ГОССТРОЙ СССР

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО СТРОИТЕЛЬНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРЕДПРИЯТИЙ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Всесоюзный проектный и научно-исследовательский институт промышленного транспорта

ПРОМТРАНСНИИПРОЕКТ

# РУКОВОДСТВО

## ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА И ПОВЕРХНОСТНОГО ВОДООТВОДА ЖЕЛЕЗНЫХ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Выпуск 4110

Москва 1977

gost.e-ecolog.ru

ГОССТРОЙ СССР

Главное управление по строительному проектированию
предприятий, зданий и сооружений

Всесоюзный проектный и научно-исследовательский
институт промышленного транспорта

ПРОМТРАНСНИИПРОЕКТ

# Р У К О В О Д С Т В О

## ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА И ПОВЕРХНОСТНОГО ВОДООТВОДА ЖЕЛЕЗНЫХ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Выпуск 4110

Вводится в действие
с I апреля 1977г.
приказом по институту
№ 410
от 21 декабря 1976г.

Москва 1977

.114:625.735

© Всесоюзный проектный и научно-исследовательский институт промышленного транспорта (Промтрансниипроект) Госстроя СССР 1977.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

"Руководство по проектированию земляного полотна и поверхностного водоотвода железных и автомобильных дорог промышленных предприятий" разрабатывается в развитие главы СНиП II-46-75 "Промышленный транспорт", главы СНиП II-39-75 "Железные дороги колеи 1520 мм" и раздела "Внутренние автомобильные дороги промышленных предприятий" главы II-Д.5-72 (II-42) "Автомобильные дороги".

В Руководстве изложены особенности проектирования земляного полотна железнодорожных путей и автомобильных дорог на территориях промышленных предприятий, а также на других застроенных или планируемых территориях; приведены основные нормативные и справочные материалы, необходимые при проектировании земляного полотна, а также характерные схемы поперечных профилей земляного полотна и водоотводов.

При проектировании внешних подъездных железнодорожных путей и автомобильных дорог на непланируемых и незастроенных территориях следует руководствоваться пособиями и типовыми проектами, разработанными организациями Минтрансстроя СССР и других ведомств для проектирования железных и автомобильных дорог общей сети.

При разработке Руководства использованы "Указания по проектированию земляного полотна железных и автомобильных дорог" (СН 449-72); "Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов" (СНиП II-60-75) и другие нормативные документы, утвержденные или согласованные Госстроем СССР.

С введением в действие настоящего Руководства выпуск Промтрансниипроекта № 3109 "Типовые решения земляного полотна и поверхностного водоотвода железных и автомобильных дорог промышленных предприятий" отменяется.

Замечания по Руководству и предложения просим направлять по адресу: 117331, Москва, В-331, пр. Вернадского, 29. Промтрансниипроект, технический отдел.

Главный инженер института С.Д.Чубаров

Зам.начальника технического отдела А.А.Волнин

Главный специалист П.И.Зарубин

## I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В Руководстве изложены особенности проектирования земляного полотна железных и автомобильных дорог, расположенных на территориях промышленных предприятий, на застроенных территориях вне промышленного предприятия, а также особенности проектирования земляного полотна постоянных дорог на открытых горных разработках и дорог городского типа, соединяющих селитебные территории с промышленными предприятиями.

Земляное полотно в рассматриваемых случаях, как правило, сооружается в отметках планировки, а тип поперечного профиля земляного полотна полностью подчиняется условиям технологии производства, условиям благоустройства и установленной для данной территории системы водоотвода. Вследствие этого не всегда представляется возможным проектировать земляное полотно в соответствиями с требованиями СНиП в отношении возвышения бровки земляного полотна или низа дорожной одежды над уровнем грунтовых вод или длительно стоящих поверхностных вод, а также в части проектирования железнодорожных путей преимущественно с открытым балластным слоем.

В ряде случаев, главным образом при глинистых грунтах, при относительно глубоком залегании грунтовых вод, когда для строительства промышленных сооружений не требуется понижения их уровня, верхние слои земляного полотна железных и автомобильных дорог могут оказаться в зоне капиллярного увлажнения, снижающего несущую способность основной площадки земляного полотна и приводящего к образованию балластных корыт и пучинообразованию. Неблагоприятные в этом отношении условия могут создаться также вследствие увлажнения грунтов, слагающих площадку промышленного предприятия производственными водами, при утечке их из разного рода подземных коммуникаций.

Необходимо учитывать также и то, что водоотводные устройства железных и автомобильных дорог (кюветы и лотки проезжей части) обычно используются для сбора и отвода воды, поступающей с прилегающей территории.

В связи с этим при проектировании земляного полотна автомобильных и железных дорог на территориях промышленных предприятий следует особое внимание обращать на наличие возможных источников увлажнения земляного полотна и при необходимости проектировать мероприятия, обеспечивающие его защиту от переувлажнения. К таким мероприятиям относятся: понижение уровня грунтовых вод дренажными устройствами; устройство морозозащитных слоев из материалов, существенно не изменяющих объема при замерзании во влажном состоянии; устройство изолирующих водонепроницаемых прослоек; замена пучинистого грунта верхней части земляного полотна; организация стока производственных и поверхностных вод.

Все перечисленные мероприятия следует решать в комплексе с проектированием вертикальной планировки площадки промышленного предприятия и принимать на основании технико-экономического сравнения вариантов намечаемых решений.

Так как конфигурация земляного полотна железнодорожных путей с заглубленным балластным слоем и автомобильных дорог зависит от толщины балластного слоя, толщины дорожной одежды и типа осушения корыта, его следует проектировать совместно с верхним строением и дорожной одеждой.

При проектировании земляного полотна следует учитывать условия увлажнения, состояние и свойства грунтов, а также местные природные условия в соответствии с делением территории СССР на дорожно-климатические зоны, показанные на рис.I.

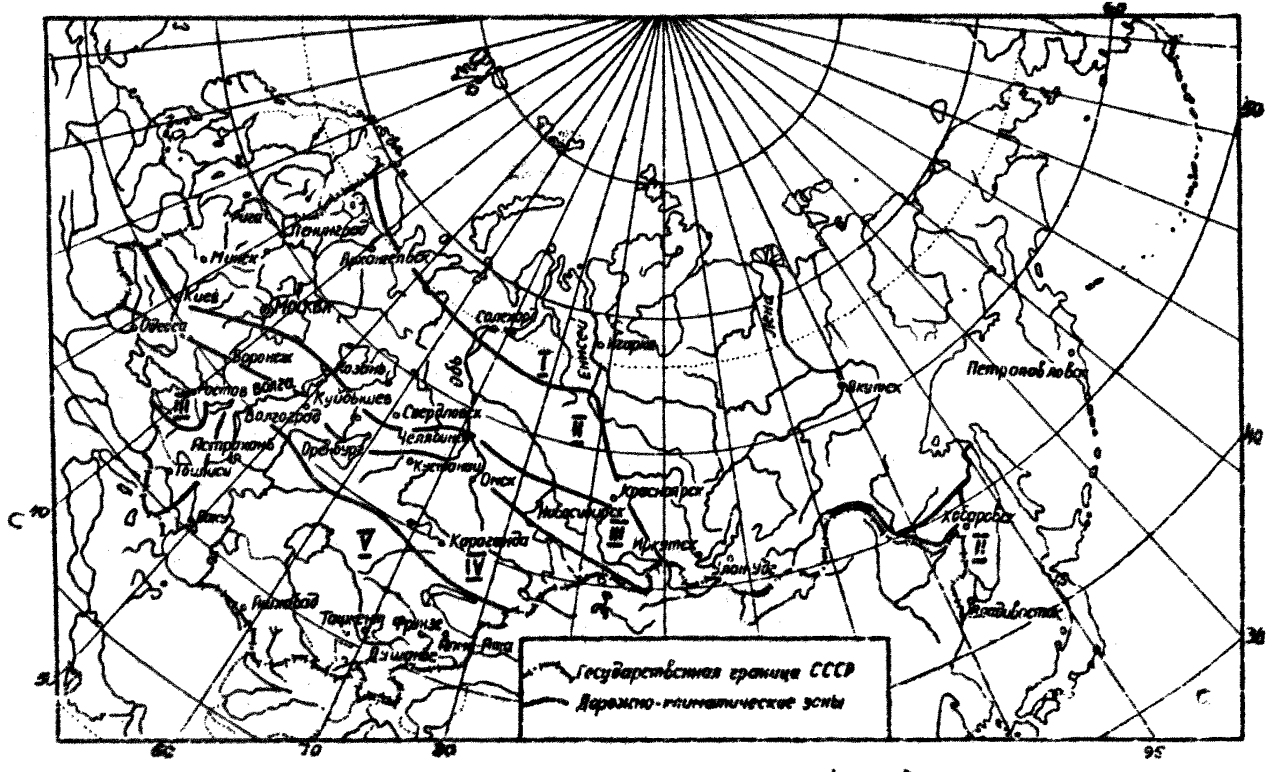



Рис. 1. Дорожно-климатическое районирование СССР.

Примечание. Черноморское побережье и предкавказские степи, за исключением Кубани и западной части северного Кавказа, относятся к IV зоне; горные области выше 1000 м., а также новоосвоенные районы могут относиться к той или иной зоне в зависимости от конкретных местных природных условий, учитываемых в каждом случае отдельно.

## 2. КЛАССИФИКАЦИЯ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТОВ

Классификация нескальных грунтов, характеризуемая их гранулометрическим составом, представлена в табл.I.

Таблица I

| Вид грунта | Число пластичности, $J_p$ | Разновидность грунта | Размер определяющих фракций, мм | Содержание определяющих фракций, в % от массы воздушно-сухого грунта |
|---|---|---|---|---|
| Крупнообломочный | – | Валунный (глыбовый) | Крупнее 200 | Более 50 |
| | | Галечниковый (щебенистый) | Крупнее 10 | " 50 |
| | | Гравийный (дресвяный) | " 2 | " 50 |
| Песчаный | $J_p < 0,01$ | Песок гравелистый | Крупнее 2 | Более 25 |
| | | Песок крупный | " 0,5 | " 50 |
| | | Песок средней крупности | " 0,25 | " 50 |
| | | Песок мелкий | " 0,1 | " 74 |
| | | Песок пылеватый | " 0,1 | Менее 75 |
| Глинистые | Супесь $0,01 \leq J_p \leq 0,07$ | Легкая крупная | 2-0,25 | Более 50 |
| | | Легкая | 2-0,05 | " 50 |
| | | Пылеватая | 2-0,05 | 20-50 |
| | | Тяжелая пылеватая | 2-0,05 | Менее 20 |
| | Суглинок $0,07 < J_p \leq 0,17$ | Легкий | 2-0,05 | Более 40 |
| | | Легкий пылеватый | 2-0,05 | Менее 40 |

Продолжение табл.I

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Суглинок | $0,07 < J_p \leq 0,17$ | Тяжелый | 2–0,05 | Более 40 |
| | | | Тяжелый пылеватый | 2–0,05 | Менее 40 |
| | Глина | $J_p > 0,17$ | Песчанистая | 2–0,05 | Более 40 |
| | | | Пылеватая | Меньше, чем пылеватых (0,05–0,005) | |
| | | | Жирная | Не нормируется | |

Примечания к табл.I: I. $J_p$ – число пластичности равное $W_L - W_p$, где $W_L$ – влажность на границе текучести по ГОСТ 5184-64; $W_p$ – влажность на границе раскатывания по ГОСТ 5183-64.

2. Число пластичности является основным показателем, по которому, при несоответствии наименования с другими показателями, устанавливается разновидность грунта.

3. При содержании в глинистом грунте 25-50% (по массе) частиц крупнее 2мм к наименованию грунта добавляется: "гравелистый" или "щебенистый", в зависимости от степени окатанности этих частиц. При меньшем содержании таких частиц (15-25%) к наименованию грунта добавляется: "со щебнем", "с гравием" и т.д.

Глинистые грунты (супеси, суглинки, глины) разделяются в зависимости от величины показателя консистенции:

| Глинистые грунты | Показатель консистенции $J_L$ |
|---|---|
| СУПЕСИ: | |
| твердые | $J_L < 0$ |
| пластичные | $0 \leq J_L \leq 1$ |
| текучие | $J_L > 1$ |
| СУГЛИНКИ И ГЛИНЫ: | |
| твердые | $J_L < 0$ |
| полутвердые | $0 \leq J_L \leq 0,25$ |
| тугопластичные | $0,25 < J_L \leq 0,50$ |
| мягкопластичные | $0,50 < J_L \leq 0,75$ |
| текучепластичные | $0,75 < J_L \leq 1,0$ |
| текучие | $J_L > 1$ |

*)Показатель консистенции $J_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p}$,

где $W$ – естественная влажность грунта в момент определения его состояния, %.

Глинистые грунты следует считать переувлажненными, если их влажность превышает значения, при которых грунт в насыпи можно уплотнять до требуемых величин, а в пределах выемок – при показателе консистенции более 0,25.

Крупнообломочные и песчаные грунты следует называть маловлажными, если степень влажности $0 < G \leq 0,5$ ; влажными, если $0,5 < G \leq 0,8$, и насыщенными водой, если $0,8 < G \leq 1$ .

Степень влажности ($G$) показывает (в долях единицы) степень заполнения пор грунта водой. Он равен отношению естественной влажности к его полной влагоемкости, т.е. влажности, соответствующей полному заполнению всех пор грунта водой.

По степени водопроницаемости грунты разделяются на дренирующие и недренирующие.

К дренирующим относятся скальные и крупнообломочные грунты, гравелистые, крупные и средней крупности пески, а также мелкие пески, удовлетворяющие одному из следующих условий: коэффициент фильтрации должен быть равен или больше 0,5 м/сут; содержание частиц размером мельче 0,1 мм должно быть равно или меньше 15%, в том числе размером менее 0,005 мм равно или меньше 2% по массе. К недренирующим относятся глинистые грунты, а также мелкие пески, не удовлетворяющие выше указанным условиям.

Коэффициент фильтрации следует определять при максимальной плотности для данного грунта, устанавливаемой по методу стандартного уплотнения с использованием приборов Союздорнии или ЦНИИСа.

Для определения конструкций дорожных одежд, верхнего строения железнодорожных путей и типов земляного полотна в условиях промышленных площадок существенное значение имеет знание коэффициента фильтрации грунтов земляного полотна и высоты капиллярного поднятия воды. Учитывая, что земляное полотно на промышленных площадках в зонах подсыпок может складываться грунтами различного качества и с различными примесями ( строительный мусор, шлаки и т.п.), упомянутые выше характеристики следует определять лабораторными испытаниями при рабочем проектировании.

Для предварительных расчетов могут быть приняты ориентировочные значения коэффициента фильтрации грунтов и высоты капиллярного поднятия воды в них, приведенные в табл.2.

