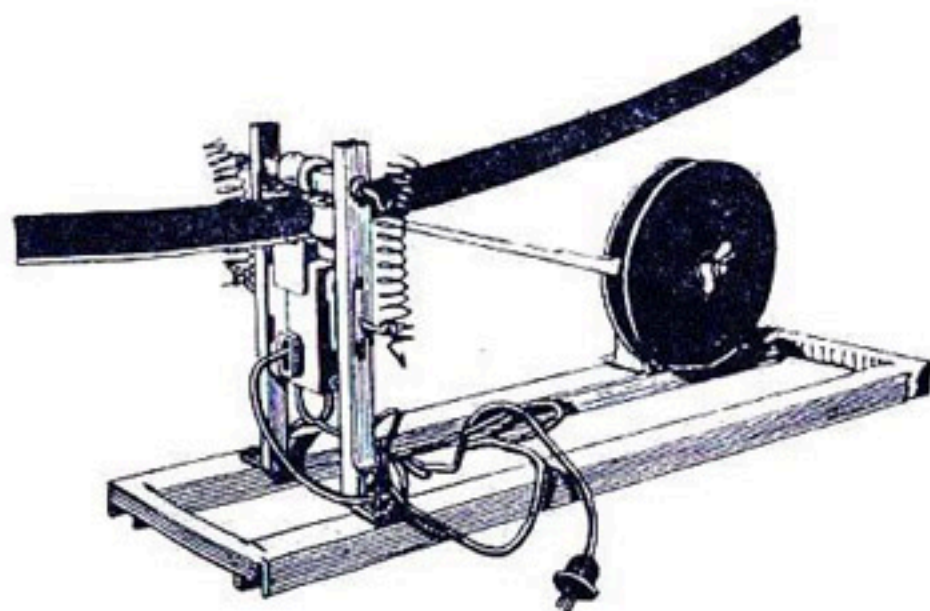


Рис. 8. Приспособление для автоматической припайки стеклоткани к полиэтиленовым трубам.

При пересечении трасс дрен-осушителей с особо опасными местами (линзы пльвуна, старые заросшие каналы, дороги, сапропель и т. п.) следует вставлять на этих участках отрезки целых труб без водоприемных щелей, если длина этих участков не превышает 20% длины дрены. При большой длине следует обворачивать трубы стеклорогожкой в 2—3 слоя вкруговую.

В торфяных грунтах специальных мер защиты пластмассового дренажа от заиления применять не следует, так как дрены в этих грунтах практически не заиляются.

При строительстве дрен-осушителей из пластмассовых труб, а коллекторов из гончарных защита от заиления дренажа производится в соответствии с существующими инструкциями для гончарного дренажа.

На особо опасных, в смысле заиления, участках гончарных коллекторов можно укладывать сплошные полиэтиленовые трубы, при этом концы их запускать внутрь гончарных. Уменьшения пропускной способности коллектора не произойдет, так как пластмассовые трубы в 1,5 раза производительнее гончарных.

## VI. АРМАТУРА ПОЛИЭТИЛЕНОВОГО ДРЕНАЖА И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

При строительстве пластмассового дренажа из полиэтиленовых труб все детали дренажной арматуры могут быть изготовлены в мастерских СМУ. Во время строительства никаких дополнительных работ производить не требуется: осуществляется довольно простая сборка и сочленение.

### 1. КОНСТРУКЦИИ ДРЕНАЖНОЙ АРМАТУРЫ

**Соединительные муфты.** Назначение — обеспечить надежное сочленение концов труб при их наращивании. Соединительная муфта представляет собой короткий (20—25 см) отрезок трубы того же диаметра, что и соединяемые трубы. На обоих концах имеются раструбы длиной 5—8 см. Внутренний диаметр раструба на 1—2 мм больше наружного диаметра соединяемых труб.

Наиболее просто наращивание труб дренажных (D<sub>y</sub> = 32—40 мм) производится с помощью двух коротких (по 15—20 см длины) отрезков тех же труб, разрезанных по продольной оси. Патрубки сперва накладываются на оба сращиваемых конца труб. Затем трубы дренажные совмещаются встык и на них сначала накладывается один патрубок, а потом наверх второй. При этом продольные разрезы патрубков должны находиться с противоположных сторон (приложение 8, рис. V-д).

**Уголки.** Устанавливаются в местах поворота дренажа и при сочленении верхней дренажной трубы с коллектором. Уголки состоят из двух коротких отрезков труб, сваренных под необходимым углом, и имеют на концах раструбы.

**Тройники.** Служат для сопряжения боковых дренажей с коллектором. При сочленении труб одинакового диаметра рекомендуется применять тройник, изображенный на рис. 9-а, состоящий из трех сваренных между собой деталей. Для труб разных диаметров можно применять тройник, изображенный на рис. 9-б. Однако изготовление его в производственных условиях довольно сложно и лучше организовать промышленное производство методом литья под давлением.

Достаточно надежно и просто подсоединение дренажа D<sub>y</sub> = 32 мм к трубам коллекторов, имеющих условный

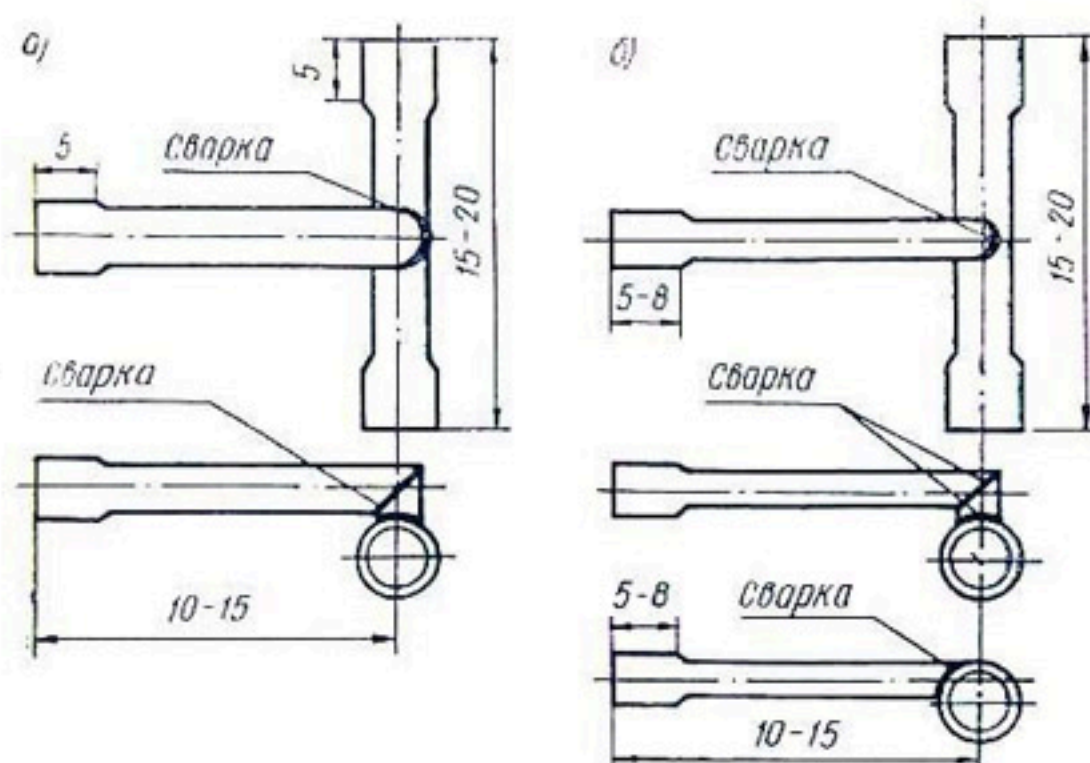


Рис. 9. Тройники для сочленения дренажных труб:  
а — одинакового диаметра, б — разных диаметров.

проход  $D_y = 50$  мм и более, можно производить с помощью специальных уголков, предварительно заготавливаемых в мастерских СМУ (приложение 8, рис. V-б и в). Во время строительства в трубе коллектора кольцевой фрезой диаметром 42 мм (рис. 10), укрепленной в ручной дрели, высверливается круглое отверстие и в него вставляется уголок с раструбом.

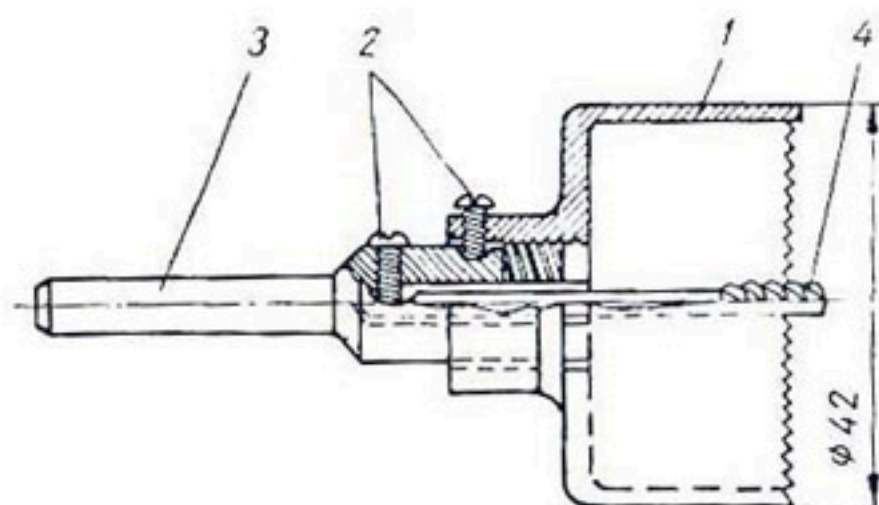


Рис. 10. Приспособление для вырезки отверстий в трубах:  
1 — кольцевая фреза; 2 — шуруп; 3 — конус Морзе; 4 — сверло.

**Дренажные устья.** Служат для сопряжения коллектора с открытым каналом. Рекомендуется применять устья двух типов: полиэтиленовые, состоящие из наклонного желоба и полиэтиленовой горизонтальной трубы, и комбинированные, состоящие из наклонного железобетонного лотка и горизонтальной полиэтиленовой трубы с приваренным носком (рис. 11).