Таблица 2

| Вид грунта | Коэффициент фильтрации, м/сут | Высота капиллярного поднятия, см |
|---|---|---|
| Песок крупный | II-40 | |
| Песок средней крупности | 6-I0 | 2-I00 |
| Песок мелкий | 3-6 | |
| Песок пылеватый | I-3 | |
| Супесь | 0,0I-I | I0C-I50 |
| Суглинок | 0,005-0,05 | I50-400 |
| Глина | Менее 0,00I | 400-500 |

При проектировании земляного полотна в глинистых и приближающихся к ним по свойствам грунтах необходимо учитывать степень пучинистости этих грунтов. В условиях затрудненного водоотвода или влияния грунтовых вод грунты характеризуются следующей степенью пучинистости: Грунты

Песок мелкий ( непылеватый), содержащий более 5% частиц мельче 0,05 мм..... Слабопучинистые

Глина, суглинок легкий и тяжелый (непылеватый), супесь непылеватая..... Пучинистые

Супесь пылеватая, песок пылеватый, суглинок тяжелый пылеватый..... Сильнопучинистые

Супесь тяжелая пылеватая, суглинок легкий пылеватый..... Очень сильно пучинистые

К особым группам грунтов следует относить:

Просадочные, имеющие степень влажности $G < 0,8$ и следующий показатель П:

При числе пластичности $J_p$ от 0,0I до 0,I.....Менее 0,I

" " " " от 0,I до 0,I4.... " 0,I7

При числе пластичности $J_p$ от 0,14 до 0,22.... Менее 0,24

$$П = \frac{e_L - e}{1 + e},$$

где $e$ – коэффициент пористости грунта в естественном состоянии;

$e_L$ – коэффициент пористости, соответствующий влажности на границе текучести.

Набухающие при замачивании и дающие усадку при высыхании. К таким грунтам относятся глинистые, которые при замачивании увеличиваются в объеме. При этом величина относительного набухания(без нагрузки) $\delta_н \geq 0,04$.

Относительное набухание в условиях свободного (без нагрузки) набухания определяется по формуле

$$\delta_н = \frac{h_{нс} - h}{h},$$

где $h_{нс}$ – высота образца после его свободного набухания при невозможности бокового расширения и замачивании до полного водонасыщения;

$h$ – начальная высота образца природной влажности.

Предварительно к набухающим от замачивания глинистым грунтам можно отнести грунты, для которых показатель $П \geq 0,3$.

Относительная усадка после высыхания грунта составляет:

$$\delta_у = \frac{h_н - h_у}{h_н},$$

где $h_н$ – высота образца грунта при обжатии его давлением и невозможности бокового расширения.

$h_у$ – высота образца при том же давлении после высыхания.

К <u>засоленным</u> относятся грунты, содержащие легко- и среднерастворимые соли $NaCl$, $CaCl_2$, $MgCl_2$, $NaHCO_3$, $Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$, $Na_2CO_3$, $MgSO_4$, $Na_2SO_4$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ( в % от массы воздушно-сухого грунта) в следующем количестве: песчаные грунты – 0,5%; супеси и суглинки просадочные (лессы и лессовидные грунты) – I или 0,3%, если имеются только легкорастворимые соли; супеси и суглинки непросадочные – 5%. Эти грунты при увлажнении резко снижают сопротивляемость их

оттаиванию. По степени засоления грунты разделяются на четыре группы (табл.3).

Таблица 3

| Степень засоления грунтов | Среднее суммарное содержание легкорастворимых солей, % от массы сухого грунта | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Хлоридное и сульфатно-хлоридное засоление | | Сульфатное, хлоридно-сульфатное и содовое засоление | |
| | V дорожно-климатическая зона | Остальные зоны | V дорожно-климатическая зона | Остальные зоны |
| Слабозасоленные | 0,5-2 | 0,3-I | 0,5-I | 0,3-0,5 |
| Среднезасоленные | 2-5 | I-5 | I-3 | 0,5-2 |
| Сильнозасоленные | 5-I0 | 5-8 | 3-8 | 2-5 |
| Избыточнозасоленные | > I0 | > 8 | > 8 | > 5 |

К слабозасоленным грунтам следует также относить грунты со средним суммарным содержанием легкорастворимых солей: менее 0,5% в У дорожно-климатическом районе и менее 0,3% в остальных районах, если эти грунты содержат более 0,25% $Na_2SO_4 + MgSO_4$ или более 0,5% $NaHCO_3 + Na_2CO_3$.

При проектировании земляного полотна железных или автомобильных дорог в вечномерзлых грунтах следует иметь в виду следующее:

- вечномерзлыми грунтами называются грунты, содержащие в своем составе лед и имеющие отрицательную температуру в течение трех и более лет;

- наименование (разновидность) вечномерзлых грунтов определяют после их оттаивания по приведенной выше номенклатуре талых грунтов (см.табл.I);

- поверхностный слой грунта в районах распространения вечномерзлых грунтов называется **сезоннопромерзающим**, если он оттаивает летом и промерзает зимой, но не сливается с толщей вечномерзлого грунта, и сезоннооттаивающим, если он промерзает зимой до слияния с толщей вечномерзлого грунта;

– если замерзшие зимой слои грунта не оттаивают в течение одного-двух лет, они называются перелетками;

– несцементированные льдом маловлажные песчаные и крупнообломочные грунты называются сыпучемерзлыми.

Сыпучемерзлые грунты и монолитные скальные грунты, как правило, не меняют при оттаивании своих механических свойств.

Трещиноватые скальные и крупнообломочные грунты, трещины и пустоты которых заполнены льдом, при оттаивании могут менять свои механические свойства и давать осадки. Об этом необходимо помнить при проектировании.

Другие необходимые для проектирования характеристики вечномерзлых грунтов следует принимать по главе СНиП по проектированию оснований и фундаментов на вечномерзлых грунтах.

## Крутизна откосов земляного полотна

В соответствии со СНиП и с учетом особенностей содержания земляного полотна в условиях территорий промышленных предприятий или иных застроенных территорий крутизну откосов насыпей и выемок следует принимать (в зависимости от вида грунта) по табл. 4 и 5.

Таблица 4

| Вид грунта | Крутизна откосов (I:n) насыпей при их высоте | | |
|---|---|---|---|
| | до 6 м | до I2 м | |
| | | в верхней части до 6 м | в нижней части |
| I | 2 | 3 | 4 |
| Камни из слабовыветривающихся пород: | | | |
| насыпи железных дорог | I:I,5 | I:I,5 | I:I,5 |
| насыпи автомобильных дорог | I:I,3 | I: I,3 | I:I,5 |

Окончание табл. 4

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| Гравийный, галечниковый, щебенистый и дресвяный грунты; песок гравелистый, крупный и средней крупности; шлак металлургический | I:I,5 | I:I,5 | I:I,5 |
| Песок мелкий и пылеватый; грунты глинистые, в том числе лёссы и лёссовидные суглинки | I:I,5 | I:I,5 | I:I,75 |
| Пылеватые грунты в районах избыточного увлажнения и из одноразмерных мелких песков | I:I,75 | I:I,75 | I:2 |
| Песок мелкий барханный в условиях засушливого климата | I:2 | I:2 | I:2 |

Примечания: I. Крутизну откосов железнодорожных насыпей из глинистых грунтов тугопластичной консистенции следует принимать I:I,75 при их высоте до 6 м и по расчёту - при большей высоте.

2. При земляном полотне из мелких, хорошо окатанных песков, крутизна откосов принимается равной углу естественного откоса.

Таблица 5

| Вид грунта | Высота откоса, м | Крутизна откосов, (I:m) выемок |
|---|---|---|
| I | 2 | 3 |
| Скальные: | | |
| слабовыветривающиеся | I2 | I:0,2 |
| легковыветривающиеся неразмягчаемые | I2 | I:0,5-I:I,5 |
| легковыветривающиеся размягчаемые | 6 | I:I |
| то же | 6-I2 | I:I,5 |

Окончание табл. 5

| I | 2 | 3 |
|---|---|---|
| Крупнообломочные; песчаные и глинистые однородные, в том числе лёссовидные твёрдой, полутвердой и тугопластичной консистенции | I2 | I:I,5 |
| Пески мелкие барханные | I2 | I:I,75 |
| Лёсс в районах с засушливым климатом | I2 | I:0,5 |
| Лёс вне районов с засушливым климатом | I2 | I:I,5 |

Примечания: I. Высота откоса выемки в скальных слабовыветривающихся и легковыветривающихся неразмягчаемых грунтах указанной в таблице крутизны может быть увеличена до I6 м.

2. Крутизну откосов выемок в крупнообломочных грунтах глубиною до I2 м при обосновании допускается принимать I:I.

## 3. ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ

### Конструктивные элементы

В соответствии со СНиП ширину основной площадки однопутного земляного полотна внутренних подъездных железнодорожных путей следует принимать в зависимости от толщины балластного слоя с учетом перспективы ее увеличения, а внешних подъездных путей – в зависимости от категории пути по табл.6.

Таблица 6

| Толщина балластного слоя под шпалою, см, или категория пути | Ширина однопутного земляного полотна с открытым балластным слоем на прямых участках пути, м | | |
|---|---|---|---|
| | недренирующие грунты | | дренирующие грунты |
| | скорость движения более 40 км/ч | скорость движения до 40 км/ч | |
| **Внутренние подъездные пути (СНиП П-46-75)** | | | |
| 20 и 25 | 5,5 | 5,3 | 5 |
| 30 и 35 | 5,8 | 5,5 | 5,5 |
| 40 и 45 | 6 | 5,8 | - |
| 50 и 55 | 6,5 | 6,5 | - |
| **Внешние подъездные пути (СНиП П-39-76)** | | | |
| IУ | 5,5 | - | 5,0 |
| У | - | 5,5 | 5,0 |

Примечания: 1. На внешних подъездных путях IУ и У категорий при проектировании верхнего строения, согласно примечанию 6 к табл.13 главы СНиП П-39-76 по нормам I и II категорий ширину земляного полотна принимают равной соответственно 6,5 и 6,0 м.

2. Ширина по верху первичной насыпи на отвалах должна быть не менее 6,0 м. При этом расстояние от оси пути до бровки со стороны отвала должно быть не менее 2,3 м.

Высота первичной насыпи должна быть не менее 6 м. Насыпи высотой более 12 м следует сооружать по индивидуальным проектам.

3. При двух и более путях ширину земляного полотна увеличивают на величину междупутий, принимаемую по СНиП.

На кривых участках пути ширина земляного полотна должна быть уширена с наружной стороны на величину, показанную в табл. 7.

Таблица 7

| Радиусы кривых, м, расположенных | | Уширение земляного полотна, м |
|---|---|---|
| за пределами территории предприятий | на территории предприятий | |
| 1800-1200 | 1000-350 | 0,10 |
| 1000-700 | 300-180 | 0,20 |
| 600 и менее | Менее 180 | 0,30 |

Расстояние от оси крайних стационных путей до бровки земляного полотна принимается не менее половины ширины земляного полотна, указанной в табл. 6, с уширением согласно табл.7. Расстояние от оси стрелочной улицы до бровки земляного полотна должно быть не менее 3,25 м.

При развитии существующих станций, когда применение указанных норм вызывает срезку или присыпку существующих откосов земляного полотна, расстояние от оси крайнего станционного пути до бровки земляного полотна допускается уменьшать. При этом ширина обочины должна быть не менее 0,45 м.

Расстояние от оси вытяжных путей до бровок земляного полотна следует принимать:

- на станциях, расположенных за пределами площадок промышленных предприятий, - не менее 3,25 м в обе стороны;

- на станциях, расположенных на территории промышленных предприятий, - не менее 3,25 м в одну сторону и не менее половины ширины земляного полотна, указанной в табл.6, в другую.

При укладке на земляном полотне двух и более путей, ширина земляного полотна увеличивается на величину суммы меж-

путей с учетом уширений их на кривых в соответствии с ГОСТ 9238-73.

Верх одноцутного земляного полотна из недренирующих грунтов при проектировании пути с открытым балластным слоем устраивают в виде трапеции шириной 2,3 м и высотой 0,15 м с основанием, равным ширине земляного полотна. Верх земляного полотна, сооружаемого под два пути с открытым балластным слоем, устраивают в виде треугольника с основанием, равным ширине земляного полотна, и высотой 0,2 м.

Верх земляного полотна, устраиваемого для пути с заглубленной и полузаглубленной балластными призмами, проектируют с уклоном в сторону водоотводных устройств.

При дренирующих грунтах (с коэффициентом фильтрации более 0,5 $м^3$/сут) верх земляного полотна насыпей устраивают горизонтальным. Принимая во внимание, что земляное полотно путей в выемках и при заглубленной балластной призме работает в условиях значительно худших, чем при открытой балластной призме, наименьший коэффициент фильтрации грунта, при котором верх земляного полотна таких путей устраивают горизонтальным, принимается не менее I м/сут.

При условии обеспечения в период эксплуатации пути незатрудненного стока воды в сторону от него допускается укладка балластной призмы на спланированную поверхность, как показано на рис.8.

Верх земляного полотна, присыпаемого для укладки второго пути, следует проектировать при недренирующих грунтах с поперечным уклоном в сторону от существующего пути 0,04 в выемках и 0,02 в насыпях. С целью экономии балласта верхнюю часть присыпаемого земляного полотна (выше бровки существующего пути), следует отсыпать из дренирующего грунта.

Верх земляного полотна железнодорожных путей с заглубленным и полузаглубленным балластным слоем, а также земляного полотна, сооружаемого для укладки нескольких путей (более двух), проектируется односкатным или двухскатным. При большом числе путей следует проектировать пилообразный поперечный профиль с устройством в пониженных местах водоотводных лотков.

Количество путей, располагаемых на одном скате, следует

принимать в зависимости от вида грунта земляного полотна, материала балласта и условий увлажнения на основании технико-экономических расчетов, учитывающих затраты на балластировку и устройство водоотводных сооружений (лотков, дренажей).

Наибольшее число путей на одном скате в зависимости от вида грунта, материала балласта и условий увлажнения, а также величина уклонов скатов показаны в табл.8.

Таблица 8

| Вид грунтов земляного полотна | Материал балласта | Вероятное увлажнение | Наибольшее число путей на одном скате | Уклон ската, ‰ |
|---|---|---|---|---|
| Дренирующие | Гравий, крупные и средние пески | Малое | 10 и более | 0 |
| | То же и ракушка | Большое и среднее | 10 | 0 |
| Недренирующие | Гравий, крупные и средние пески | Малое | 10–8 | 1 |
| | То же и ракушка | Большое и среднее | 8–6 | 2 |
| | Пески мелкие | Малое | 8–6 | 2 |
| | То же и ракушка | Большое и среднее | 3–2 | 2 |

Примечания: 1. В обоснованных случаях верх земляного полотна допускается проектировать с уклонами, большими указанных в таблице, но не более 4‰.

2. Малая степень увлажнения вероятна в пределах IУ и У дорожно-климатических районов с количеством осадков до 300 мм в год. Средняя степень увлажнения принимается в пределах Ш района. Большая степень увлажнения характерна в I и II дорожно-климатических районах, а также в районах Закавказья и на Черноморском побережье Кавказа.

Земляное полотно железнодорожных путей, сооружаемое на участках территории, где планировка выполнена подсыпкой, должно быть уплотнено на всю высоту подсыпки до 0,9 максимальной плотности, определенной по методу стандартного уплотнения. При определении объёмов земляных работ должно быть предусмотрено

их увеличение на осадку при уплотнении. Ориентировочно этот запас может быть принят в размере 2-2,5% объёма уплотненного грунта.

Земляное полотно железнодорожных путей с открытой и полузаглубленной балластной призмой

Земляное полотно следует проектировать в зависимости от типа увлажнения основания насыпей или основной площадки в нулевых местах, выемках и путях с заглубленной или полузаглубленной балластной призмой.

Типы увлажнения описаны в табл.9.

Таблица 9

| Тип увлажнения | Показатели увлажнения | |
|---|---|---|
| | Основания насыпей | Основная площадка в выемках и путей с заглубленной и полузаглубленной балластной призмой |
| I | 2 | 3 |
| I(малое) | Сухие; условия для поверхностного стока хорошие; глинистые грунты на глубине до I м имеют влажность не более $W_p$+0,25%; грунтовые воды отсутствуют или залегают на глубине более 2 м от поверхности земли | Сток от пути поверхностных вод обеспечен; грунтовые воды не оказывают влияния на основную площадку земляного полотна; земляное полотно на глубину не менее I,5 м сложено грунтами, не подверженными морозному пучению |
| 2 (среднее) | Сырые; условия для поверхностного стока плохие; глинистые грунты в предморозный период имеют влажность на глубине до I м от $W_p$+0,25% до $W_p$+0,75% , а уровень грунтовых вод на глубине более I м от поверхности земли | Поверхностный сток вод от пути затруднен (пути запроектированы площадкой, а уклоны планировки в сторону от пути минимальные; грунтовые воды не оказывают существенного влияния на основную площадку земляного полотна. |

Окончание табл.9

| I | 2 | |
|---|---|---|
| 3(сильное) | Мокрые; поверхностный сток отсутствует; глинистые грунты в предморозный период имеют влажность на глубине до I м равную $W_p+0,75I_p$ и более, а уровень грунтовых вод залегает на глубине до I м | Поверхностный сток затруднен; грунтовые воды влияют на увлажнение основной площадки земляного полотна |

Примечания: I. Грунтовые воды не влияют на увлажнение основной площадки земляного полотна, если их уровень в предморозный период залегает ниже расчетной глубины промерзания (считая от верха балласта) на:
2 м и более в глинах, суглинках тяжелых пылеватых и тяжелых;
I,5 м и более в суглинках легких пылеватых и легких, супесях тяжелых пылеватых и пылеватых;
I м и более в супесях легких и легких крупных, а также в песках пылеватых.

Уровень грунтовых вод в предморозный период должен устанавливаться при инженерно-геологических исследованиях в зависимости от местных условий (климатических, топографических и т.п.) и с учетом наблюдений за существующими сооружениями. Как правило, уровень грунтовой воды в предморозный период в средних широтах Союза ССР, характеризующихся континентальным климатом, бывает ниже максимального (весеннего) уровня на 0,5-I,5 м.

Расчётная глубина промерзания, если отсутствуют данные наблюдений, может быть принята по карте (рис.2).

При первом типе увлажнения никаких особых требований к земляному полотну не предъявляется; его следует сооружать по поперечным профилям, приведенным на рис.3-I4.

При 2-м и 3-м типах увлажнения, согласно СН 449-72, величину возвышения бровки земляного полотна или отметок основной площадки при заглубленной балластной призме над поверхностью земли или над уровнем стояния грунтовых вод следует принимать не менее указанной в табл.I0.

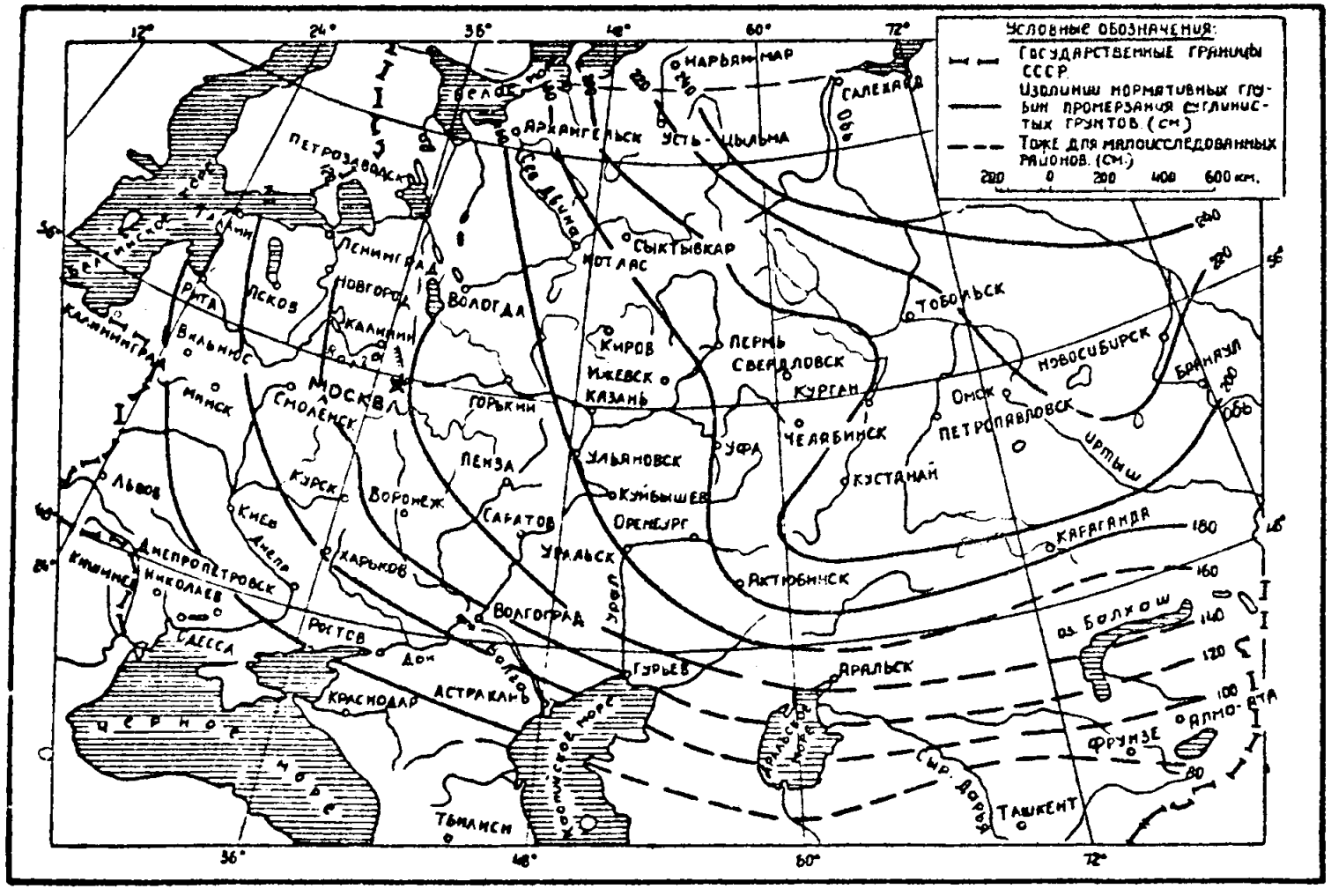



Рис. 2. Карта изолиний промерзания грунтов

Таблица IO

| Грунт земляного полотна | Требуемое возвышение для дорожно-климатических зон, м | | | |
|---|---|---|---|---|
| | II | III | IУ | У |
| Песок средний и мелкий; супесь легкая крупная | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |
| Песок пылеватый; супесь легкая | I,2 | 0,8 | 0,8 | 0,7 |
| Супесь пылеватая и тяжелая пылеватая; суглинок легкий, легкий пылеватый и тяжелый пылеватый | I,9 | I,7 | I,4 | I,3 |
| Суглинок тяжелый; глины | I,9 | I,4 | I,I | I,0 |

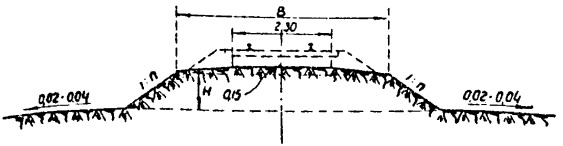
При заглубленной и полузаглубленной балластной призме величину возвышения основной площадки земляного полотна над горизонтом грунтовых вод, пониженным посредством дренажа, следует принимать на 25% больше указанной в табл.IO.

При невозможности соблюдения условий, указанных в табл.IO, в глинистых тугопластичных грунтах, имеющих показатель консистенции в пределах 0,25–0,50, и в других грунтах, имеющих больший показатель консистенции, следует проектировать мероприятия, направленные на осушение земляного полотна, изложенные в разделе 9.

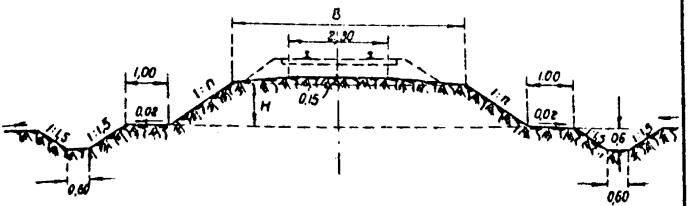
Характерные поперечные профили земляного полотна с открытой и полузаглубленной балластной призмой, применяемые на планируемых и непланируемых территориях площадок промышленных предприятий или других застроенных территориях, показаны на рис.3–6.

На территории промышленных предприятий или иных застроенных территориях поверхностный водоотвод от железнодорожных путей обеспечивается вертикальной планировкой и принятой системой водоотвода. Устройство продольных водоотводных канав, как правило, не предусматривается.

а) Насыпь $H \leq 6.0$ м без продольных водоотводных канав




б) Насыпь $H \leq 6.0$ м. с продольными водоотводными канавами



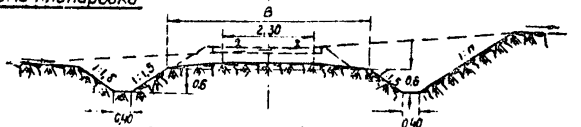

Примечания:

1. Применяются на непланируемых территориях площадок промышленных предприятий и на планируемых территориях на подходах к эстакадам, переездам и т.д.
2. При высоте насыпи более 2м. ширина бермы между подошвой насыпи и бровкой водоотводной канавы (при типе „б") принимается равной 2м.
3. Водоотводные канавы могут одновременно служить кюветами других железнодорожных путей или автомобильных дорог, а также служить цели отвода поверхностных вод с прилегающей территории площадки.
4. Верх земляного полотна из дренирующих грунтов с коэффициентом фильтрации более 0,5 м/сутки проектируется без сливной призмы горизонтальным.

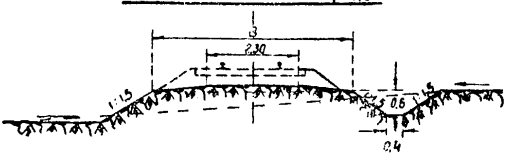
Рис. 3 Железнодорожные насыпи

а) Бровка земляного полотна в одном уровне с отметками планировки

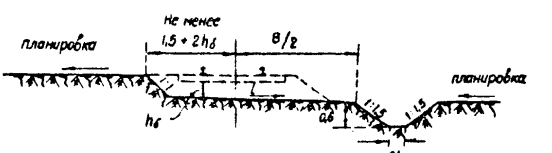
б) При устройстве пути в выемке.




в) Кювет с одной стороны

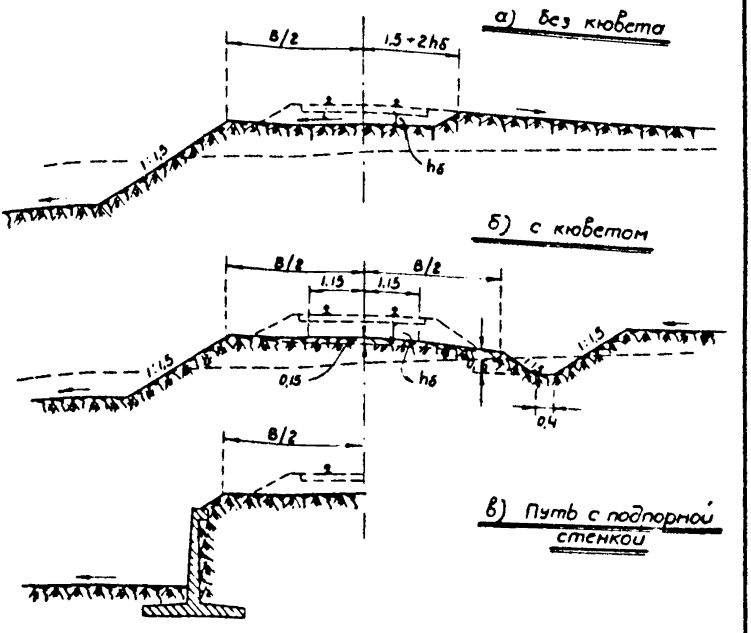



г) Полузаглубленная балластная призма с кюветом с одной стороны.




Примечания: 1. Применяются на планируемых территориях промышленных предприятий при открытой и смешанной системах водоотвода.
2. Глубина кюветов может быть уменьшена до 0,4 м.
3. Верх земляного полотна из дренирующих грунтов с коэффициентом фильтрации более 1 м/сутки проектируется без сливной призмы горизонтальным.

Рис. 4. Железнодорожный путь с открытой и полузаглубленной балластной призмой при открытой системе водоотвода

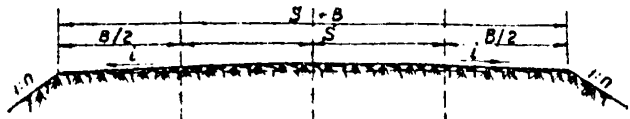



**Примечания:** 1. Верх земляного полотна из дренирующих грунтов с коэффициентом фильтрации более 1,0 м./сутки проектируется без сливной призмы горизонтальным.

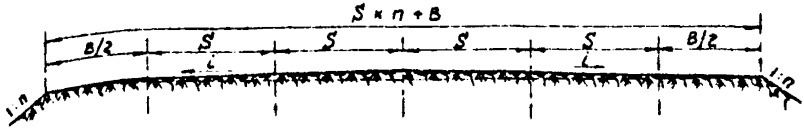
2. Подпорная стенка показана схематично. Застенный дренаж условно не показан

Рис 5. Железнодорожный путь, проложенный по границе террас при террасной планировке площадки

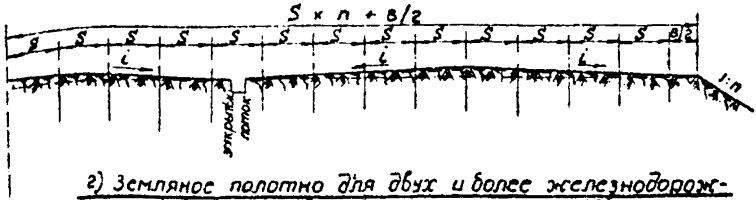
а) Земляное полотно для двух железнодорожных путей из недренирующих грунтов.