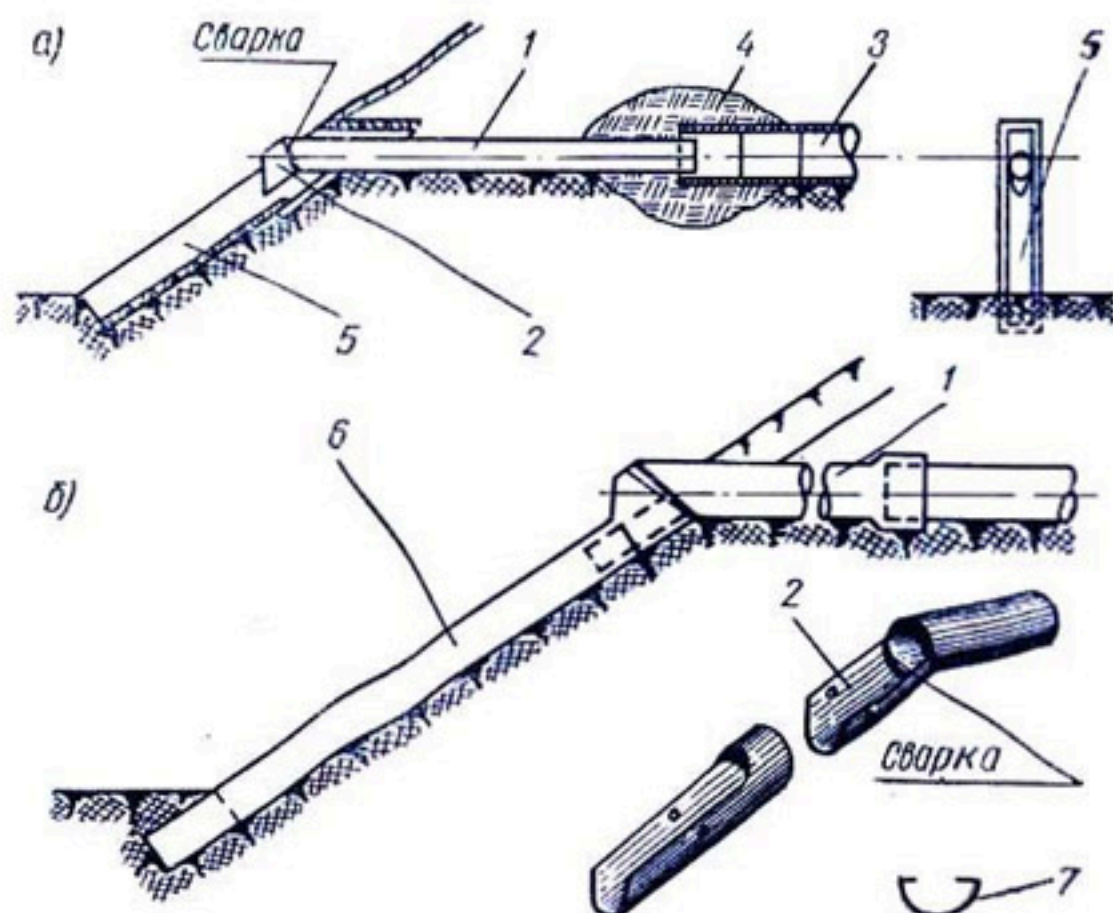


Рис. 11. Конструкции дренажных устьев:

*а* — комбинированное; *б* — полиэтиленовое. 1 — полиэтиленовая труба длиной 200 см; 2 — сливной носок; 3 — гончарная трубка; 4 — глиняный замок; 5 — железобетонный желоб; 6 — полиэтиленовый желоб из распиленной по продольной оси трубы; 7 — металлическая защелка.

Сочленение горизонтальной полиэтиленовой трубы с пластмассовым коллектором может производиться с помощью раструба на ее конце. Место сочленения следует обворачивать стеклотканью или стеклорогожкой. При установке полиэтиленового или комбинированного устья на гончарный коллектор конец полиэтиленовой трубы можно задвигать на 10—15 см в последнюю гончарную трубку.

Диаметр полиэтиленовых труб при таком сочленении устья с гончарным коллектором выбирается в зависи-

мости от внутреннего диаметра гончарных трубок и производится по сортаменту, приведенному в приложениях 3—4. Следует применять трубы типа Л из ПВХ.

Смену диаметров труб пластмассовых коллекторов, т. е. переход от меньшего диаметра к большему, можно осуществлять следующим образом. Труба меньшего размера вставляется внутрь большей трубы на глубину 5—7 см. Если круговой средний зазор между трубами окажется больше толщины стенок труб, то на конце трубы большего диаметра ножовкой отрезается кольцо шириной 2—3 см и разрезается по продольной оси в двух местах с таким расчетом, чтобы после удаления из кольца вырезанного кусочка оно поместилось бы внутрь трубы большего диаметра. Кольцо затем надевается на конец трубы меньшего диаметра и задвигается вместе с ней внутрь большей трубы (приложение 8, рис. V-г).

Места всех соединений тщательно обворачиваются стеклорожкой или стеклотканью в 1—2 слоя, присыпаются грунтом и утрамбовываются. Можно заделывать места сочленений глиняным или цементным раствором.

## 2. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДРЕНАЖНОЙ АРМАТУРЫ

Для изготовления деталей дренажной арматуры можно применять ручные инструменты и станки для обработки металла и дерева. В качестве ручного инструмента применяются пилы, напильники, ножи, дрели, ножовки и пр.

Резку труб рекомендуется производить на специальных деревянных шаблонах. Для заготовки деталей уголков и тройников можно применять шаблон, представленный на рис. 12-а. Он состоит из отрезка металлической трубы, внутренний диаметр которой соответствует наружному диаметру обрабатываемой полиэтиленовой трубы, которая должна с усилием входить в раструб и не вращаться при обработке. С помощью данного шаблона можно изготавливать детали 1—4 (рис. 12-б). Из элементов 1, 2 свариваются тройники в одной плоскости, из элементов 1, 2, 4 — тройники в двух плоскостях, из элементов 3 — уголки, отводы, повороты.

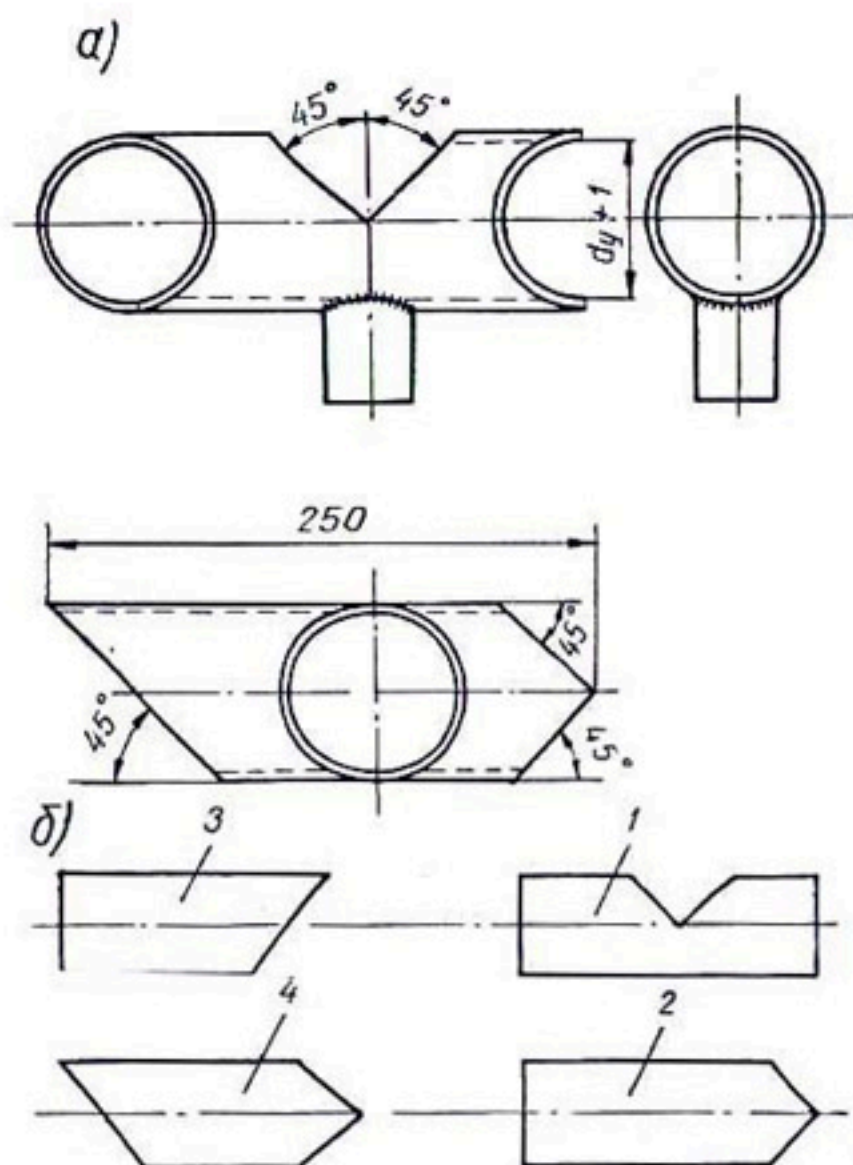


Рис. 12. Схема шаблона и заготавливаемых на нем деталей:

а — шаблон для нарезки деталей дренажной арматуры;  
б — схемы деталей, изготавливаемых на шаблоне.

После заготовки элементов соединительной арматуры дренажа производится устройство раструбов на соответствующих концах деталей.

Формирование раструбов на концах соединительной арматуры производится путем расширения размягченного конца трубы на специальной оправке (рис. 13), рекомендуемые размеры которой (в мм) приведены в табл. 5.

Размягчение концов труб можно производить в сосудах с нагретым до кипения машинным маслом или глицерином. Время нагрева устанавливается на основе опытных данных в зависимости от температуры жидкости, диаметра и толщины стенок труб.

Таблица 5

| $D_y$ | $D_{II}$ | $l_1$ | $l_2$ | $d_1$ | $d_2$ | $d_3$ |
|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 32    | 40       | 50    | 60    | 42    | 26    | 62    |
| 40    | 50       | 50    | 65    | 52    | 32    | 75    |
| 50    | 63       | 60    | 70    | 65    | 41    | 85    |
| 70    | 75       | 60    | 80    | 77    | 58    | 100   |
| 80    | 90       | 80    | 80    | 92    | 71    | 110   |
| 100   | 110      | 80    | 80    | 113   | 85    | 130   |

Формирование раструбов небольших диаметров можно производить с помощью паяльной лампы и деревянного шаблона в виде оправки. Конец трубы разогревается до нужного предела в струе горячего воздуха, идущего от лампы, и надевается на деревянную оправку. Время нагрева, температура пламени и расстояние трубы от горелки подбираются опытным путем.