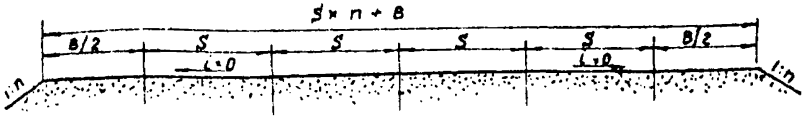

б) Земляное полотно для трех и более железнодорожных путей из недренирующих грунтов.




в) Поперечное очертание земляного полотна станционной площадки, пилообразного профиля.




г) Земляное полотно для двух и более железнодорожных путей из дренирующих грунтов.




Примечания: 1. Пилообразное очертание поперечного профиля (б) применяется в случаях, если число путей на одном скате при двускатном очертании верха земляного полотна превышает указанное в табл. 8.

2. Величина поперечного уклона (i) принимается по таблице 11.

3. S — ширина междупутий принимается по СНиП.

4. B — ширина земляного полотна принимается по СНиП.

Рис 6. Поперечный профиль основной площадки земляного полотна для двух и более железнодорожных путей при открытой балластной призме

## Земляное полотно железнодорожных путей с заглубленной балластной призмой

Работа земляного полотна железнодорожных путей с заглубленной балластной призмой резко отличается от работы земляного полотна путей с открытой балластной призмой, при которой имеется свободный сток воды с основной площадки земляного полотна.

При заглубленной балластной призме вода, проникающая в балласт, скапливается в "корыте". Это может привести к насыщению водой грунта земляного полотна, что снизит его несущую способность, вызовет образование балластных корыт, просадку пути и т.п. и, следовательно, увеличит стоимость содержания путей.

В связи с этим при недренирующих грунтах земляного полотна во II и III дорожно-климатических зонах при всех типах увлажнения и в IУ зоне при 2-м и 3-м типах увлажнения земляного полотна должны быть приняты меры отвода воды из корыта с помощью дренажей и лотков. Толщина балластного слоя и коэффициент фильтрации балластного материала должны обеспечивать отвод воды.

В примечании 4 к табл.I4 главы СНиП II-46-75 указано, что толщину балластного слоя под подошвой шпалы на путях с заглубленным и полузаглубленным балластным слоем при недренирующих грунтах следует принимать на 5-I0 см больше указанной в таблице (в зависимости от степени увлажнения грунта земляного полотна).

Конкретизация этого требования и установление целесообразной толщины балластного слоя (в зависимости от ширины ската, коэффициента фильтрации балластного материала, дорожно-климатической зоны, уклона дна корыта (уклона ската) и типа увлажнения земляного полотна) может быть произведена с помощью табл.II.

Пользуясь табл.II, можно, варьируя уклон дна корыта и коэффициент фильтрации материала балласта, при заданных прочих

условиях (дорожно-климатической зоне, роде грунта земляного полотна, типе увлажнения, ширине ската) подобрать целесообразную толщину балластного слоя под шпалою.

Пример пользования табл.II.

Задача: на одном скате земляного полотна, сложенного **непылеватым суглинком, располагаются три пути с заглубленной балластной** призмой. Дорожно-климатическая зона II; тип увлажнения 2-й. Согласно табл.I4 СНиП П-46-75 требуемая толщина балласта под шпалой - 30 см плюс 5-I0 см по примечанию 4. Местный материал для балласта имеет коэффициент фильтрации Кф. = I0 м/сут. Имеется возможность получить привозной балласт с Кф = I5 м/сут.

Решение: по данным табл.II возможны следующие варианты:

а) местный балласт с Кф = I0 м/сут;
уклон дна корыта 4%; толщина балласта 40 см;

б) привозной балласт с Кф = I5 м/сут;
уклон дна корыта I%; толщина балласта 40 см;
" " 2% " " 35 см;
" " 3% " " 30 см.

Определив потребность балласта по вариантам и его стоимость в результате сравнения, принимаем привозной балласт толщиной слоя под шпалою 35 см при уклоне дна корыта 2%.

Верх земляного полотна из дренирующих грунтов (с коэффициентом фильтрации более I м/сут проектируется горизонтальным, а дренажи не устраиваются.

Во всех случаях должно быть соблюдено требование табл.I0 о возвышении отметок основной площадки над уровнем грунтовых вод.

При невозможности соблюдения этого условия, а также при тугопластичных и мягкопластичных грунтах, имеющих показатель консистенции более 0,25, следует проектировать мероприятия по осушению земляного полотна, изложенные в разделе 9.

Отвод воды из корыта железнодорожных путей с заглубленной балластной призмой, как правило, следует осуществлять трубчатыми дренами из асбоцементных или пластмассовых перфорированных труб, а также трубофильтрами. Последние предпочтительнее, так как не требуют обсыпки стыков и прорезей и значительно де-

Таблица 11

| Дорожно-климатическая зона | Ширина одного слоя и число слоев на нем | Коэффициент фильтрации балласта м/сут | Минимальная толщина балластного слоя под шпалою, при заглубленной балластной призме по условиям отвода воды из корыта в зависимости от грунта | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Легкая (непылеватая) супесь и пылеватый песок. | | | | | | | | Непылеватый суглинок и глина | | | | | | | | Пылеватые супесь и суглинок. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Тип увлажнения земляного полотна | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | 1 | | | | 2 | | | |
| | | | Уклоны дна корыта в процентах. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| II | $5_{(1)}$ | 5 | 25 | – | – | – | 25 | 25 | – | – | 30 | 30 | 25 | 25 | – | – | – | – | 30 | 25 | – | – | 35 | 30 | 30 | 30 | 25 | – | – | – | 30 | 30 | 25 | 25 | 35 | 35 | 30 | 30 |
| | | 10 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 25 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 25 | 25 | – | – |
| | $10_{(2)}$ | 5 | 45 | 45 | 40 | 35 | 55 | 50 | 45 | 40 | 60 | 55 | 50 | 50 | 40 | 40 | 40 | 30 | 55 | 50 | 45 | 40 | 70 | 65 | 60 | 55 | 50 | 45 | 40 | 40 | 60 | 55 | 50 | 50 | 75 | 70 | 60 | 60 |
| | | 10 | 30 | 25 | 25 | – | 35 | 30 | 30 | 25 | 40 | 35 | 35 | 30 | 30 | 25 | – | – | 35 | 30 | 30 | 25 | 50 | 45 | 40 | 35 | 30 | 30 | 25 | 25 | 40 | 40 | 35 | 30 | 50 | 45 | 40 | 40 |
| | | 15 | 25 | – | – | – | 30 | 25 | – | – | 30 | 30 | 25 | – | – | – | – | – | 25 | 25 | – | – | 35 | 30 | 30 | 25 | 25 | – | – | – | 30 | 30 | 25 | – | 40 | 35 | 30 | 25 |
| | | 25 | – | – | – | – | – | – | – | – | 25 | – | – | – | – | – | – | – | – | 25 | – | – | 25 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 30 | 25 | – | – |
| | $15_{(3)}$ | 5 | 70 | 60 | 60 | 55 | 80 | 75 | 65 | 60 | 90 | 85 | 80 | 70 | 65 | 60 | 55 | 50 | 80 | 75 | 65 | 60 | 110 | 100 | 90 | 85 | 80 | 70 | 60 | 55 | 90 | 90 | 80 | 75 | 110 | 100 | 90 | 90 |
| | | 10 | 50 | 40 | 35 | 35 | 55 | 50 | 45 | 40 | 60 | 55 | 50 | 45 | 40 | 40 | 30 | 30 | 55 | 50 | 45 | 40 | 70 | 65 | 60 | 55 | 50 | 45 | 40 | 35 | 65 | 55 | 50 | 45 | 70 | 70 | 60 | 55 |
| | | 15 | 35 | 30 | 25 | 20 | 40 | 35 | 25 | 20 | 45 | 40 | 35 | 30 | 35 | 25 | 25 | 20 | 40 | 35 | 30 | 25 | 55 | 50 | 45 | 40 | 40 | 35 | 25 | 25 | 50 | 40 | 35 | 35 | 55 | 50 | 45 | 40 |
| | | 25 | 25 | 20 | – | – | 30 | 25 | 20 | – | 35 | 30 | 25 | 20 | 25 | 20 | – | – | 30 | 25 | 20 | – | 40 | 35 | 30 | 25 | 30 | 25 | 20 | – | 35 | 30 | 25 | 20 | 40 | 35 | 30 | 30 |
| | | 40 | 20 | – | – | – | 25 | – | – | – | 25 | 20 | – | – | 20 | – | – | – | 25 | – | – | – | 30 | 25 | 20 | – | 20 | – | – | – | 25 | 20 | – | – | 30 | 25 | 20 | – |
| | $20_{(4)}$ | 10 | 65 | 55 | 50 | 45 | 70 | 65 | 55 | 50 | 80 | 70 | 65 | 60 | 55 | 50 | 40 | 35 | 70 | 65 | 55 | 50 | 95 | 90 | 80 | 75 | 65 | 60 | 55 | 45 | 85 | 75 | 70 | 60 | 95 | 90 | 80 | 75 |
| | | 15 | 45 | 40 | 35 | 30 | 55 | 45 | 35 | 30 | 60 | 55 | 50 | 40 | 45 | 35 | 30 | 25 | 55 | 40 | 40 | 35 | 75 | 65 | 60 | 50 | 60 | 40 | 40 | 30 | 60 | 55 | 50 | 40 | 75 | 65 | 60 | 55 |
| | | 25 | 35 | 30 | 20 | – | 40 | 35 | 25 | 20 | 50 | 40 | 35 | 30 | 30 | 25 | 20 | – | 40 | 35 | 25 | 25 | 55 | 45 | 40 | 35 | 35 | 30 | 25 | 20 | 50 | 40 | 35 | 30 | 55 | 50 | 40 | 35 |
| | | 40 | 25 | 20 | – | – | 30 | 25 | 20 | – | 35 | 30 | 20 | – | 25 | 20 | – | – | 30 | 25 | 20 | – | 40 | 35 | 30 | 25 | 30 | 20 | – | – | 35 | 30 | 20 | – | 45 | 35 | 30 | 25 |
| III | $5_{(1)}$ | 5 - 40 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | $10_{(2)}$ | 5 | 40 | 35 | 30 | 25 | 40 | 35 | 35 | 30 | 50 | 45 | 40 | 40 | 40 | 35 | 30 | 25 | 40 | 35 | 35 | 30 | 50 | 45 | 40 | 40 | 40 | 40 | 30 | 30 | 50 | 45 | 40 | 35 | 50 | 45 | 40 | 40 |
| | | 10 | 25 | 20 | – | – | 25 | 25 | 20 | – | 30 | 30 | 25 | 25 | 25 | 20 | – | – | 25 | 25 | 20 | – | 30 | 30 | 25 | 25 | 30 | 25 | 20 | – | 30 | 30 | 25 | 20 | 35 | 30 | 30 | 25 |
| | | 15 | – | – | – | – | 20 | – | – | – | 25 | – | – | – | 20 | – | – | – | 20 | – | – | – | 25 | – | – | – | 20 | – | – | – | 25 | 20 | – | – | – | – | – | – |
| | $15_{(3)}$ | 5 | 55 | 50 | 45 | 40 | 55 | 50 | 50 | 45 | 65 | 60 | 60 | 55 | 50 | 50 | 45 | 40 | 60 | 55 | 50 | 45 | 70 | 65 | 60 | 55 | 55 | 50 | 50 | 45 | 65 | 65 | 60 | 55 | 70 | 70 | 65 | 55 |
| | | 10 | 35 | 30 | 25 | 25 | 40 | 35 | 30 | 25 | 50 | 45 | 40 | 35 | 35 | 30 | 25 | 25 | 40 | 35 | 30 | 25 | 50 | 45 | 40 | 35 | 40 | 40 | 30 | 30 | 40 | 40 | 35 | 35 | 50 | 45 | 40 | 35 |
| | | 15 | 35 | 25 | 20 | – | 30 | 25 | 20 | – | 35 | 30 | 25 | 25 | 35 | 25 | 20 | – | 30 | 25 | 20 | – | 35 | 30 | 25 | 25 | 30 | 25 | 25 | 20 | 35 | 30 | 25 | 20 | 35 | 30 | 25 | 25 |
| | | 25 | 20 | – | – | – | 20 | – | – | – | 25 | 20 | – | – | 20 | – | – | – | 20 | – | – | – | 25 | 20 | – | – | 20 | – | – | – | 25 | 20 | – | – | 30 | – | – | – |
| | | 40 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |

Продолжение таблицы 11

| Дорожно-климатическая зона | Ширина одного ската и число путей на нем | Коэффициент фильтрации балласта м/сутки | Минимальная толщина балластного слоя под шпалою, при заглубленной балластной призме, по условиям отвода воды из корыта в зависимости от грунта. Тип увлажнения земляного полотна. Уклоны дна корыта в процентах. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Легкая (непылеватая) супесь и пылеватый песок | | | | | | | | | | | | Непылеватый суглинок и глина | | | | | | | | | | | | Пылеватые супесь и суглинок | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| III | 20(4) | 10 | 50 | 40 | 35 | 35 | 50 | 45 | 40 | 35 | 65 | 60 | 50 | 45 | 50 | 40 | 35 | 35 | 50 | 45 | 40 | 35 | 65 | 60 | 50 | 45 | 55 | 50 | 40 | 40 | 60 | 55 | 50 | 45 | 70 | 60 | 50 | 45 |
| | | 15 | 50 | 40 | 35 | 30 | 50 | 45 | 40 | 35 | 65 | 55 | 40 | 40 | 40 | 35 | 30 | 25 | 50 | 45 | 40 | 35 | 70 | 65 | 55 | 50 | 50 | 45 | 35 | 30 | 65 | 55 | 40 | 40 | 70 | 65 | 60 | 55 |
| | | 25 | 25 | 20 | – | – | 30 | 25 | 20 | – | 35 | 30 | 25 | 20 | 25 | 20 | – | – | 30 | 25 | 20 | – | 35 | 30 | 25 | 20 | 30 | 25 | 20 | – | 35 | 30 | 25 | 20 | 35 | 30 | 25 | 20 |
| | | 40 | 20 | – | – | – | 20 | – | – | – | 25 | 20 | – | – | 20 | – | – | – | 20 | – | – | – | 25 | 20 | – | – | 25 | 20 | – | – | 25 | 20 | – | – | 25 | 20 | – | – |
| IV | 5(1) | 5 | – | – | – | – | – | – | – | – | 20 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 20 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 20 | – | – | – |
| | 10(2) | 5 | – | – | – | – | – | – | – | – | 40 | 35 | 30 | 30 | – | – | – | – | – | – | – | – | 40 | 35 | 30 | 30 | – | – | – | – | – | – | – | – | 45 | 40 | 35 | 30 |
| | | 10 | – | – | – | – | – | – | – | – | 25 | 25 | 20 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 25 | 25 | 20 | – | – | – | – | – | – | – | – | 30 | 25 | 20 | – |
| | | 15 | – | – | – | – | – | – | – | – | 20 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 20 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 20 | – | – | – |
| | 15(3) | 5 | – | – | – | – | – | – | – | – | 60 | 55 | 45 | 45 | – | – | – | – | – | – | – | – | 60 | 55 | 45 | 30 | – | – | – | – | – | – | – | – | 65 | 60 | 45 | 45 |
| | | 10 | – | – | – | – | – | – | – | – | 40 | 35 | 30 | 25 | – | – | – | – | – | – | – | – | 40 | 35 | 30 | 25 | – | – | – | – | – | – | – | – | 45 | 40 | 30 | 30 |
| | | 15 | – | – | – | – | – | – | – | – | 30 | 25 | 20 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 30 | 25 | 20 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 30 | 25 | 20 | – |
| | | 25 | – | – | – | – | – | – | – | – | 20 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 20 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 25 | 20 | – | – |
| | 20(4) | 5 | – | – | – | – | – | – | – | – | 80 | 70 | 60 | 60 | – | – | – | – | – | – | – | – | 80 | 70 | 60 | 60 | – | – | – | – | – | – | – | – | 90 | 80 | 70 | 60 |
| | | 10 | – | – | – | – | – | – | – | – | 55 | 45 | 40 | 30 | – | – | – | – | – | – | – | – | 55 | 45 | 40 | 30 | – | – | – | – | – | – | – | – | 60 | 50 | 40 | 40 |
| | | 15 | – | – | – | – | – | – | – | – | 40 | 30 | 25 | 20 | – | – | – | – | – | – | – | – | 40 | 30 | 25 | 20 | – | – | – | – | – | – | – | – | 45 | 35 | 30 | 25 |
| | | 25 | – | – | – | – | – | – | – | – | 30 | 20 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 30 | 20 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 30 | 25 | 20 | – |

**Примечания:**

1. Прочерк указывает на то, что в данном случае требуемая толщина балласта составляет менее 20 см.
2. В скобках показано число путей на скате.
3. Рамкой обведены цифры в случаях, когда применение для балластировки материала с соответствующим коэффициентом фильтрации нецелесообразно

шевле в строительстве и эксплуатации ( см.прил.I).

Можно применять трубофильтры, изготовленные по Техническим условиям 33-5-75, утвержденным Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР. Выписка из Технических условий приведена в прил.I.

Если проектом вертикальной планировки предусмотрен прием воды с прилегающей территории в кювет железнодорожного пути, а устройство кювета нежелательно из-за стесненности территории или при необходимости понижения уровня грунтовых вод, рекомендуется применять продольные железобетонные дотки, как показано на рис. 7.

Для справок и определения объёмов работ в табл. I2 приведены основные характеристики упомянутых лотков, а в табл.I3 их водопропускная способность.

Трубчатые дрены или трубофильтры укладываются в продольных ровиках, устраиваемых, как показано на рис.7а, и др. При использовании в качестве балласта материала с коэффициентом фильтрации менее 6 м/сут во II и III климатических зонах рекомендуется дрены укладывать в углубленных ровиках, как показано на рис.7а (как вариант).

Вокруг перфорированных асбоцементных труб устраивается фильтрующая обсыпка из чистого щебня (гравия) размером 5-8 мм. Трубофильтры обсыпки не требуют.

Продольный уклон дренажной трубы должен быть не менее 0,004; воду следует выпускать не реже чем через 200 м. Продольный уклон продольных лотков должен быть не менее 0,002.

На площадках промышленных предприятий, а также на застроенной территории следует применять крытые лотки. Открытые лотки могут быть запроектированы только в тех случаях, когда по путям исключено хождение людей.

Характерные поперечные профили земляного полотна путей с заглубленной балластной призмой приведены на рис. 7-I2.

На рис. I3 показаны случаи сопряжения земляного полотна железнодорожных путей, расположенных на разных уровнях. При разности отметок головок рельсов соседних путей до I5 см уступ в земляном полотне, как показано на рис. I3а, не делается.

Таблица I2

| Тип лотка | Глубина лотка, м | Отверстие, м | Наружные размеры, м: высота | Наружные размеры, м: ширина | Марка бетона | На I м лотка и на I оголовок: котлован, $м^3$ | шебеночная подготовка, $м^3$ | изоляция, $м^2$ | засыпка котлована, $м^3$ | объём бетона, $м^3$ | масса арматуры, кг | масса блока, т |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Междушпальные лотки под нагрузку С-I4** | | | | | | | | | | | | |
| I-0,35 | 0,35 | 0,I85 | 0,45 | 0,392 | 300 | - | 0,03 | 0,9 | - | 0,I0 | 8,80<br>I0,55 | 0,4 |
| I-0,50 | 0,50 | 0,I85 | 0,60 | 0,392 | 300 | 0,25 | 0,03 | I,2 | 0,I5 | 0,I2 | I5,47<br>I7,02 | 0,45 |
| I-0,70 | 0,70 | 0,I85 | 0,80 | 0,392 | 300 | 0,5 | 0,03 | I,6 | 0,3 | 0,I5 | 22,22<br>3I,60 | 0,6 |
| | - | - | - | - | 300 | - | - | - | - | 0,0I9 | 0,6 | 0,04 |
| Оголовок | 0,35 | 0,35 | 0,I85 | - | - | 300 | - | - | - | - | - | 3,88 | 0,I3 |
| | 0,50 | 0,50 | 0,I85 | - | - | 300 | - | - | - | - | - | 5,37 | 0,I8 |
| | 0,70 | 0,70 | 0,I85 | - | - | 300 | - | - | - | - | - | 8,73 | 0,5 |
| **Междупутные лотки** | | | | | | | | | | | | |
| П- | 0,75 | 0,75 | 0,500 | 0,85 | 0,70 | 300 | I,5 | 0,05 | I,7 | 0,7 | 0,2I | I6,I0<br>I4,96 | 0,8 |
| П-I,25 | I,25 | 0,500 | I,35 | 0,70 | 300 | 2,7 | 0,05 | 2,7 | I,7 | 0,27 | 28,66<br>37,74 | I,0 |
| П-I,50 | I,50 | 0,500 | I,60 | 0,70 | 300 | 3,5 | 0,05 | 3,2 | 2,3 | 0,30 | 33,87<br>34,82 | I,I |

Продолжение табл.I2

| Тип лотка | Глубина лотка, м | Отверстие, м | Наружные размеры, м: высота | Наружные размеры, м: ширина | Марка бетона | На I м лотка и на I оголовок: котлован, $м^3$ | шебеночная подготовка, $м^3$ | изоляция, $м^2$ | засыпка котлована, $м^3$ | объём бетона, $м^3$ | масса арматуры, кг | масса блока, т |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Крышка | - | - | - | - | 300 | - | - | - | - | 0,037 | I,20 | 0,07 |
| Межцеховые лотки под нагрузки С-I4 и 60 т от оси | | | | | | | | | | | | |
| ЛКН-0,5-I и ЛКС-0,5-I | 0,38 | 0,20 | 0,50 | 0,34 | 200 | - | - | - | - | 0,I2 | 4,8/ 7,I | 0,30 |
| ЛКН-0,75-I и ЛКС-0,75-I | 0,6I | 0,20 | 0,75 | 0,34 | 200 | - | - | - | - | 0,I9 | 9,I/ I3,5 | 0,48 |
| ЛКН-I,0 -I и ЛКС-I,0 -I | 0,84 | 0,20 | I,00 | 0,34 | 200 | - | - | - | - | 0,27 | I3,8/ 2I,I | 0,68 |
| Оголовок ОЛН-0,5 | 0,38 | 0,20 | 0,50 | 0,34 | 200 | - | - | - | - | 0,I0 | 4,9/ 6,9 | 0,25 |
| Оголовок ОЛН-0,75 | 0,6I | 0,20 | 0,75 | 0,34 | 200 | - | - | - | - | 0,I5 | 7,I/ I0,0 | 0,38 |
| Крышка | - | - | - | - | 200 | - | - | - | - | 0,03 | I,80 | 0,08 |
| Блок экрана | - | - | - | - | 200 | - | - | - | - | 0,02 | 0,50 | 0,05 |

Окончание табл. I2

| Тип лотка | Глубина лотка, м | Отверстие, м | Наружные размеры, м | | Марка бетона | На I м лотка и на I оголовок | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | высота | ширина | | котлован, $м^3$ | щебеночная подготовка, $м^3$ | изоляция, $м^2$ | засыпка котлована, $м^3$ | объём бетона, $м^3$ | масса арматуры, кг | масса блока, т |
| | | | | | Рамные лотки | | | | | | | |
| | 0,75 | 0,55 | 0,75 | 0,85 | 200 | 0,89 | 0,04 | - | - | 0,I52 | I2,I3 | - |
| | I,0 | 0,60 | I,00 | 0,90 | 200 | I,2I | 0,04 | - | - | 0,I83 | I3,8I | - |
| | I,5 | 0,70 | I,50 | I,00 | 200 | I,92 | 0,04 | - | - | 0,260 | 20,28 | - |



Примечания: I. Характеристики междушпальных лотков под нагрузку С-I4 и междупутных лотков заимствованы из "Альбома водоотводных устройств на станциях" (Мосгипротранс, I975 г, инв.№ 984 (листы 54-78); характеристики междушпальных лотков под нагрузки С-I4 и 60 т на ось взяты из типовых конструкций серии 3.50I-68 "Сборные железобетонные междушпальные лотки на железнодорожных путях промышленных предприятий", разработанных Промтрансниипроектом и распространяемых Новосибирским филиалом ЦИПТ; характеристики рамных лотков заимствованы из "Альбома водоотводных устройств на железных и автомобильных дорогах общей сети Союза ССР" ( Мосгипротранс, I97I г, инв.№ 8I9, (листы 53-6I).

2. Под чертой показана масса варианта арматуры для междушпальных лотков под нагрузку С-I4 и междупутных лотков для междушпальных лотков под нагрузку С-I4 и 60 т от оси.

3. Междушпальные лотки применяются также для отвода воды от централизованных стрелок.

4. Звенья междушпальных лотков под нагрузку С-I4 и 60 т от оси изготавливаются длиной I и 2 м.

Таблица I3

| Тип лотка | Глубина воды в лотке | $i$ =0,002 | | $i$ =0,003 | | $i$ =0,004 | | $i$ =0,005 | | $i$ =0,006 | | $i$ =0,007 | | $i$ =0,008 | | $i$ =0,009 | | $i$ =0,0I0 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $Q$ | $V$ | $Q$ | $V$ | $Q$ | $V$ | $Q$ | $V$ | $Q$ | $V$ | $Q$ | $V$ | $Q$ | $V$ | $Q$ | $V$ | $Q$ | $V$ |
| | м | м³/с | м/с | м³/с | м/с | м³/с | м/с | м³/с | м/с | м³/с | м/с | м³/с | м/с | м³/с | м/с | м³/с | м/с | м³/с | м/с |
| **Междушпальные и междупутные лотки** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I | 0,I5 | 0,0I | 0,50 | 0,02 | 0,6I | 0,02 | 0,70 | 0,02 | 0,79 | 0,03 | 0,86 | 0,03 | 0,93 | 0,03 | I,00 | 0,03 | I,05 | 0,07 | I,II |
| I | 0,30 | 0,03 | 0,58 | 0,04 | 0,7I | 0,05 | 0,8I | 0,05 | 0,9I | 0,06 | I,00 | 0,06 | I,08 | 0,07 | I,I5 | 0,07 | I,22 | I,08 | I,29 |
| I | 0,45 | 0,06 | 0,6I | 0,07 | 0,75 | 0,08 | 0,87 | 0,09 | 0,97 | 0,I0 | I,06 | 0,I0 | I,I5 | 0,II | I,23 | 0,I2 | I,3I | 0,I2 | I,38 |
| I | 0,65 | 0,09 | 0,65 | 0,II | 0,80 | 0,I2 | 0,92 | 0,I4 | I,03 | 0,I5 | I,I3 | 0,I6 | I,2I | 0,I7 | I,30 | 0,I8 | I,38 | 0,I9 | I,45 |
| II | 0,25 | 0,I0 | 0,8I | 0,I3 | I,00 | 0,I5 | I,I5 | 0,I6 | I,28 | 0,I8 | I,40 | 0,I9 | I,52 | 0,20 | I,62 | 0,22 | I,72 | 0,23 | I,8I |
| II | 0,50 | 0,27 | I,0I | 0,32 | I,23 | 0,37 | I,42 | 0,42 | I,58 | 0,46 | I,73 | 0,49 | I,88 | 0,52 | 2,00 | 0,56 | 2,I3 | 0,53 | 2,24 |
| II | 0,75 | 0,45 | I,II | 0,55 | I,36 | 0,64 | I,57 | 0,7I | I,75 | 0,78 | I,92 | 0,84 | 2,07 | 0,90 | 2,2I | 0,95 | 2,34 | I,00 | 2,47 |
| II | I,00 | 0,65 | I,I7 | 0,80 | I,44 | 0,92 | I,66 | I,03 | I,85 | I,I2 | 2,03 | I,2I | 2,I9 | I,30 | 2,35 | I,38 | 2,49 | I,45 | 2,62 |
| II | I,25 | 0,85 | I,22 | I,04 | I,49 | I,20 | I,72 | I,35 | I,93 | I,47 | 2,II | I,59 | 2,28 | I,70 | 2,44 | I,8I | 2,59 | I,90 | 2,73 |
| **Междушпальные лотки под нагрузку С I4 и 60 т от оси** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ЛКН и ЛКС | 0,36 | 0,04 | 0,56 | 0,05 | 0,69 | 0,06 | 0,80 | 0,06 | 0,89 | 0,07 | 0,98 | 0,07 | I,06 | 0,08 | I,II | 0,08 | I,20 | 0,09 | I,24 |
| | 0,57 | 0,06 | 0,58 | 0,08 | 0,7I | 0,09 | 0,82 | 0,I0 | 0,90 | 0,II | 0,98 | 0,I2 | I,08 | 0,I3 | I,I7 | 0,I3 | I,2I | 0,I4 | I,30 |
| | 0,77 | 0,09 | 0,60 | 0,II | 0,73 | 0,I3 | 0,85 | 0,I4 | 0,96 | 0,I6 | I,05 | 0,I7 | I,I4 | 0,I8 | I,I9 | 0,I9 | I,28 | 0,20 | I,35 |

Примечания: I. Таблицы заимствованы из "Альбома водоотводных устройств на станциях". (Госпротранс, I975 г., инв.№ 984) и из типовых конструкций и деталей серии 3.50I-68.

2. Для промежуточных значений глубины воды в лотке значения $Q$ и $V$ могут быть получены интерполяцией.