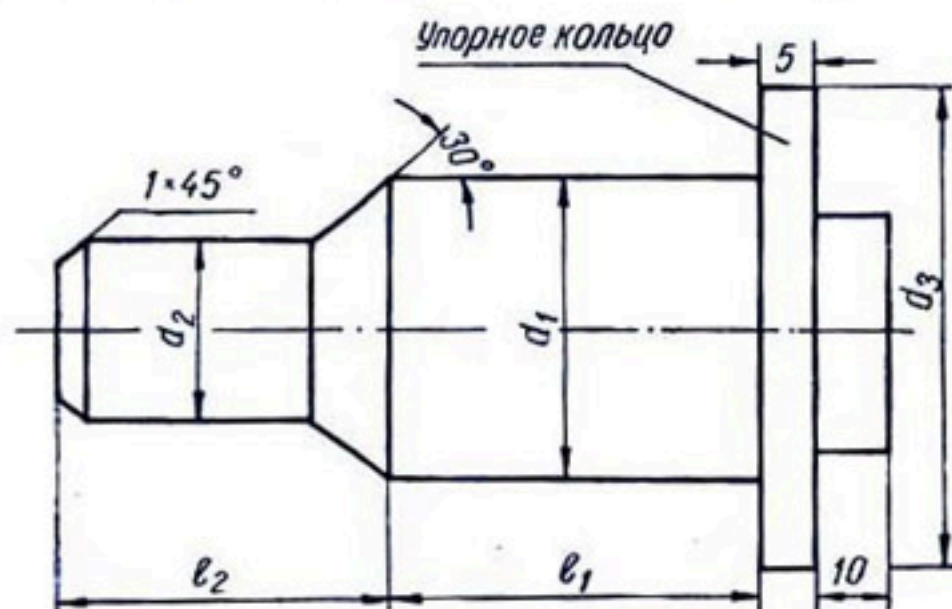


Рис. 13. Оправка для устройства раструбов.

Расширенный конец трубы снимается с оправки после полного его охлаждения. Поскольку раструбы могут уменьшаться с течением времени в диаметре, изготовлять их следует незадолго до сварки и установки.

Соединение полиэтиленовых патрубков элементов дренажной арматуры осуществляется контактной сваркой встык, при этом торцы свариваемых деталей оплавляют на нагревательном инструменте, а затем соединяют при некотором давлении. Применяется нагрева-

тельный инструмент с плоскими поверхностями. В данном случае вполне достаточно одного уголка, изображенного на рис. 14. Поверхности его должны быть тщательно отполированы, желательно покрыть их никелем или хромом.

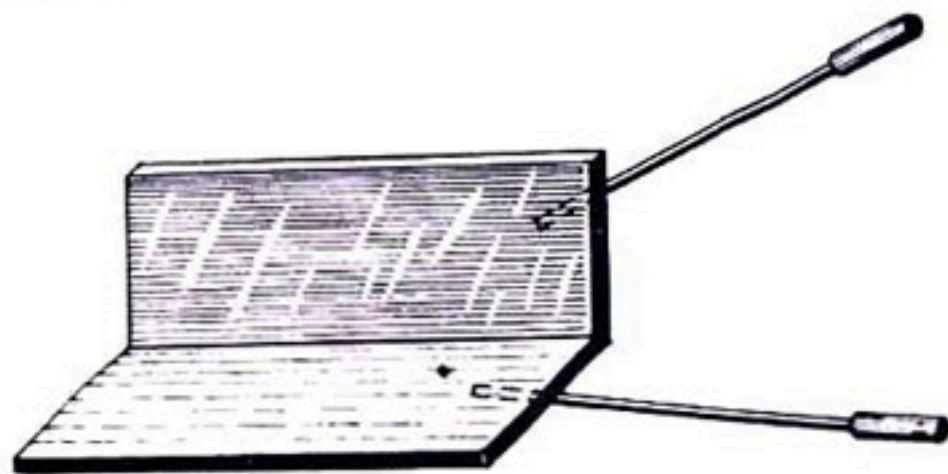


Рис. 14. Уголок для сварки дренажной арматуры.

Нагрев инструмента производится пламенем паяльной лампы или газовой горелки. Не допускается нагревать инструмент коптящим пламенем. На прочность шва могут оказывать влияние грязь на нагревательном инструменте, его температура, продолжительность оплавления, давление прижима торцов труб к инструменту и свариваемых деталей между собой.

Оптимальная температура нагревательного инструмента —  $180\text{--}200^\circ\text{C}$ . Чем ниже температура, тем продолжительнее нагрев торцов труб и большая величина усилия, прилагаемая к трубам при сварке. Степень нагрева торцов труб определяется визуально по образованию валиков на кромках. Появление дыма при расплаве торцов труб говорит о перегреве инструмента.

В начале торцы труб к нагревательному инструменту следует прижимать с большим усилием, чем в последующем, когда полиэтилен начинает прилипать к инструменту. Время нагрева составляет 15—30 сек.

При соединении разогретых концов труб давление должно быть достаточным, чтобы вытеснить пузырьки воздуха и плотно сжать свариваемые поверхности (до  $2\text{ кг/см}^2$ ).

Время между снятием оплавленных торцов с нагревательного инструмента и их сжатием должно быть минимальным (1—2 сек.). Важно точно совместить торцы

деталей и не тревожить их до отвердевания. Сварной шов охлаждается естественным путем. После каждого соединения нагревательный инструмент тщательно очищается от прилипшего к нему материала.

При сварке не допускается попадание пыли и грязи на нагревательный инструмент и шов. При температуре воздуха ниже  $5^{\circ}\text{C}$  сварка не допускается.

Чтобы уменьшить размеры валиков, образуемых при сварке, и чтобы они располагались с наружной стороны труб, на их торцах снимают внутренние фаски с центральным углом  $60^{\circ}$ .

Схематически последовательность сварки арматуры дренажа представлена на рис. 15.

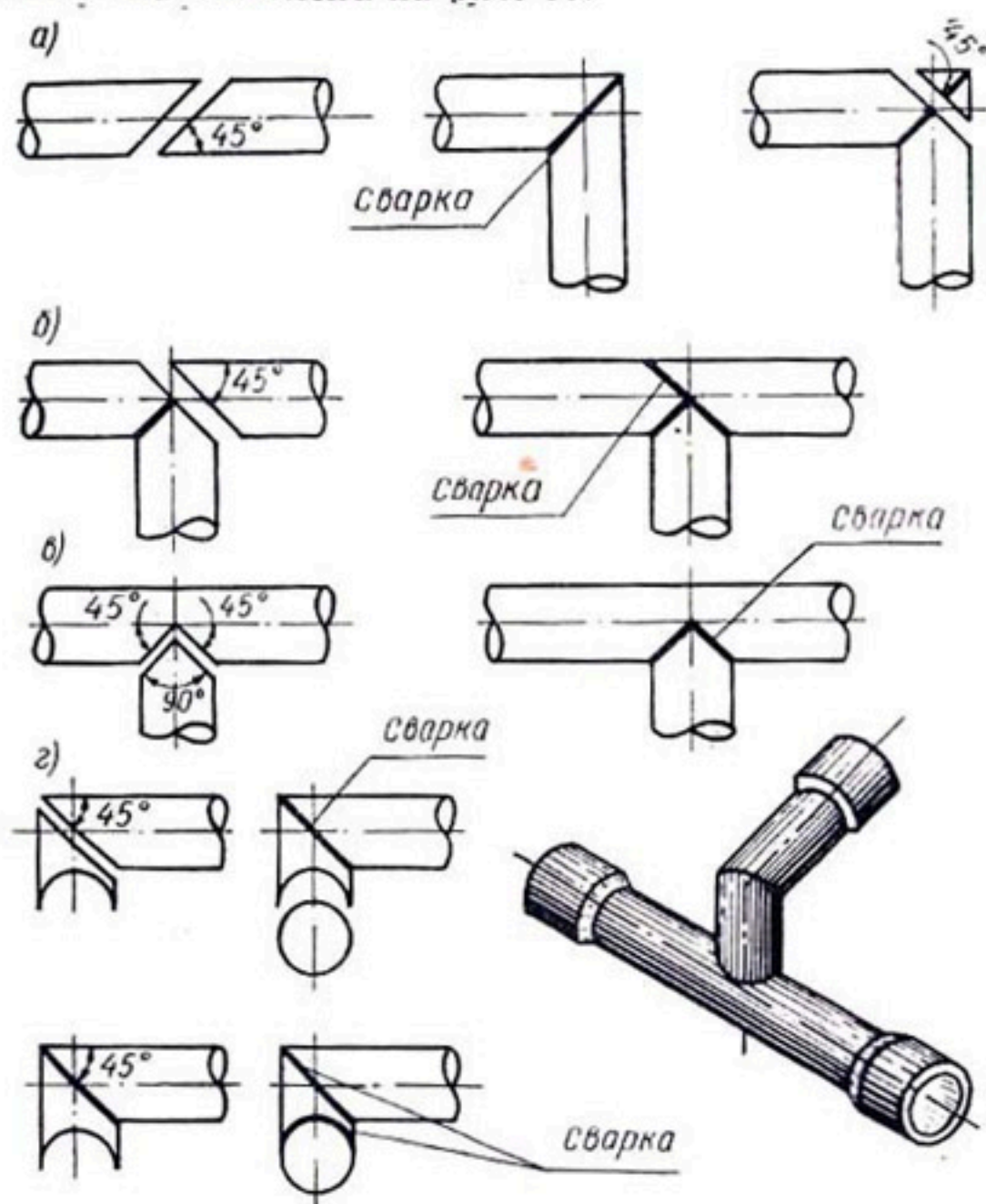


Рис. 15. Последовательность сварки дренажной арматуры:  
 а — уголок; б и в — тройники для сочленения труб в одной плоскости;  
 г — то же для сочленения труб в различных плоскостях.

Следует отметить, что вся арматура дренажа может быть изготовлена на заводах пластмассовых изделий и поставляться в СМУ в централизованном порядке. При заводском изготовлении дренажной арматуры целесообразно вместо полиэтилена применять твердый поливинилхлорид.