Разность отметок головок рельсов достигается за счет уклона земляного полотна и толщины балластного слоя. Наиболее характерные решения сопряжения земляного полотна подкрановых путей с земляным полотном железнодорожного пути или автомобильной дороги показано на рис. I4. Укладка вторых путей с заглубленной балластной призмой при различных системах водоотвода приведена на рис. I5.

При строительстве железнодорожных путей на территории предприятия до производства работ по вертикальной планировке земляное полотно сооружается по временной схеме насыпями или выемками с отводом воды кюветами и водоотводными канавами. В дальнейшем, при выполнении работ по вертикальной планировке, осуществляется переход к постоянной схеме и сооружаются водоотводные устройства, предусмотренные проектом.

Наиболее характерный случай такого этапного строительства железнодорожных путей показан на рис.I6.

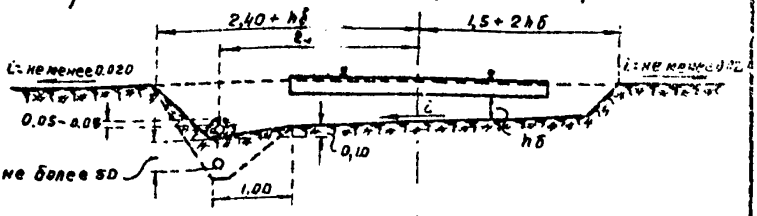
На рис.I7 и I8 приведены схемы установки междушпальных и междупутных лотков, а также смотровых колодцев ливневой канализации.

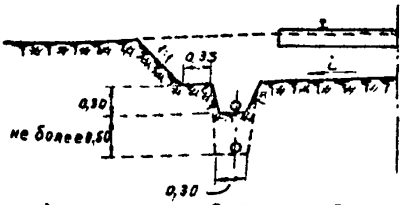
## Земляное полотно постоянных железнодорожных путей в пределах открытых горных разработок

Земляное полотно постоянных железнодорожных путей в пределах открытых горных разработок следует проектировать в соответствии с требованиями главы СНиП П-46-75 "Промышленный транспорт" и с учетом "Единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом".

Ширину основной площадки необходимо принимать в соответствии с табл.6, а заложение откосов насыпей и выемок ($n$)- соответственно по табл.4 и 5. При высоте откосов большей, чем предусмотрено упомянутыми таблицами, их крутизну следует принимать по проекту горных работ с учетом литологии и механических свойств грунтов. При соответствующем обосновании крутизну откосов на подходах к рабочим горизонтам карьеров допускается принимать по табл.I4 и I5.

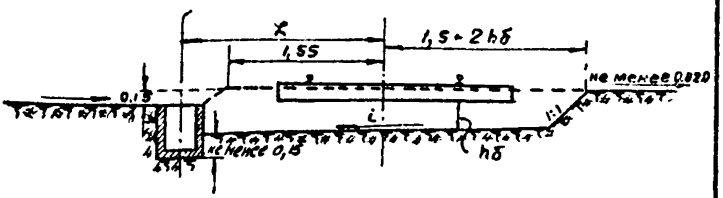
а) С отводом воды продольной трубчатой дреной



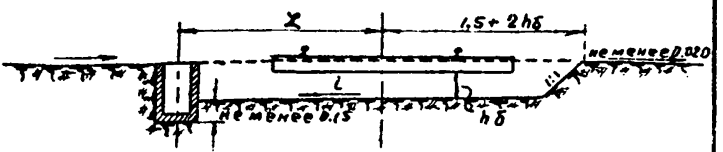




Вариант углубленного ровика

б) С отводом воды продольным лотком при смене шпал со стороны лотка



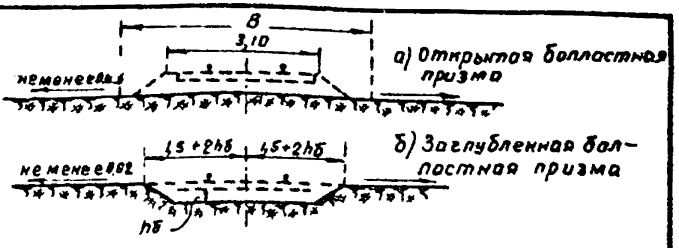

в) С отводом воды продольным лотком при смене шпал со стороны противоположной лотку




Примечания. 1. Уклон основной площадки „i" устанавливается из условия наиболее экономичной толщины балластного слоя (с использованием табл. 11), но должен быть не менее указанного в табл. 8.

2. Величина „d" принимается не менее указанной на рис. 17.

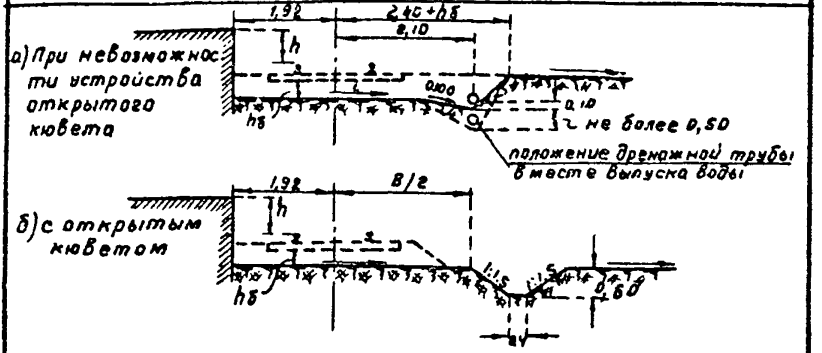
Рис. 7. Железнодорожный путь с заглубленной балластной призмой в недренирующих грунтах земляного полотна




*Примечания. 1. Тип „А" может быть применен при всех грунтах земляного полотна, имеющих показатель консистенции менее 0.25 и сток воды в сторону от пути.*

*2. Тип „Б" применяется при грунтах с коэффициентом фильтрации более 1м/сут во всех климатических зонах, а в IV климатической зоне также и в супесчаных и легких суглинистых грунтах (не пылеватых); в V зоне применяется при всех грунтах.*

*Рис. 8. Железнодорожный путь на планируемой территории без дренажных устройств.*

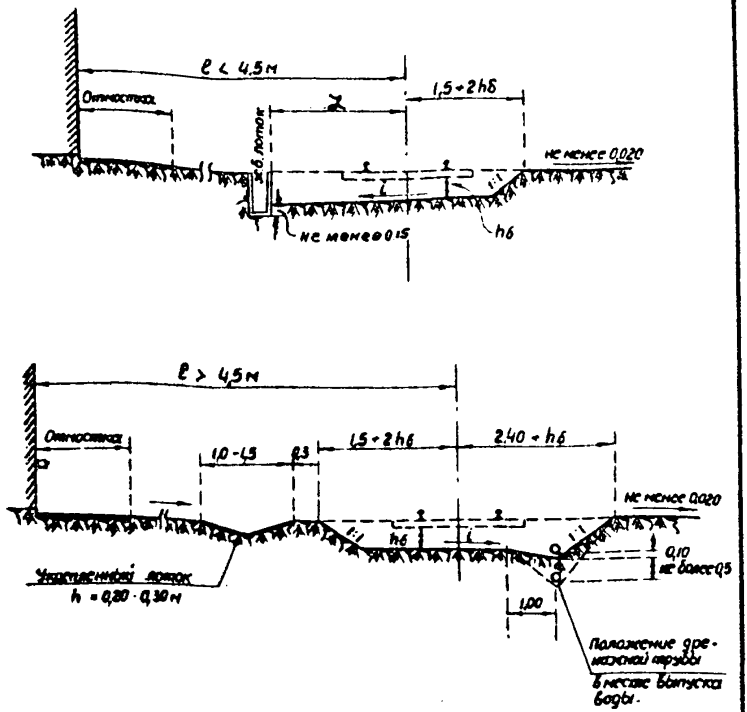



*Примечания: 1. Тип „А" применяется на планируемых территориях, тип „Б" также и на непланируемых территориях.*

*2. Верх земляного полотна из дренирующих грунтов с коэффициентом фильтрации более 1м/сут при типе „А" и более 1м/сутки при типе „Б" проектируется горизонтальным в этом случае дренаж в типе „А" не устраивается*

*3. При типе „А" уклон основной площадки „i" устанавливается из условия наиболее экономичной толщины балластного слоя (с использованием табл. 4) но должен быть не менее указанного в табл. 8*

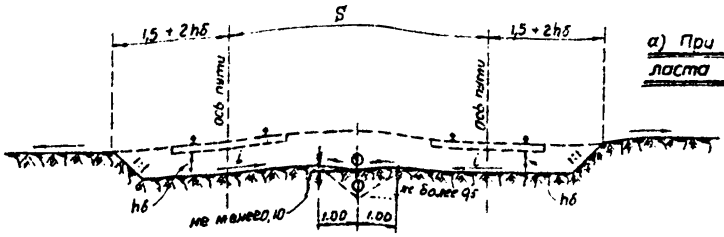
*Рис. 9. Железнодорожный путь у высокой платформы*



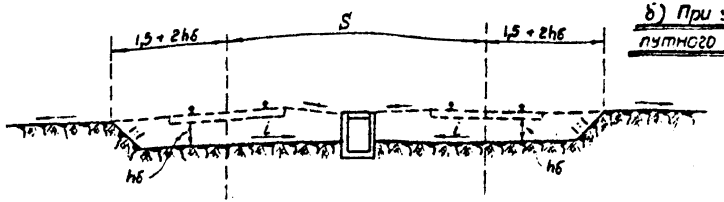

**Примечания:**

1. Применяется на планируемых территориях промышленных предприятий и на станциях.
2. Верх земляного полотна из дренирующих грунтов с коэффициентом фильтрации более 1м/сутки проектируется горизонтальным.
3. Уклон основной площадки „i" устанавливается из условия наиболее экономичной толщины балластного слоя (с использованием табл. 11), но должен быть не менее указанного в табл. 8.
4. Величина „X" принимается не менее показанной на рис. 17

Рис. 10. Железнодорожный путь расположенный вдоль стены здания




а) При отводе воды из балласта продольным дренажем

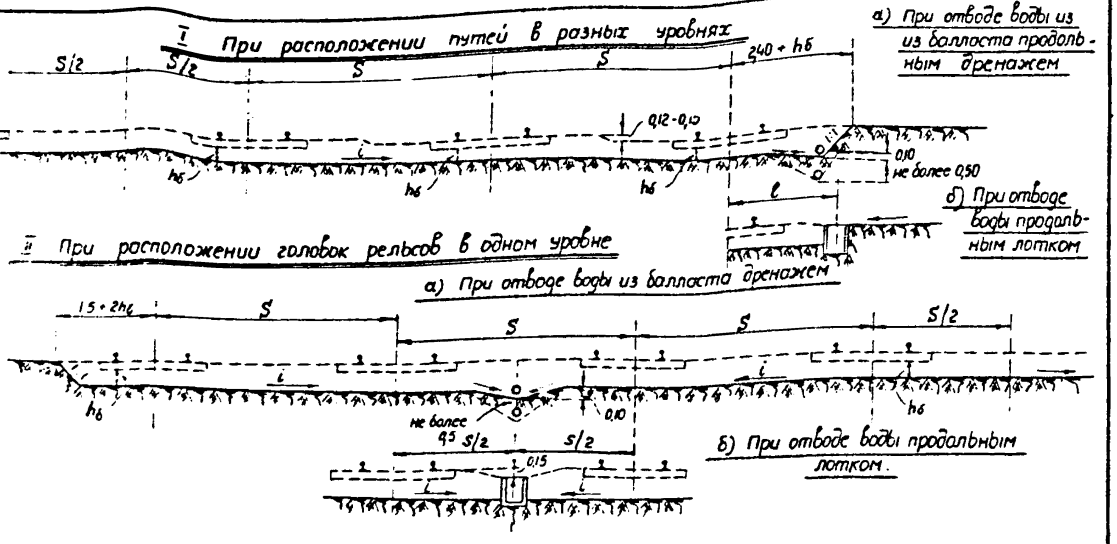



б) При устройстве междупутного продольного лотка

Примечания: 1. Применяется на планируемых территориях промышленных предприятий.

2. Верх земляного полотна из дренирующих грунтов с коэффициентом фильтрации более 1 м/сутки, проектируется горизонтальным и дренаж при типе „а" не устраивается

Рис. II. Земляное полотно для двух железнодорожных путей с заглубленной балластной призмой

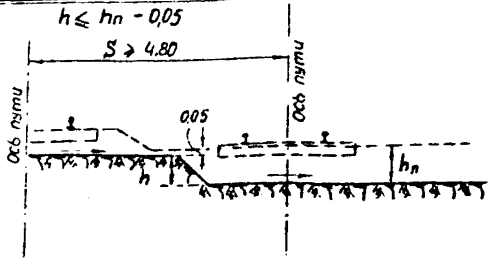



Примечания: 1. Применяются на планируемых территориях промышленных предприятий.
2. Верх земляного полотна из дренирующих грунтов с коэффициентом фильтрации более 1 м/сутки проектируется горизонтальным и дренаж не делается
3. Расстояние "ℓ" от оси пути до оси продольного лотка должно быть не менее: при глубине лотка 0,75 м, 1,25 м и 1,50 м соответственно 2,10 м, 2,40 м, 2,55 м.

Рис. 12. Земляное полотно на несколько путей

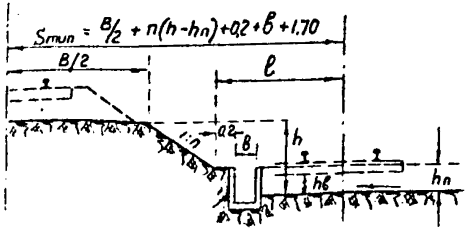
а) При разности отметок земляного полотна

$h \leq h_n - 0{,}05$



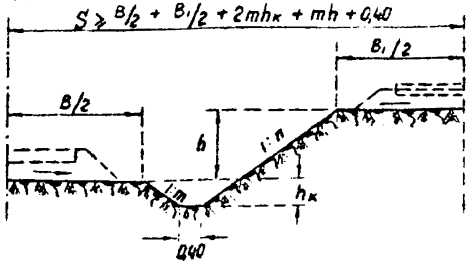

б) При разности отметок земляного полотна.

$h > h_n - 0{,}05$ и междупутье, недостаточном для устройства кювета.