## **VII. ПРИЕМКА, ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ ПЛАСТМАССОВЫХ ДРЕНАЖНЫХ ТРУБ**

Приемка прибывших в СМУ партий пластмассовых дренажных труб заключается в наружном осмотре их состояния и установлении соответствия МРТУ или СТУ. Трубы, особенно дренажные, после пропилки щелей должны иметь круговую форму. Толщина стенок труб по сечению должна быть постоянной, не допускаются односторонние утолщения. Трубы не должны иметь резких переломов и глубоких царапин.

Каждая партия (бухта) труб должна иметь паспорт, в котором указывают завод-изготовитель, материал, условный проход труб и вес их в партии (бухте).

Полиэтиленовые дренажные трубы наружного диаметра 42 мм поставляются заводами в бухтах, внутренний диаметр которых должен быть не менее 1,5 м. Вес труб до 50 кг. Длина труб в одной бухте 100—250 м.

Транспортировку пластмассовых труб следует производить в закрытом виде, соблюдая предосторожность от механических повреждений их при перевозке и разгрузке. Кузова машин или транспортных прицепов не должны иметь островыступающих металлических деталей. Следует предохранять трубы от попадания на них бензина, нефти и машинного масла.

Хранить пластмассовые трубы необходимо на стеллажах или в штабелях в закрытых складских помещениях, защищая их от попадания прямого солнечного света, и вдали от нагревательных приборов. Трубы следует предохранять от воздействия открытого пламени высокой температуры.

На строящихся объектах трубы должны храниться в штабелях под навесами или прикрытыми брезентом, соломой, ветками и т. п. Складывать трубы следует вдали от мест движения транспортных механизмов и заправочных пунктов.

## VIИ. ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### 1. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ДРЕНАЖНЫХ ТРУБ

В расчетах пластмассовых дренажных труб принимается, что движение безнапорное при сплошь заполненном сечении.

Диаметры труб дренажных пластмассовых коллекторов, а также при большом притоке грунтовых вод и дрен-осушителей определяются гидравлическими расчетами, исходя из величин дренажного стока, запроектированного уклона и площади водосбора, обслуживаемой данным коллектором (дреной).

Расчетный расход воды, который должен быть отведен коллектором в л/сек, определяется по формуле

$$Q = qF, \quad (1)$$

где  $q$  — модуль дренажного стока, л/сек · га;

$F$  — площадь водосбора дрены, га.

Расчетные величины дренажного стока временно можно принимать по существующим нормативам для гончарного дренажа.

Необходимый внутренний диаметр пластмассовых труб в  $\delta$ м определяется по формуле

$$D = k \frac{Q^\alpha}{i^\beta}, \quad (II)$$

где  $i$  — уклон дрены;

$k$ ,  $\alpha$  и  $\beta$  — коэффициенты, зависящие от материала и конструкции трубы и определяемые по табл. I.

По расчетному внутреннему диаметру  $D$ , пользуясь сортаментом труб (приложение 3—5), принимается ближайший (в большую сторону) условный проход  $D_y$ .

Таблица 1

| Трубы                                        | $k$    | $\alpha$ | $\beta$ |
|----------------------------------------------|--------|----------|---------|
| Полиэтиленовые гладкие (без щелей) . . . . . | 0,1850 | 0,358    | 0,204   |
| Поливинилхлоридные гладкие                   | 0,1752 | 0,372    | 0,210   |
| » гофрированные                              | 0,2267 | 0,375    | 0,185   |

Скорости воды в трубах в *м/сек* определяются по формуле

$$v = \frac{4Q}{\pi D_1^2} \quad (III)$$

где  $D_1$  — принятый по сортаменту внутренний диаметр труб, *м*;

$Q$  — дренажный расход, *м<sup>3</sup>/сек.*

## 2. ПРИМЕРЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ПЛАСТМАССОВЫХ ДРЕНАЖНЫХ ТРУБ

**Пример 1.** Дано:  $Q=4,0$  л/сек,  $i=0,0025$ . Найти диаметр полиэтиленовых труб  $D_y$  и скорости воды  $v$ .

По таблице I находим  $k=0,185$ ,  $\alpha=0,358$ ,  $\beta=0,204$ .

Вычисляем необходимый внутренний диаметр труб по формуле (II)

$$D = 0,185 \frac{4,0^{0,358}}{0,0025^{0,204}} = 1,031 \text{ дм.}$$

Принимаем ближайший по сортаменту (приложение 3) внутренний диаметр труб типа Л из полиэтилена высокой плотности  $D_1 = 104,6$  мм. Необходима труба типа Л условного прохода  $D_y = 100$  мм (труба 2,5—100 ПВП-1 МРТУ 6 № 05-917-63).

Скорость воды по формуле (III) будет

$$v = \frac{4 \cdot 0,004}{3,14 (0,1046)^2} = 0,487 \text{ м/сек.}$$

**Пример 2.** Дано: трубы поливинилхлоридные типа Л, условного прохода  $D_y = 100$  мм,  $Q=2,8$  л/сек. Найти  $i$  и  $v$ .

По сортаменту (приложение 5) находим  $D_1 = 110 - 2 \cdot 3,2 = 103,6$  мм.

По формуле (2)

$$i = 0,00025 \frac{2,8^{1,774}}{1,036^{4,774}} = 0,00133,$$

а из формулы (III)

$$v = \frac{4 \cdot 0,0028}{3,14 (0,1036)^2} = 0,344 \text{ м/сек.}$$

**Пример 3.** Дано  $Q = 2,0$  л/сек,  $i = 0,003$ . Найти диаметр поливинилхлоридных гофрированных труб  $D_y$  и  $v$ .

По таблице 1 для гофрированных труб  $k = 0,2267$ ,  $\alpha = 0,375$ ,  $\beta = 0,185$ .

По формуле (II) находим

$$D = 0,2267 \frac{2,0^{0,375}}{0,003^{0,185}} = 0,8612 \text{ дм.}$$

Принимаем ближний по сортаменту диаметр (табл. 4)  $D_y = 90$  мм ( $D_1 = 0,0918$  м)

$$v = \frac{4 \cdot 0,002}{3,14 (0,0918)^2} = 0,302 \text{ м/сек.}$$

### 3. ПРИМЕРЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ПЛАСТМАССОВЫХ ДРЕНАЖНЫХ ТРУБ ПО НОМОГРАММАМ

**Пример 1.** Дано: площадь водосбора  $F = 8,3$  га, модуль дренажного стока  $q = 0,5$  л/сек · га, уклон коллектора  $I = 0,0025$ , трубы полиэтиленовые типа Л из ПВП. Найти диаметр трубы  $D_y$  и скорость течения воды  $v$  при полном заполнении.

На левой горизонтальной шкале площадей водосбора (рис. 1) находим  $F = 8,3$  га. От этой точки движемся по вертикали вверх до пересечения с наклонной линией модуля стока  $q = 0,5$  л/сек · га и далее вправо по горизонтали до пересечения с вертикальной линией уклона  $I = 0,0025$ . Последняя точка находится чуть ниже линии условного диаметра  $D_y = 100$  мм, а также между  $v = 0,4$  и  $v = 0,5$  м/сек. Принимаем  $D_y = 100$  мм и интерполяцией находим  $v = 0,49$  м/сек.

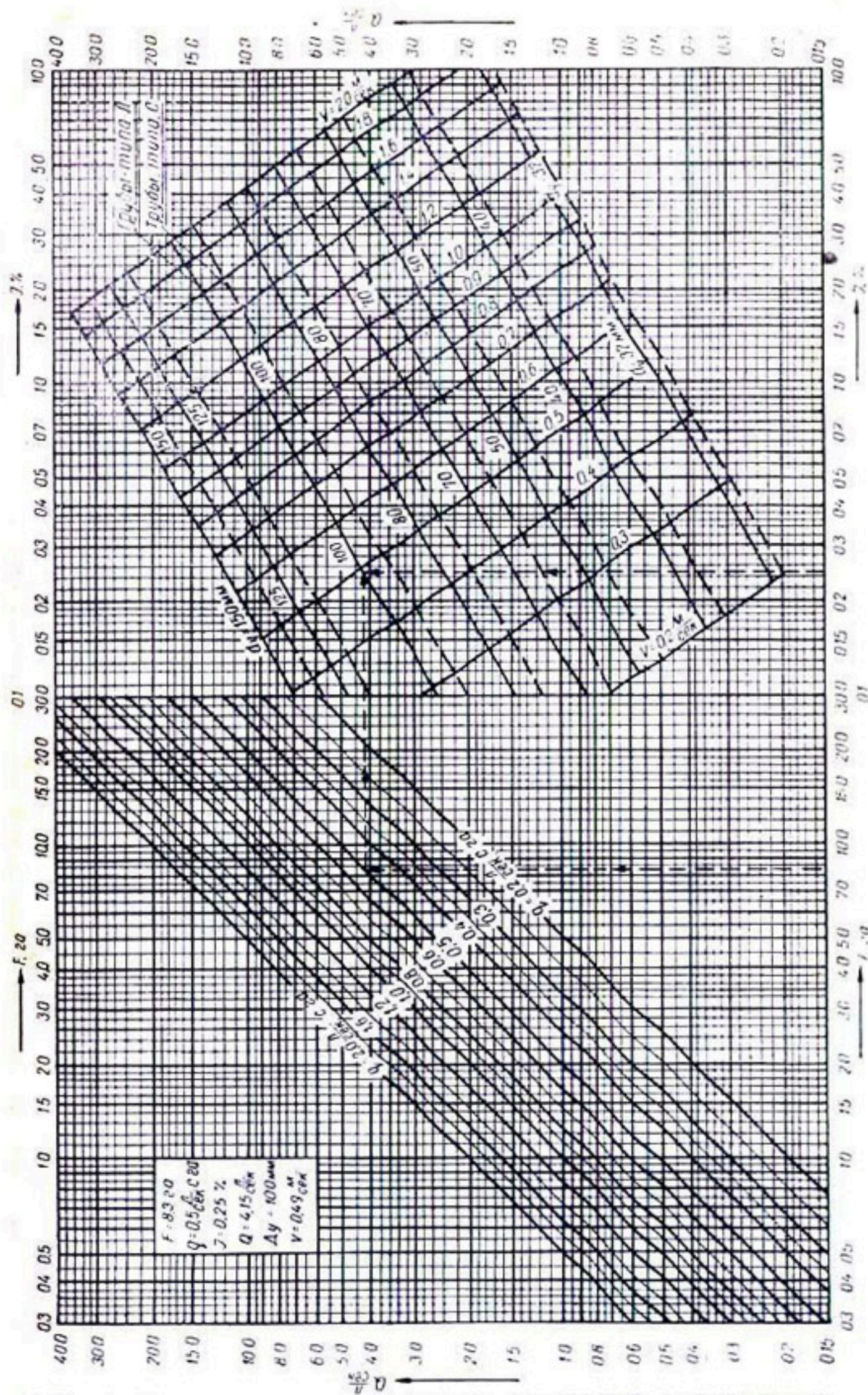


Рис. 1. Номограмма для гидравлического расчета труб полиэтиленовых дренажных коллекторов (ПВП, трубы типа Л и С, пунктирные линии).