в) При разности отметок земляного полотна

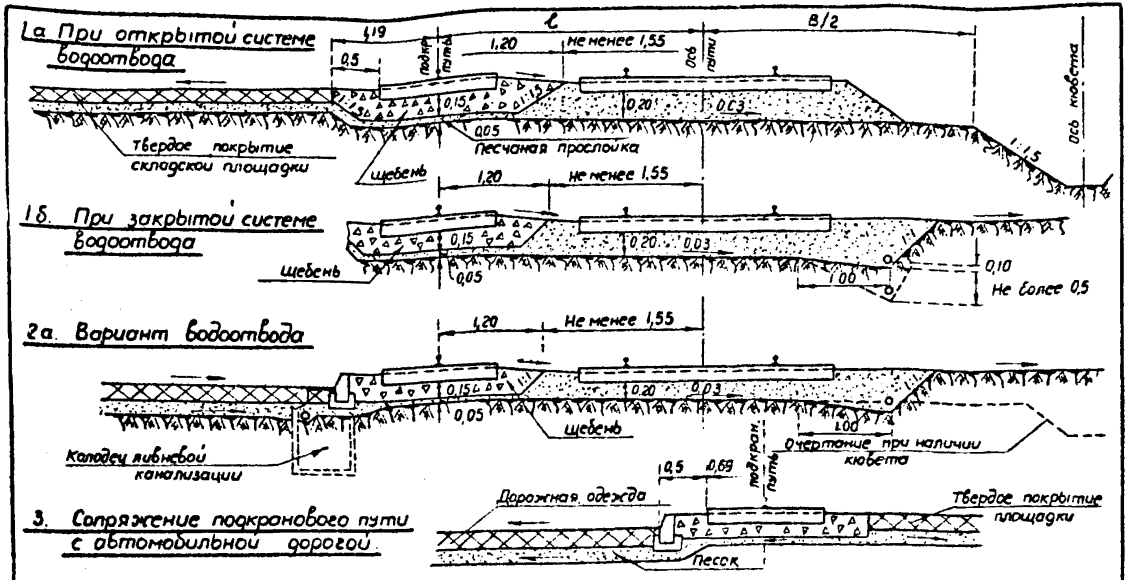
$h > h_n - 0{,}05$ и междупутье $S$, достаточном для устройства кювета.




**Примечания:**

1. Глубина кювета в начале его или в точке водораздела должна быть не менее 0,20 м. Дно и откосы кювета укрепляются от размыва в зависимости от скорости течения воды.
2. В типе (б) применяются лотки: при расходе воды менее 0,2 м³/сек. – 1 типа (табл. 12), при большем расходе – типа 2.
3. Схема установки лотка см. рис. 17

Рис. 13. Сопряжение земляного полотна железнодорожных путей, проектируемых вразных уровнях

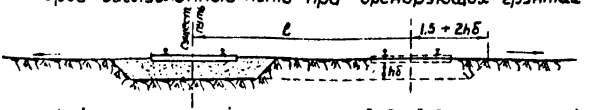



Примечания: 1. На рисунке приведены наиболее характерные решения. Возможны другие решения, вытекающие из условий поверхностного водоотвода. Во всех случаях сброс воды с площадки на пути не допускается.

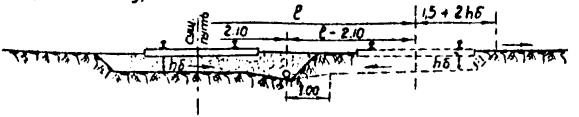
2. Величина „ℓ" принимается не менее чем допускается габаритом (ГОСТ 9238-73)

Рис. 14, Сопряжение железнодорожного пути и автомобильной дороги с подкрановым путем

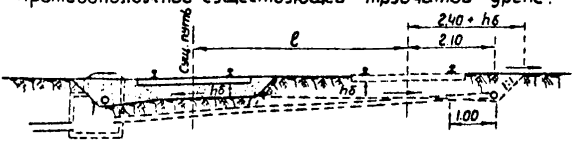
1. Второй заглубленный путь при дренирующих грунтах



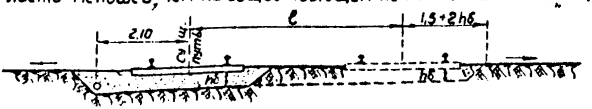

2. Второй заглубленный путь при отводе воды продольной трубчатой дреной.



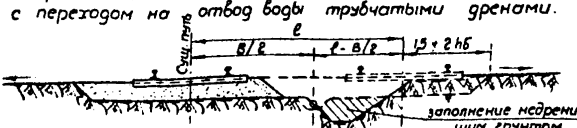

3. Второй заглубленный путь при укладке пути его со стороны противоположной существующей трубчатой дрене.




4. Второй заглубленный путь при укладке его со стороны противоположной существующей трубчатой дрене и при толщине балласта меньшей, чем на существующем пути на величину „ei".




5. Второй заглубленный путь укладываемый со стороны кювета с переходом на отвод воды трубчатыми дренами.




Примечание. Поперечные профили земляного полотна вторых путей сооружаемых в насыпях и в выемках принимаются в соответствии с указаниями СН 449-72

Рис 15. Укладка вторых заглубленных путей на планируемых территориях

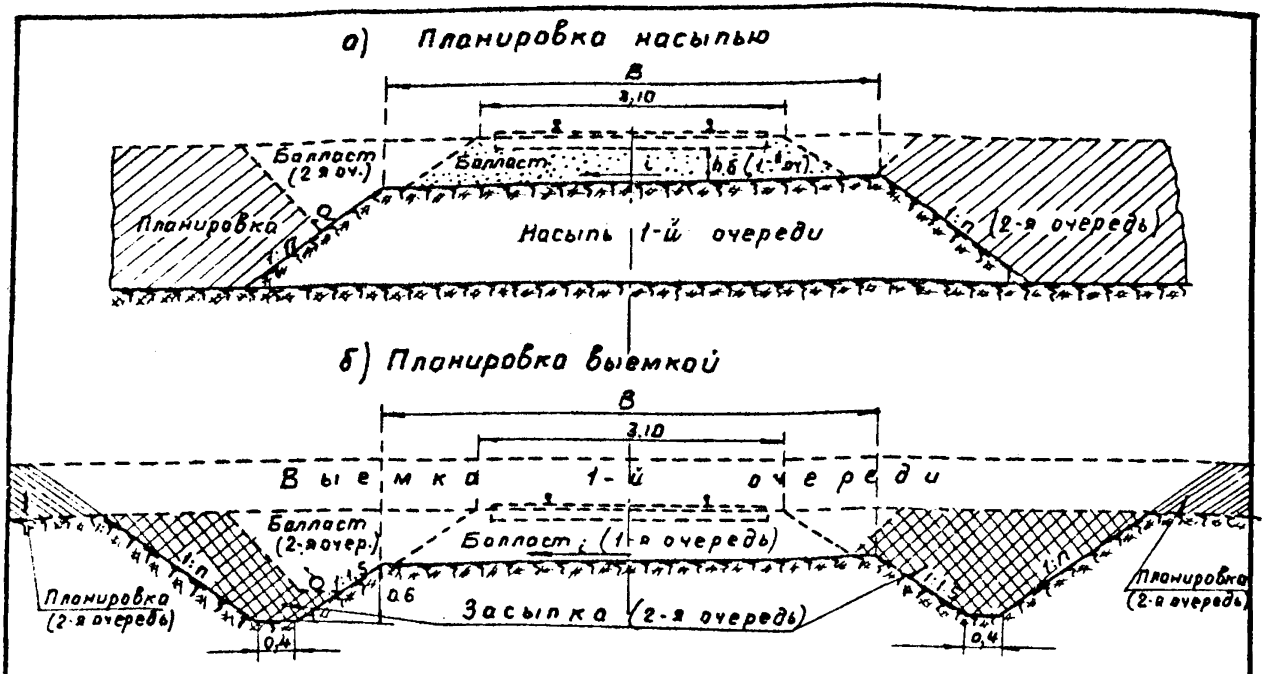
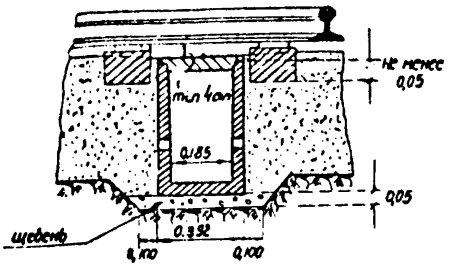


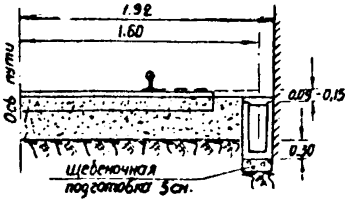

Рис. 16. Схемы поперечных профилей земляного полотна железнодорожных путей при строительстве их в две очереди соответственно очередности работ по планировке прилегающей территории

## I Схемы установки междушпальных лотков (тип I)

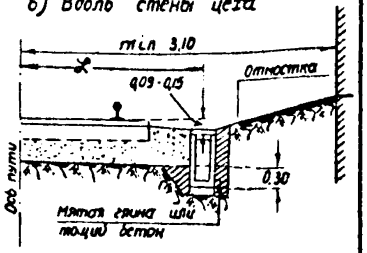
а) Поперек пути



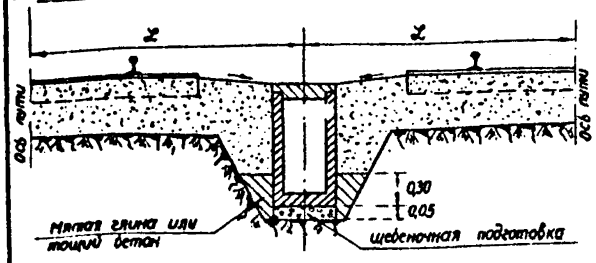

б) Вдоль платформы




в) Вдоль стены цеха




## II Схема установки междупутного лотка (тип II)

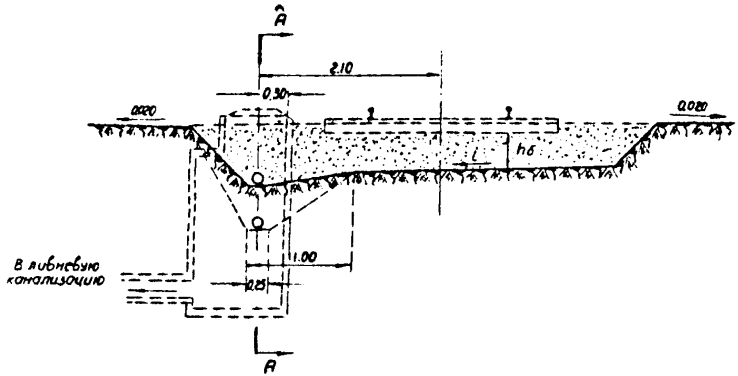



## Условия применения лотков.

| Тип лотка | Глубина лотка, м | Наименьшее расстояние от оси лотка до оси пути, м | Расстояние от п.р. до дна лотка, м min / max |
|---|---|---|---|
| I | 0,35 | 1,60 | 0,44 / 0,50 |
| I | 0,50 | 1,50 | 0,59 / 0,65 |
| I | 0,70 | 1,60 | 0,79 / 0,85 |
| II | 0,75 | 2,10 | 0,85 |
| II | 1,25 | 2,40 | 1,35 |
| II | 1,50 | 2,55 | 1,60 |

Примечание. Устройство экрана из мятой глины или тощего бетона, показанное в схеме I в устраивается при просадочных грунтах.

Рис. 17. Схемы установки лотков




*Примечание.* Смотровые колодцы, рассчитанные на нагрузку III типа (НК-80), принимаются по типовому проекту 902-9-1. При *обращении по путям подвижного состава с нагрузками более 23 тс следует или усилять колодцы, или устраивать их по индивидуальному проекту.*

*Рис 18 Схема установки смотрового колодца*

Таблица I4

| Характеристика насыпей | Высота откоса насыпи, м (не более) | Крутизна откосов насыпей I:n |
|---|---|---|
| Насыпи из камня слабовыветривающихся скальных пород | I2 | I:I,3 |
| | 20 | I:I,5 |
| Насыпи из крупного и средней крупности песков, гравия, дресвы, гальки и щебенистых грунтов слабовыветривающихся пород | I0 | I:I,3 |
| То же, при высоте насыпи до 20 м: | | |
| верхней части высотой | I0 | I:I,3 |
| средней части высотой | 5 | I:I,5 |
| нижней части высотой | 5 | I:I,75 |
| Насыпи из прочих грунтов, годных для отсыпки | I0 | I:I,5 |
| То же, при высоте насыпи до I2 м: | | |
| верхней части высотой | I0 | I:I,5 |
| нижней части высотой | - | I:I,75 |

Примечания: I. При проектировании насыпей из мелких, хорошо окатанных песков крутизну откосов следует назначать по расчету.

2. Крутизна откосов насыпей при высоте, превышающей указанную в таблице, принимается по расчету.

Таблица I5

| Характеристика выемок | Крутизна откосов выемок I:n |
|---|---|
| Выемки в глинах, суглинках, супесях и песках однородного напластования | I : I,3 |
| Выемки в сухих лёссах в условиях засушливого климата | I : 0,I |
| Выемки в лёссах в остальных случаях, выемки в лёссовидных грунтах, а также выемки в крупнообломочных (щебенистых, гравелистых и др.) грунтах в зависимости от их свойств, характера напластования и высоты откосов | От I : 0,5 до I : I,5 |
| Откос выемки в слабовыветривающейся скале при отсутствии падения пластов в сторону полотна и отсутствии трещиноватости | I : 0,I |
| Прочие скальные выемки в зависимости от свойств грунтов, характера их напластования и высоты откосов | От I : 0,2 до I : I |

Примечание: Крутизна откосов выемок глубиной более I2 м, а также выемок, разрабатываемых взрывами или с применением гидромеханизации, назначается по индивидуальным проектам.

Верхнюю часть откосов скальных выемок в пределах рыхлых грунтов следует проектировать крутизной от I:I до I:I,5 ( в зависимости от толщины слоя рыхлых грунтов и степени разрушенности горной породы). При толщине слоя рыхлых пород более 3 м в обоснованных случаях необходимо предусматривать полки шириной не менее 3 м.

Поперечные профили земляного полотна приведены на рис.I9-20. Заключительные полки проектируются в выемках глубиной более 2 м.

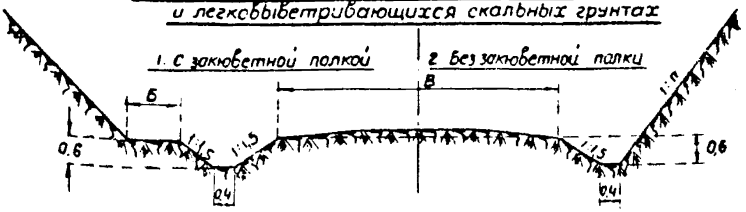
Ширина полки принимается следующая:

в скальных легковыветривающихся породах,

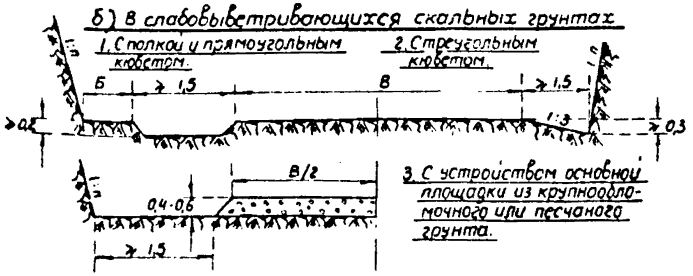
в том числе размягчаемых, глинистых переувлажненных грунтах, пылеватых грунтах,

## I В траншее

### а) В крупнообломочных, песчаных, глинистых и легковыветривающихся скальных грунтах

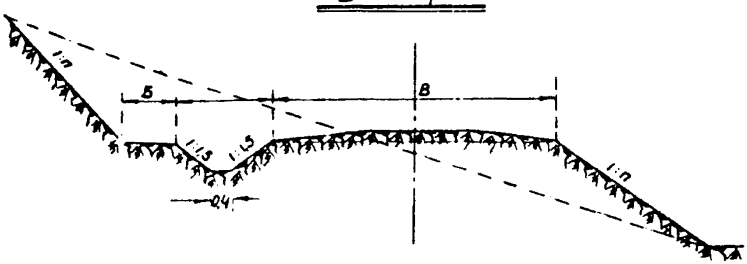



### б) В слабовыветривающихся скальных грунтах




3. С устройством основной площадки из крупнообломочного или песчаного грунта.