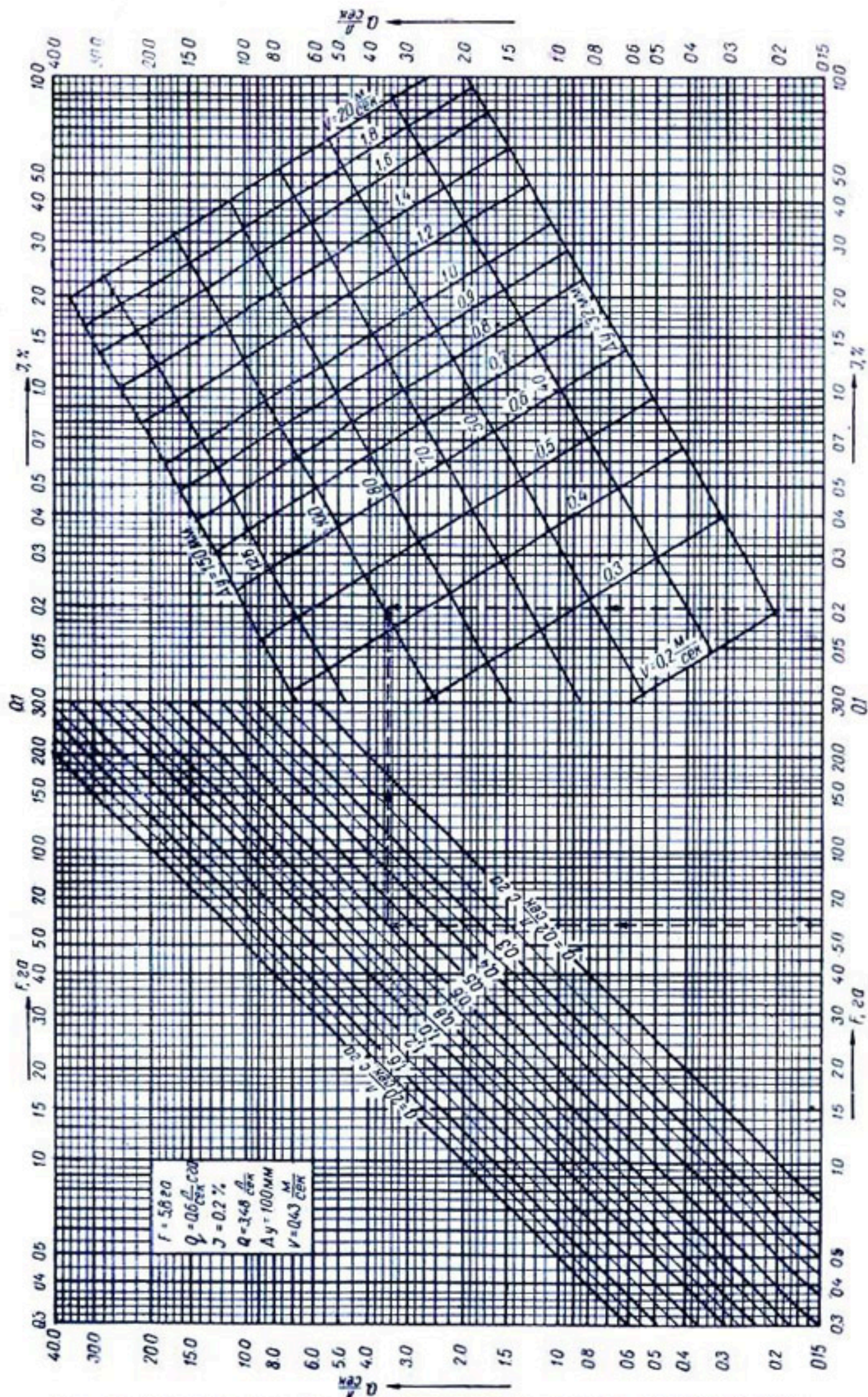


Рис. II. Номограмма для гидравлического расчета поливинилхлоридных труб дренажных коллекторов (трубы типа Л).



**Пример 2.** Дано:  $I=0,002$ ,  $q=0,6$  л/сек·га, трубы коллектора поливинилхлоридные (винипластовые) типа Л условного прохода  $D_y=100$  мм. Найти площадь водосбора  $F$ , с которой могут быть отведены грунтовые воды данным коллектором при заданном модуле стока и уклоне.

На правой горизонтальной шкале уклона (рис. II) находим  $I=0,002$ . От этой точки движемся вверх по вертикали до пересечения с наклонной линией  $D_y=100$  мм и далее влево по горизонтали до пересечения с наклонной линией модуля стока  $q=0,6$  л/сек·га, а затем вниз (вверх) по вертикали до пересечения со шкалой водосборов, где находим  $F=5,8$  га.

**Пример 3.** Дано: дренажный расход  $Q=2,9$  л/сек, минимальная скорость  $v=0,3$  м/сек. Найти диаметр  $D_y$  и уклон  $I$  коллектора из поливинилхлоридных гофрированных труб.

На правой шкале дренажного расхода (рис. III) находим  $Q=2,9$  л/сек. От этой точки движемся влево по горизонтали до пересечения с наклонной линией  $v=0,3$  м/сек и далее вверх по вертикали на шкале уклонов находим  $I=0,00165$ . Пересечению заданного  $Q=2,9$  л/сек и найденному  $I=0,00165$  соответствует наклонная линия  $D_y=100$  мм (рис. III).

Номограмма для гидравлических расчетов полиэтиленовых коллекторов составлена для труб типа Л и типа С (пунктирные линии) из полиэтилена высокой плотности. Номограмма для гидравлических расчетов поливинилхлоридных коллекторов (рис. II) составлена для труб типа Л. Применение в мелиоративном строительстве пластмассовых труб типа С и типа Т не вызывается технической необходимостью (по прочностным характеристикам) и экономически не целесообразно. Также, вследствие более высокой (примерно в 1,5 раза) стоимости не следует применять трубы из полиэтилена низкой плотности.

## Приложение 2

### РАСЧЕТ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ДРЕНАЖНЫХ ТРУБ НА ПРОЧНОСТЬ

**Пример.** Дано: труба типа Л из ПВП  $D_y=100$  мм укладывается на низинном торфянике на глубину  $H_1=1,40$  м. Ширина траншей  $B_{тр}=0,5$  м, объемный вес

грунта  $\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Объемный вес твердого вещества торфа на глубине закладки коллектора  $\delta = 0,14 \text{ г/см}^3$ . Временная нагрузка отсутствует.

1. По сортаменту труб из полиэтилена высокой плотности (приложение 3) находим

$$D_{\text{н}} = 11 \text{ см}, S = 0,27 \text{ см}, H = H_1 - D_{\text{н}} = \\ = 1,40 - 0,11 = 1,29 \text{ м}.$$

2. Определяем внешнюю предельную нагрузку.

В соответствии с заданными условиями прокладки коллектора находим

$$\eta_1 = 0,90 \text{ (по табл. II) ,} \\ \alpha_2 = 0,42,$$

$$\kappa_{\text{тр}} = 0,71 \left( \text{по табл. III для } \frac{H}{B_{\text{тр}}} = \frac{1,29}{0,5} = 2,42 \right) \\ \alpha_1 = 1,10 \text{ (по табл. IV) .}$$

В данном случае

$$\alpha_2 \kappa_{\text{тр}} \left( \frac{B_{\text{тр}}}{D_{\text{н}}} + 1 \right) = 0,42 \cdot 0,71 \left( \frac{0,5}{0,11} + 1 \right) = 1,36 > \alpha_1 = 1,10,$$

Следовательно, расчетная внешняя нагрузка на трубы от давления грунта определяется по формуле (9)

$$P_{\text{тр}} = \gamma H D_{\text{н}} \alpha_1 \eta_1 = 1000 \cdot 1,29 \cdot 0,11 \cdot 1,10 \cdot 0,90 = 140 \text{ кгс/м}.$$

Полная расчетная приведенная нагрузка по формуле (10) будет

$$P = P_{\text{тр}} = 140 \text{ кгс м}.$$

3. По формуле (II) определяем необходимую несущую способность трубы из условия устойчивости круглой формы поперечного сечения

$$P_{\text{кр}} = \frac{P}{100 k_y D_{\text{н}}} = \frac{140}{100 \cdot 0,6 \cdot 11} = 0,213 \text{ кгс/см}^2.$$

4. По формулам (14) и (15) определяем относительную жесткость труб коллектора и окружающего его грунта

$$A = \frac{E_t}{10,773} \left( \frac{S}{r} \right)^3 = \frac{1960}{10,773} \left( \frac{0,27}{5,32} \right)^3 = 0,0237 \text{ кгс/см}^2.$$

По таблице V при длительности эксплуатации 15 лет находим

$$E_t = 1960 \text{ кгс/см}^2,$$

по формуле (16)

$$r = \frac{1}{2} (D_{\text{н}} - S) = \frac{1}{2} (11 - 0,27) = 5,32 \text{ см},$$

$$B = 0,4 E_{\text{гр}} = 0,4 \cdot 1,35 = 0,54 \text{ кгс/см}^2 \text{ (табл. VII).}$$

Число полуволн, образующееся по окружности трубы при потере устойчивости, определяется по формуле (13)

$$n = \sqrt{1 + \sqrt{\frac{B}{A}}} = \sqrt{1 + \sqrt{\frac{0,54}{0,0237}}} = 2,41.$$

Предельная величина внешнего равномерного радиального давления, которую способна выдержать труба заданных размеров, определяется по формуле (12)

$$P'_{\text{кр}} = (n^2 - 1) A + \frac{B}{n^2 - 1} = (2,41^2 - 1) \cdot 0,0237 + \frac{0,54}{2,41^2 - 1} = 0,226 \text{ кгс/см}^2.$$

По формуле (14)

$$P'_{\text{кр}} = 0,226 \text{ кгс/см}^2 > P_{\text{кр}} = 0,213 \text{ кгс/см}^2.$$

Таким образом, устойчивость круговой формы поперечного сечения обеспечивается.

5. Определяем абсолютную величину укорочения вертикального диаметра труб коллектора. Для этого по формуле (19) определяем коэффициент, учитывающий упругое обжатие трубы грунтом

$$\xi = \frac{1}{1 + \frac{B}{9A}} = \frac{1}{1 + \frac{0,54}{9 \cdot 0,0237}} = 0,283.$$

Укорочение вертикального диаметра трубы определяется по формуле (18)

$$\Delta D = \frac{0,125 P \xi}{bA} = \frac{0,125 \cdot 140 \cdot 0,283}{100 \cdot 0,0237} = 2,07 \text{ см.}$$

Относительное укорочение вертикального диаметра по формулам (20) и (21)

$$\frac{\Delta D}{D_{\text{ср}}} = \frac{\Delta D}{D_n - S} = \frac{2,07}{11 - 0,27} = 0,1952 < [\psi] = 0,22.$$

Таким образом, условие жесткости выполняется.

6. Проверяем несущую способность труб коллектора по условию прочности. Для этого по формуле (22) находим

$$P_{\text{пр}} = \frac{P \xi}{m_1} = \frac{140 \cdot 0,283}{0,42} = 95 \text{ кгс/м.}$$

$m_1 = 0,42$  (табл. V).

Определяем по формуле (23) предельную несущую способность заданной трубы

$$P_{\text{пр}}^0 = \frac{100 \sigma_n S^2}{1,908 r} = \frac{100 \cdot 150 \cdot 0,27^2}{1,908 \cdot 5,32} = 109 \text{ кгс/м.}$$

$\sigma_n = 150$  (табл. V)

Следовательно,  $P_{\text{пр}}^0 = 109 \text{ кгс/м} > P_{\text{пр}} = 95 \text{ кгс/м}$ , т. е. условие (24) выполняется.

Если расчеты покажут, что трубы типа Л не удовлетворяют условиям прочности, следует принять трубы типа С.

Таблица II

| Грунт засыпки                                                      | Значение $\eta$ при укладке трубопроводов без всякого уплотнения и разравнивания |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Песок мелкий и пылеватый . . . . .                                 | 0,78                                                                             |
| Песок гравелистый, крупный, средней крупности . . . . .            | 0,82                                                                             |
| Супеси и суглинки пластичной консистенции, торф низинный . . . . . | 0,9                                                                              |
| Супеси и суглинки твердой консистенции                             | 1,0                                                                              |

Таблица III

| $\frac{H}{B_{тр}}$ | Значение $k_{тр}$ для различных грунтов                                           |                                                                             |                                                                       |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                    | пески крупные, средней крупности и мелкие, супесь и суглинок твердой консистенции | суглинки пластичной консистенции, глина твердой консистенции, торф низинный | супесь и суглинок текучей консистенции, глина пластичной консистенции |
| 1,5                | 0,787                                                                             | 0,816                                                                       | 0,842                                                                 |
| 1,6                | 0,778                                                                             | 0,809                                                                       | 0,835                                                                 |
| 1,7                | 0,765                                                                             | 0,790                                                                       | 0,815                                                                 |
| 1,8                | 0,750                                                                             | 0,775                                                                       | 0,800                                                                 |
| 1,9                | 0,735                                                                             | 0,765                                                                       | 0,790                                                                 |
| 2,0                | 0,725                                                                             | 0,750                                                                       | 0,780                                                                 |
| 3,0                | 0,630                                                                             | 0,660                                                                       | 0,690                                                                 |
| 4,0                | 0,555                                                                             | 0,585                                                                       | 0,620                                                                 |
| 5,0                | 0,490                                                                             | 0,520                                                                       | 0,560                                                                 |

Примечание. Величина  $k_{тр}$  для промежуточных значений определяется линейной интерполяцией.

Таблица IV

| Грунты основания                                                                                          | Значение $\alpha_1$ при обычном способе опирания труб |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Глины, суглинки, супеси твердой консистенции                                                              | 1,25                                                  |
| Пески средне- и крупнозернистые, глины, супеси, суглинки пластичной консистенции, торф низинный . . . . . | 1,10                                                  |
| Пески мелкие и пылеватые . . . . .                                                                        | 1,00                                                  |

Таблица V

| Материал труб                          | Коэффициент Пуассона $\mu_f$ | Новые трубы                        | Трубы после эксплуатации    |       |       |        |       |        |       |        |       |
|----------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
|                                        |                              |                                    | $E_f$ , кгс/см <sup>2</sup> | 3 лет |       | 15 лет |       | 25 лет |       | 50 лет |       |
|                                        |                              | $\sigma_{п}$ , кгс/см <sup>2</sup> |                             | $m_1$ | $E_f$ | $m_1$  | $E_f$ | $m_1$  | $E_f$ | $m_1$  | $E_f$ |
| Полиэтилен высокой плотности . . . . . | 0,32                         | 150                                | 5000                        | 0,47  | 2060  | 0,42   | 1960  | 0,37   | 1900  | 0,33   | 1850  |
| Полиэтилен низкой плотности            | 0,32                         | 70                                 | 1500                        | 0,63  | 610   | 0,51   | 580   | 0,46   | 570   | 0,36   | 550   |

Таблица VI

| Грунты засыпки                        | Значения $E_{гр}$ , кгс/см <sup>2</sup> |
|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| Пески крупные и средней крупности . . | 170                                     |
| Пески мелкие . . . . .                | 100                                     |
| Пески пылеватые . . . . .             | 90                                      |
| Супеси и суглинки . . . . .           | 60                                      |
| Глины . . . . .                       | 40                                      |

Таблица VII

| Объемный вес твердого вещества торфа $\delta$ , г/см <sup>3</sup> | Модуль деформации низинного торфа $E_{гр}$ , кгс/см <sup>2</sup> |       |        |        |        |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------|--------|--------|--------|
|                                                                   | 1 год                                                            | 5 лет | 10 лет | 15 лет | 25 лет |
| 0,10                                                              | 2,35                                                             | 1,35  | 0,86   | 0,67   | 0,46   |
| 0,12                                                              | 3,45                                                             | 1,97  | 1,30   | 0,98   | 0,67   |
| 0,14                                                              | 4,73                                                             | 2,71  | 1,75   | 1,35   | 0,92   |
| 0,16                                                              | 6,23                                                             | 3,57  | 2,20   | 1,78   | 1,21   |
| 0,18                                                              | 8,01                                                             | 4,59  | 3,00   | 2,28   | 1,56   |



|     |     |      |     |      |      |       |      |      |      |        |      |      |      |       |
|-----|-----|------|-----|------|------|-------|------|------|------|--------|------|------|------|-------|
| 100 | 110 | +3,5 | 2,7 | +0,5 | 0,96 | 13—40 | 6,3  | +0,9 | 2,12 | 27—00  | 10,0 | -1,2 | 3,19 | 40—00 |
| 125 | 140 | +4,4 | 3,5 | +0,6 | 1,57 | 22—40 | 8,0  | +1,0 | 3,39 | 41—00  | 12,8 | +1,5 | 5,19 | 62—40 |
| 150 | 160 | +5,0 | 4,0 | +0,6 | 2,03 | 24—60 | 9,1  | +1,1 | 4,42 | 53—00  | 14,6 | +1,7 | 6,77 | 80—00 |
| 175 | 200 | +6,2 | 5,0 | +0,7 | 3,16 | 38—60 | 11,4 | +1,4 | 6,80 | 80—00  | —    | —    | —    | —     |
| 200 | 225 | +7,0 | 5,5 | +0,8 | 3,93 | 46—00 | 12,8 | +1,5 | 8,40 | 100—00 | —    | —    | —    | —     |
| 225 | 250 | +7,7 | 6,1 | +0,8 | 4,80 | 57—00 | 14,2 | +1,6 | 10,5 | 126—00 | —    | —    | —    | —     |
| 250 | 280 | +8,6 | 6,9 | +0,9 | 6,05 | 72—00 | —    | —    | —    | —      | —    | —    | —    | —     |
| 300 | 315 | +9,7 | 7,7 | +1,0 | 7,62 | 89—00 | —    | —    | —    | —      | —    | —    | —    | —     |

Примечание. Пример обозначения трубы из полиэтилена высокой плотности с условным давлением  $P_y = 2,5 \text{ кгс/см}^2$  и условным проходом  $D_y = 100 \text{ мм}$ , изготовленной из полиэтилена высокой плотности I рецептуры: труба 2,5 — 100 ПВП-1 МРТУ 6 № 05-917-63.

Трубы, расположенные выше черты, поставляются свернутыми в бухты, остальные — прямыми отрезками 6—8 м длины.

## Сортамент труб из полиэтилена низкой плотности (высокого давления) по МРТУ 6 № 05-918-63

| Условный проход<br>$D_y$ , мм | Наружный диаметр $D_n$ , мм |                 | Тип Л, условное давление $P_y = 2,5 \text{ кгс/см}^2$ |                 |                      | Тип С, условное давление $P_y = 6 \text{ кгс/см}^2$ |                 |                      | Тип Т, условное давление $P_y = 10 \text{ кгс/см}^2$ |                 |                     |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------|-----------------|----------------------|-----------------------------------------------------|-----------------|----------------------|------------------------------------------------------|-----------------|---------------------|
|                               | Номинал                     | Допуск, отклон. | Толщина стенки $S$ , мм                               |                 | Цена 10 пог. м, руб. | Толщина стенки $S$ , мм                             |                 | Цена 10 пог. м, руб. | Толщина стенки $S$ , мм                              |                 | Цена 1 пог. м, руб. |
|                               |                             |                 | Номинал                                               | Допуск, отклон. |                      | Номинал                                             | Допуск, отклон. |                      | Номинал                                              | Допуск, отклон. |                     |
| 6                             | 10                          | +0,5            | —                                                     | —               | —                    | 1,6                                                 | -0,4            | 0,04                 | 2,0                                                  | +0,5            | 0,05                |
| 8                             | 12                          | +0,6            | —                                                     | —               | —                    | 1,6                                                 | +0,4            | 0,06                 | 2,0                                                  | +0,5            | 0,07                |
| 10                            | 16                          | +0,7            | 1,6                                                   | +0,4            | 1—80                 | 1,8                                                 | +0,5            | 0,09                 | 2,8                                                  | +0,5            | 0,12                |
| 15                            | 20                          | +0,8            | 1,6                                                   | +0,4            | 2—15                 | 2,3                                                 | +0,5            | 0,13                 | 3,5                                                  | +0,7            | 0,18                |
| 20                            | 25                          | +1,0            | 1,6                                                   | +0,4            | 2—30                 | 2,8                                                 | +0,6            | 0,20                 | 4,3                                                  | +0,8            | 0,28                |
| 25                            | 32                          | +1,2            | 1,8                                                   | +0,5            | 2—80                 | 3,5                                                 | +0,7            | 0,32                 | 5,3                                                  | +1,0            | 0,45                |
| 32                            | 40                          | +1,4            | 2,0                                                   | +0,5            | 3—50                 | 4,3                                                 | +0,8            | 0,49                 | 6,8                                                  | +1,2            | 0,72                |
| 40                            | 50                          | +1,7            | 2,5                                                   | +0,6            | 4—80                 | 5,3                                                 | +1,0            | 0,75                 | 8,5                                                  | +1,5            | 1,12                |
| 50                            | 63                          | +2,1            | 3,0                                                   | +0,7            | 7—20                 | 6,8                                                 | +1,2            | 1,22                 | 10,5                                                 | +1,8            | 1,80                |
| 70                            | 75                          | +2,5            | 3,5                                                   | +0,7            | 9—60                 | 8,0                                                 | +1,4            | 1,70                 | —                                                    | —               | —                   |
| 80                            | 90                          | +2,9            | 4,3                                                   | +0,9            | 14—40                | 9,5                                                 | +1,5            | 2,34                 | —                                                    | —               | —                   |
| 100                           | 110                         | +3,5            | 5,3                                                   | +1,0            | 20—80                | 12,0                                                | +2,0            | 3,72                 | —                                                    | —               | —                   |
| 125                           | 140                         | +4,4            | 6,8                                                   | +1,2            | 34—60                | —                                                   | —               | —                    | —                                                    | —               | —                   |
| 150                           | 160                         | +5,0            | 7,5                                                   | +1,3            | 43—20                | —                                                   | —               | —                    | —                                                    | —               | —                   |

Примечание. Пример обозначения трубы из полиэтилена низкой плотности с условным давлением  $P_y = 2,5 \text{ кгс/см}^2$  и условным проходом  $D_y = 40 \text{ мм}$ : труба 2,5-40 ПНП МРТУ 6 № 05-918-63. Трубы, расположенные выше черты, поставляются свернутыми в бухты, остальные — прямыми отрезками 6—8 м длины.

**Сортамент труб бесшовных из твердого поливинилхлорида (винипласта) по  
нормали машиностроения МН 1427—61**

| Условный проход<br>$D_y$ , мм | Наружный диаметр $D_H$ , мм |                    | Тип Л, условное давление<br>$P_y = 2,5 \text{ кгс/см}^2$ |                    |                     | Тип С, условное давление<br>$P_y = 6 \text{ кгс/см}^2$ |                    |                     | Тип Т, условное давление<br>$P_y = 10 \text{ кгс/см}^2$ |                    |                     |
|-------------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|
|                               | номинал                     | допуск,<br>отклон. | Толщина стенки S, мм                                     |                    | Вес<br>1 пог. м, кг | Толщина стенки S, мм                                   |                    | Вес<br>1 пог. м, кг | Толщина стенки S, мм                                    |                    | Вес<br>1 пог. м, кг |
|                               |                             |                    | номинал                                                  | допуск,<br>отклон. |                     | номинал                                                | допуск,<br>отклон. |                     | номинал                                                 | допуск,<br>отклон. |                     |
| 6                             | 10                          | +0,5               | —                                                        | —                  | —                   | —                                                      | —                  | —                   | 1,6                                                     | +0,4               | 0,067               |
| 8                             | 12                          | +0,5               | —                                                        | —                  | —                   | —                                                      | —                  | —                   | 1,8                                                     | +0,4               | 0,090               |
| 10                            | 16                          | +0,6               | —                                                        | —                  | —                   | —                                                      | —                  | —                   | 1,8                                                     | +0,4               | 0,126               |
| 15                            | 20                          | +0,6               | 1,6                                                      | +0,4               | 0,146               | 1,8                                                    | +0,4               | 0,160               | 2,0                                                     | +0,4               | 0,175               |
| 20                            | 25                          | +0,7               | 1,6                                                      | +0,4               | 0,186               | 1,8                                                    | +0,4               | 0,205               | 2,0                                                     | +0,4               | 0,224               |
| 25                            | 32                          | +0,8               | 1,8                                                      | +0,4               | 0,267               | 2,0                                                    | +0,4               | 0,292               | 2,5                                                     | +0,5               | 0,359               |
| 32                            | 40                          | +0,9               | 1,8                                                      | +0,4               | 0,339               | 2,0                                                    | +0,4               | 0,370               | 3,1                                                     | +0,5               | 0,546               |
| 40                            | 50                          | +1,1               | 2,0                                                      | +0,4               | 0,468               | 2,4                                                    | +0,5               | 0,557               | 3,9                                                     | +0,6               | 0,856               |
| 50                            | 63                          | +1,3               | 2,2                                                      | +0,4               | 0,647               | 3,0                                                    | +0,5               | 0,863               | 4,9                                                     | +0,7               | 1,350               |
| 70                            | 75                          | +1,5               | 2,5                                                      | +0,5               | 0,883               | 3,6                                                    | +0,6               | 1,230               | 5,8                                                     | +0,8               | 1,900               |
| 80                            | 90                          | +1,7               | 2,8                                                      | +0,5               | 1,180               | 4,3                                                    | +0,7               | 1,760               | 7,0                                                     | +0,9               | 2,730               |
| 100                           | 110                         | +2,0               | 3,2                                                      | +0,5               | 1,630               | 5,3                                                    | +0,8               | 2,640               | 8,5                                                     | +1,1               | 4,060               |
| 125                           | 140                         | +2,4               | 4,0                                                      | +0,6               | 2,590               | 6,7                                                    | +0,9               | 4,210               | 10,8                                                    | +1,3               | 6,540               |
| 150                           | 160                         | +2,7               | 4,0                                                      | +0,6               | 2,960               | 7,7                                                    | +1,0               | 5,540               | 12,4                                                    | +1,5               | 8,570               |

Характеристики некоторых пластмассовых дренажных труб

| Марки труб,<br>страна   | Материал        | Форма<br>стенок | Диаметр,<br>мм |          | Толщина<br>стенок, мм | Число рядов<br>прорезей | Размеры<br>прорезей, мм | Число<br>прорезей<br>на 1 пог.<br>м | Входная площадь<br>см <sup>2</sup> /пог. м | Длина<br>труб, м | Примечание        |
|-------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|------------------|-------------------|
|                         |                 |                 | наружн.        | внутрен. |                       |                         |                         |                                     |                                            |                  |                   |
| «Вафин»,<br>Голландия   | ПВХ             | Гладкие         | 40             | 38,4     | 0,8                   | 4                       | 0,6×25                  | 60                                  | 9                                          | 5—6              | С растру-<br>баны |
| «Ангер» ФРГ,<br>Австрия | »               | »               | 40             | 37,0     | 1,5                   | 4                       | (0,4—1,0)×<br>×20       | 80                                  | 6—16                                       | »                | Отрезками         |
| «СБФ» ФРГ,              | »               | Гоф-<br>риров.  | 30             | 26,0     | 0,6                   | 2                       | 0,6×1,5                 | 520                                 | 5                                          | 100—250          | В бухтах          |
| «СБФ» ФРГ,              | »               | »               | 50             | 45,0     | 0,8                   | 3                       | (0,3—0,5)×<br>×2,5      | 480                                 | 4—7                                        | »                | »                 |
| «Эгепласт»<br>ФРГ       | Полиэти-<br>лен | Гладкие         | 40             | 37,0     | 1,5                   | 16                      | 0,5×3,0                 | 1600                                | 24                                         | »                | »                 |
| «Лэндкоил»<br>Англия    | »               | »               | 55,8           | 50,8     | 2,5                   | 16                      | 0,8×3,0                 | 1600                                | 24                                         | 200              | »                 |
| Полиэтилен,<br>СССР     | »               | »               | 41             | 37       | 2,0                   | 2                       | (0,5—1,0)×<br>×25       | 36                                  | 5—9                                        | 100—250          | »                 |

| »                        | »              | » | » | 41   | 37,4 | 1,8     | 6   | $(0,5-1,0) \times$<br>$\times 25$          | 80      | 10-20   | »    | »                        |
|--------------------------|----------------|---|---|------|------|---------|-----|--------------------------------------------|---------|---------|------|--------------------------|
| «Моля» СССР,<br>ГДР, США | Вини-<br>пласт | » | » | 50   | 48,2 | 0,6-0,9 | 1   | Щели<br>в замке                            | —       | 9       | —    | Из непре-<br>рывных лент |
| «Строчка»,<br>СССР       | »              | » | » | 49,8 | 48,0 | 0,5-0,9 | 2-3 | $1,35 \times 4$                            | 180-270 | 10-14   | —    | »                        |
| Гончарные                | Глина          | » | » | 70   | 50   | 10      | —   | От $0,6 \times 157$<br>до $1,5 \times 157$ | 3       | 2,8-7,0 | 0,33 | —                        |

Примечание. Известны дренажные пластмассовые трубы и других конструкций. Например, гофрированные трубы, выпускаемые в Англии и Финляндии, несколько отличаются от приведенных в таблице.

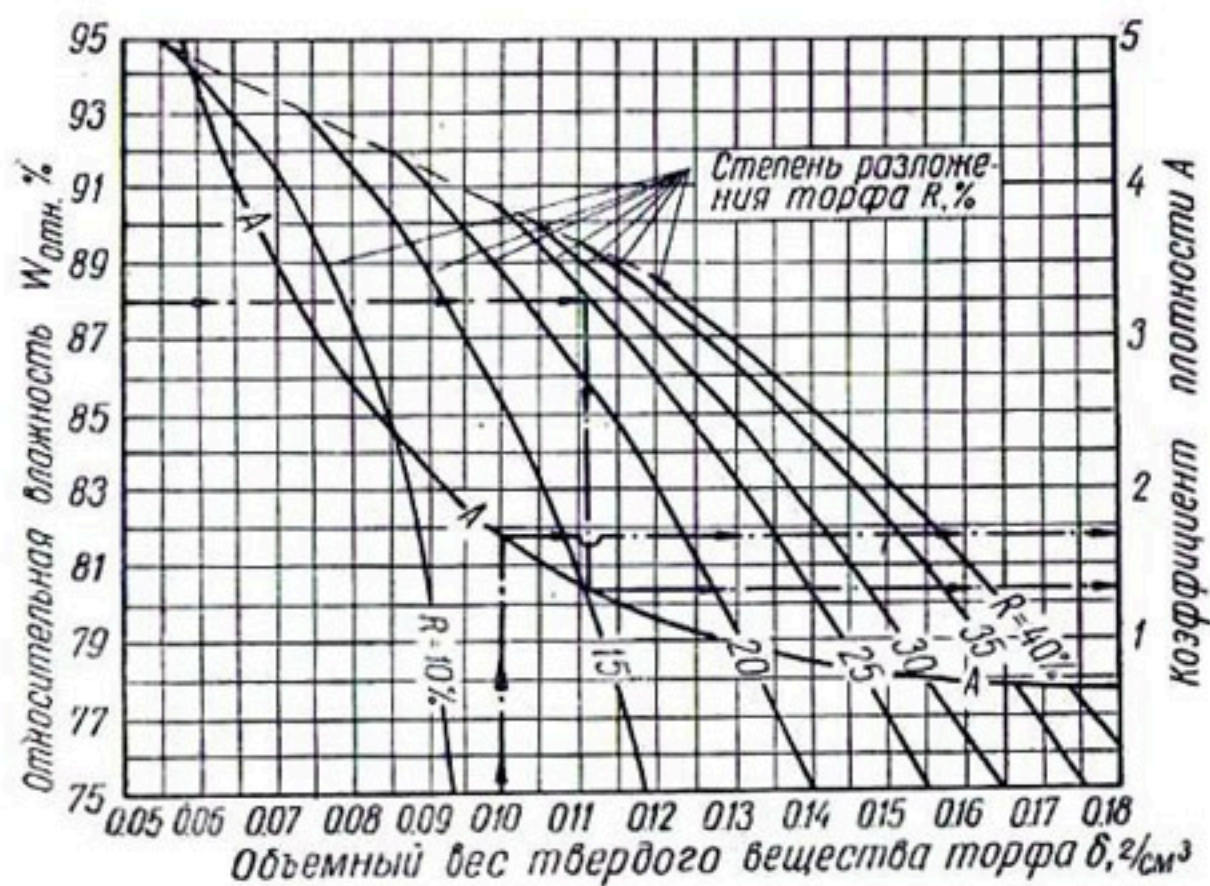
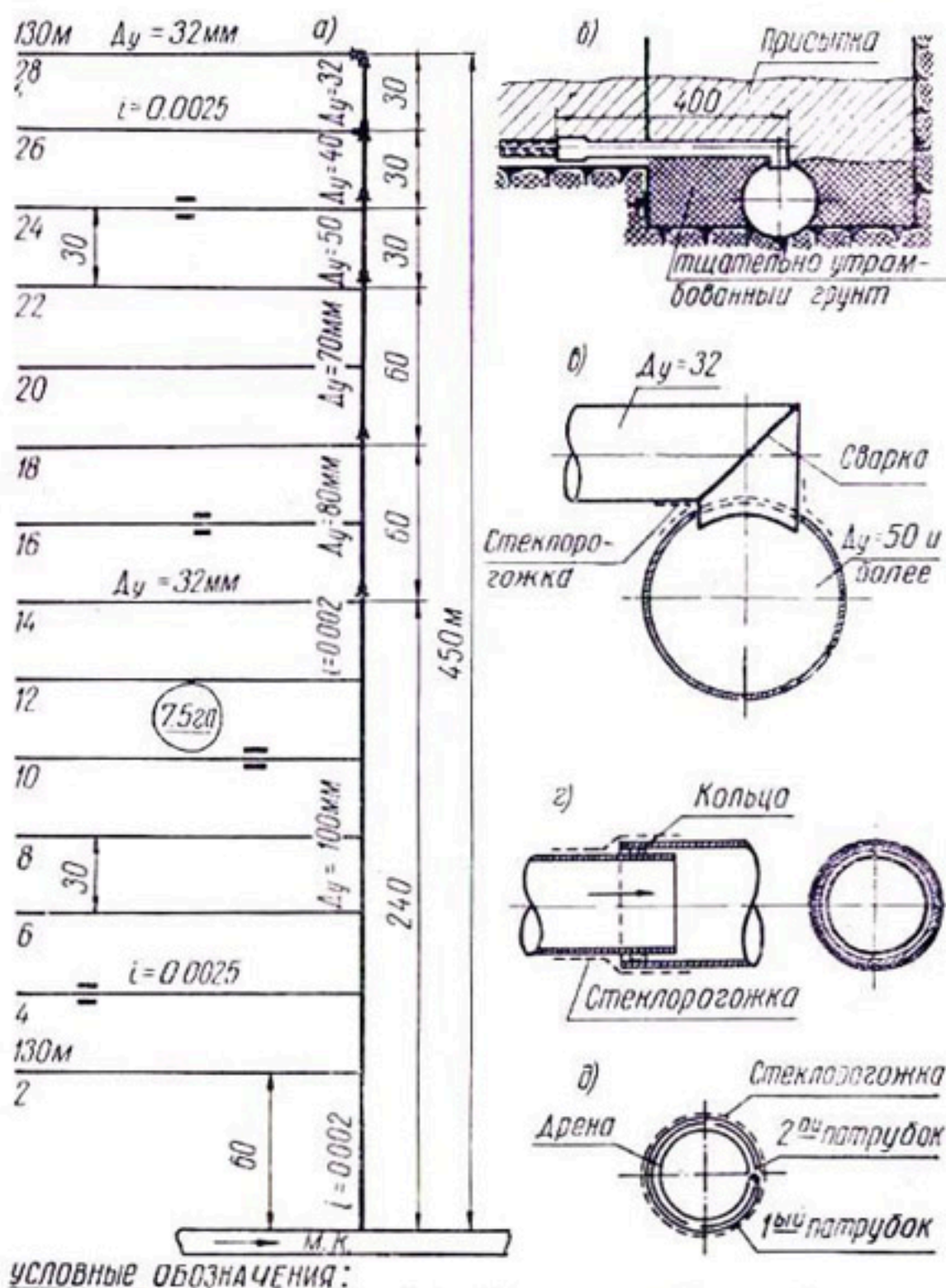


Рис. IV. Номограмма для определения коэффициента плотности торфа  $A$  при расчете осадки.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- Уголок из труб  $D_y=32$  мм с раструбами на обоих концах
- Тройник из труб  $D_y=40$  мм с раструбом на одном-конце.
- Места перехода от меньшего диаметра к большему.
- Места наращивания дрен-осушителей (условно)

Рис. V. Схема расположения дренажной сети и ее сочленений:

*а* — примерная схема расположения дренажа из полиэтиленовых труб (на торфе); *б* — схема подсоединения дрены к коллектору; *в* — место входа уголка с раструбом в коллектор; *г* — переход от меньшего диаметра коллектора к большему; *д* — разрез по месту наращивания дренаж-осушителей.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                | Стр. |
|--------------------------------------------------------------------------------|------|
| I. Общие сведения о пластмассах и пластмассовых трубах                         | 5    |
| 1. Полиэтилен и его свойства                                                   | —    |
| 2. Поливинилхлорид (винипласт) и его свойства                                  | 7    |
| 3. Сортаменты пластмассовых труб                                               | —    |
| 4. Свойства пластмассовых труб                                                 | 8    |
| II. Конструкции пластмассовых дренажных труб                                   | 10   |
| III. Проектирование пластмассового дренажа                                     | 13   |
| 1. Основные положения                                                          | —    |
| 2. Диаметры труб                                                               | 16   |
| 3. Расчет полиэтиленовых труб на прочность                                     | 18   |
| IV. Строительство пластмассового дренажа                                       | 24   |
| 1. Общие положения                                                             | —    |
| 2. Особенности строительства пластмассового дренажа                            | 29   |
| V. Защита пластмассового дренажа от заиливания                                 | 30   |
| VI. Арматура полиэтиленового дренажа и технология ее изготовления              | 33   |
| 1. Конструкции дренажной арматуры                                              | —    |
| 2. Технология изготовления дренажной арматуры                                  | 36   |
| VII. Приемка, транспортировка и хранение пластмассовых дренажных труб          | 41   |
| VIII. Приложения                                                               | 42   |
| <i>Приложение 1.</i>                                                           |      |
| 1. Гидравлический расчет дренажных труб                                        | —    |
| 2. Примеры гидравлического расчета пластмассовых дренажных труб                | 43   |
| 3. Примеры гидравлического расчета пластмассовых дренажных труб по номограммам | 44   |
| <i>Приложение 2.</i>                                                           |      |
| Расчет полиэтиленовых дренажных труб на прочность                              | 48   |
| <i>Приложение 3.</i>                                                           |      |
| Сортамент труб из полиэтилена высокой плотности                                | 54   |
| <i>Приложение 4.</i>                                                           |      |
| Сортамент труб из полиэтилена низкой плотности                                 | 56   |

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Приложение 5.</i>                                                        |    |
| Сортамент труб бесшовных из твердого поливинилхлорида . . . . .             | 57 |
| <i>Приложение 6.</i>                                                        |    |
| Характеристики некоторых пластмассовых дренажных труб . . . . .             | 58 |
| <i>Приложение 7.</i>                                                        |    |
| Номограмма для определения коэффициента плотности торфа (рис. IV) . . . . . | 60 |
| <i>Приложение 8.</i>                                                        |    |
| Схема расположения дренажной сети и ее соединений (рис. V) . . . . .        | 61 |