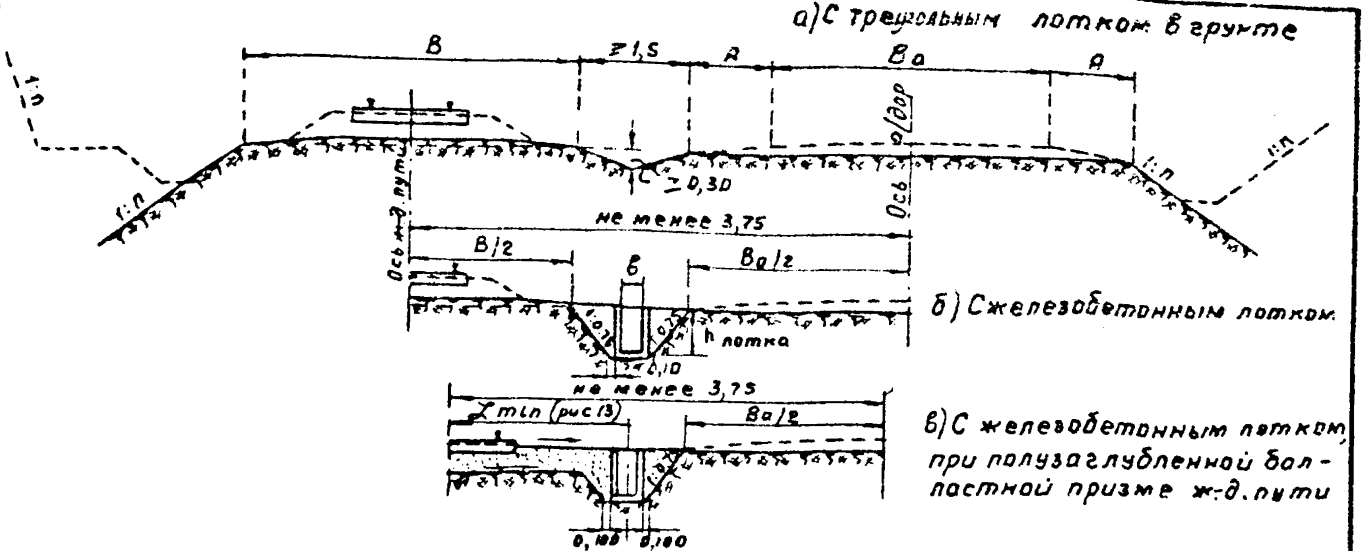
## II На берме




**Примечания:** 1. При устройстве земляного полотна на берме в слабовыветривающихся скальных породах кюветы устраиваются так как показано для случая устройства пути в траншее.

2. При устройстве пути в траншее по типу I а и II при дренирующих грунтах земляного полотна с коэффициентом фильтрации более 1,0 м/сутки сливная призма не делается.

Рис. 19 Земляное полотно железнодорожного пути в пределах открытых горных разработок




Примечания: 1. Ширина земляного полотна железнодорожного пути („B") и автомобильной дороги ($B_a$+2A) принимаются по СНиП.

2. Лотки, устраиваемые в грунте (рис. „а"), в зависимости от расхода воды, разновидности грунта и продольного уклона должны быть укреплены.

3. Тип железобетонного лотка принимается в зависимости от расхода воды и продольного уклона по табл. 12.

4. Выпуск воды из лотка может быть осуществлен междушпальным лотком в нювет ж.-д. пути, на откос или к искусственному сооружению.

Рис. 20. Схемы очертания верха земляного полотна железной и автомобильной дорог, располагаемых в траншее или на берме

лёссовидных грунтах и лёссах, при высоте откоса 2–6 м. . . . . I м
то же, при высоте откоса 6–I2 м, а при обосновании для скальных пород до I9 м. . . . . 2 "
в мелких и пылеватых песках при высоте откоса 2–I2 м. . . . . I "

В обоснованных случаях ( если грунты подвержены интенсивной ветровой и водной эрозии и возможно выпадение отдельных камней и т.п.) ширину полки следует увеличивать по сравнению с приведенными выше нормами.

В зависимости от характера пород и условий производства работ вместо кюветов трапецевидного сечения можно устраивать треугольные кюветы, прямоугольные кюветы, заглубленные в породу, или кюветы, образованные за счет устройства основной площадки земляного полотна из крупнообломочного или песчаного грунта. Выбор типа должен подтверждаться технико-экономическими расчетами.

В скальных выемках, устраиваемых без закюветных полок в откосах, следует устраивать камеры шириной 6 м, глубиной 2,5 м, высотой 2,8 м и располагать их в шахматном порядке, через 300 м с каждой стороны полотна. В промежутках между камерами через 50 м необходимо устраивать ниши шириной 3 м, глубиной I м и высотой 2 м.

Выемки с нагорной стороны следует ограждать нагорными канавами. Канавы, их крепление и выпуски воды нужно проектировать в соответствии с "Альбомом водоотводных устройств на железных и автомобильных дорогах общей сети Союза ССР" (Мосгипротранс, инв.№ 8I9,I97I г.) и обеспечивать пропуск расходов воды, имеющих вероятность их превышения I:I0.

## 4. ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО ВНУТРЕННИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

### Конструктивные элементы

Размеры и конфигурация поперечного профиля земляного полотна внутренних автомобильных дорог промышленных предприятий определяются:

- расположением дороги на планируемой или непланируемой территории и системой поверхностного водоотвода;
- разновидностью грунта и характером увлажнения;
- шириной проезжей части;
- шириной и типом укрепления обочин;
- наличием или отсутствием разделительной полосы;
- конструкцией дорожной одежды, методом ее осушения и морозной защиты, которые, в свою очередь, зависят от рода грунта, дорожно-климатической зоны и характера увлажнения.

Учитывая многовариантность задачи, поперечный профиль дороги следует проектировать в каждом случае в зависимости от местных условий и в соответствии с главой СНиП П-Д.5-72 (П-42) "Автомобильные дороги". Ширина проезжей части и обочин при расчетном автомобиле, соответствующем ГОСТ 9314-59, принимается по табл. 16 и 17.

Таблица 16

| Наименование элементов | Значение показателей при автомобиле шириной до 2,5 м | | |
|---|---|---|---|
| | для дорог | | для проездов и подъездов |
| | магистральных | производственных | |
| 1. Ширина проезжей части при грузонапряженности дороги: | | | |
| а) более 600 тыс.т/год нетто: | | | |
| при двух полосах движения | 7,5 | 7,0 | - |

Окончание табл.I6

| I | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| при четырех полосах движения | I5,0 | - | - |
| б) 600 тыс.т нетто в год и менее: | | | |
| при двух полосах движения | 7,0 | 6,0 | 6,0 |
| при одной полосе движения | - | - | 4,5 |
| 2. Ширина обочин: | | | |
| при одной полосе движения | - | - | 2,0 |
| при двух полосах движения | I,5 | I,5 | I,5 |

Примечания: I. Ширину каждой полосы движения при движении тягачей с прицепом или полуприцепом (если они являются расчетными) следует увеличивать на 0,25 м.

2. Ширину проезжей части дорог с бордюрами следует увеличивать на двухкратную его высоту, но не менее чем на 0,5 м со стороны каждого бордюра.

3. Наибольшая интенсивность движения на I полосу движения не должна превышать 250 автомобилей в час.

При ширине расчетных автомобилей более 2,5 м и размерах движения до 6000 автомобилей в сутки, ширину проезжей части следует принимать по табл.I7.

Таблица I7

| Наименование элементов | Основные размеры поперечного профиля дорог Ш-п и IУ-п категорий | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | категория Ш-п при ширине расчетного автомобиля, м (не более) | | | | категория IУ-п при ширине расчетного автомобиля до 2,75 м |
| | 2,75 | 3,2 | 3,5 | 3,8 | |
| Число полос движения | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ширина полосы движения, м | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 3,75 |
| Ширина проезжей части, м | 8,0 | 9,0 | I0,0 | II,0 | 7,5 |

Окончание табл.I7

| Наименование элементов | Основные размеры поперечного профиля дорог Ш-п и IУ-п категорий | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | категория Ш-п при ширине расчетного автомобиля, м (не более) | | | | категория IУ-п при ширине расчетного автомобиля до 2,75 м |
| | 2,75 | 3,2 | 3,5 | 3,8 | |
| Ширина обочин, м: | | | | | |
| в грузовом направлении | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 2,5 |
| в обратном направлении | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,0 |
| Ширина земляного полотна | I3,0 | I4,5 | I6,0 | I7,0 | I2,0 |

Примечания: I. Ширина каждой обочины при однополосной дороге должна быть не менее половины ширины проезжей части.

2. При ширине расчетного автомобиля ( $a$ ) более 3,8 м ширина полосы движения ( $b$ ) определяется по формуле $b = a + I,7$ м.

3. При интенсивности движения 6000-I5000 автомобилей в сутки следует назначать 4 полосы движения, а при большем числе автомобилей в сутки - 6 полос движения.

Разделительные полосы следует проектировать шириной 5 м на дорогах Ш-п категории при четырех полосах движения. На застроенных территориях ( при соответствующем обосновании) ширину разделительной полосы допускается уменьшать до 2 м.

На кривых ширину проезжей части следует уширить с внутренней стороны кривой за счет обочин. При этом ширина обочин должна оставаться не менее I,0 м, а на дорогах Ш-п категории - I,5 м. Величину уширения нужно принимать по нормам главы СНиП "Автомобильные дороги".

Поперечные уклоны земляного полотна (основания дренирующего слоя) следует принимать равными поперечным уклонам проезжей части, но не менее:

При коэффициенте фильтрации дренирующего слоя I м/сут — 40о/оо;
" " " " " 2 " — 30о/оо;
" " " " " 3 " и более — 20о/оо

Крутизну откосов насыпей и выемок принимают по табл.4 и 5.

Поперечные уклоны проезжей части и обочин принимаются по табл.I8.

Таблица I8

| Вид покрытия | Поперечный уклон, о/оо |
|---|---|
| Проезжая часть | |
| Цементобетонное и асфальтобетонное | I5-20 |
| Брусчатое, мозаичное и клинкерное | 20-25 |
| Покрытие из щебеночных, гравийных и других материалов, обработанных органическими вяжущими веществами | 20-25 |
| Щебеночное и гравийное | 25-30 |
| Мостовые из колотого и булыжного камня; грунтовые, укрепленные местными материалами | 30-40 |
| Обочины | |
| При укреплении с применением вяжущих | 30-40 |
| При укреплении гравием, щебнем, шлаком или замощением каменными материалами и бетонными плитками | 40-60 |
| При укреплении дренованием или засевом трав | 50-60 |
| То же, для районов с небольшой продолжительностью снежного покрова и при отсутствии гололеда | 50-80 |

Примечание: При земляном полотне из крупнозернистых и среднезернистых песков, тяжелых суглинков и глин поперечный уклон обочин допускается принимать 40о/оо.

## Земляное полотно внутризаводских автомобильных дорог

Внутризаводские автомобильные дороги сооружаются, как правило, на одном уровне с отметками планировки прилегающих территорий.

Однако, если это не вызывает увеличения разрывов между зданиями ( не связано с увеличением территории предприятия)

и допустимо по условиям вертикальной планировки, требованиям благоустройства и др., дороги рекомендуется поднимать над уровнем планировки на высоту 0,5 - 0,8 м, как это показано на рис. 22(тип Iа и 3). Такое решение обеспечивает лучшие условия эксплуатации дороги, особенно в период строительства предприятия.

При сооружении дороги на одном уровне с отметками планировки земляное полотно представляет собою дорожное "корыто" в насыпном или естественном грунте, образуемое для устройства дорожной одежды.

Глубина дорожного"корыта" и его конфигурация определяются толщиной дорожной одежды (включая морозозащитный слой), определяемой по "Инструкции по проектированию дорожных одежд нежесткого типа" (ВСН 46-72), и принятой системой осушения основания дорожной одежды.

Проектирование земляного полотна в рассматриваемом случае заключается в определении размеров "корыта" и назначении (в случае необходимости) мероприятий для защиты его от избыточного увлажнения поверхностными или грунтовыми водами.

Типы увлажнения применительно к условиям работы автомобильных дорог на планируемых территориях описаны в табл.I9.

Таблица I9

| Тип увлажнения | Показатели увлажнения | |
|---|---|---|
| | Непланируемые территории | Планируемые территории |
| I | Поверхностный сток обеспечен, грунтовые воды не оказывают существенного влияния на увлажнение верхней толщи грунтов | То же, что на непланируемых территориях |
| 2 | Поверхностный сток не обеспечен,но грунтовые воды не оказывают существенного влияния на увлажнение верхней толщи грунтов; почвы с признаками поверхностного заболачивания; весной и осенью появляется застой воды на поверхности | Поверхностный сток с прилегающей территории затруднен(малые уклоны поверхности,занятой газонами),малые уклоны кюветов территории, характеризующиеся засорением в процессе производства или транспорта |

Окончание табл.19

| Тип увлажнения | Показатели увлажнения | |
|---|---|---|
| | Неспланируемые территории | Планируемые территории |
| 3 | Грунтовые воды или длительно стоящие (более 20 сут); поверхностные воды влияют на увлажнение верхней толщи грунтов; почвы торфяные, оглеенные с признаками заболачивания, а также солончаки и постоянно орошаемые территории засушливых областей | Грунтовые воды оказывают влияние на увлажнение верхней толщи грунтов |

Примечание. См. примечание к табл.9

При первом типе увлажнения местности никаких мероприятий по осушению земляного полотна предусматривать не требуется.

При втором и третьем типе увлажнения местности необходимо, чтобы низ дорожной одежды (низ дополнительного дренирующего или морозозащитного слоя) возвышался над уровнем грунтовых вод на величину, указанную в табл.10. При этом величину возвышения допускается уменьшать на величину морозозащитного слоя.

Величину возвышения низа дорожной одежды над горизонтом грунтовых вод, понижаемом посредством дренажа, следует увеличивать на 25%.

При более высоком, чем требуется по табл.10, залегании грунтовых вод, следует проектировать дренажи глубокого заложения для перехвата или понижения их уровня, замену грунта, устройство изолирующих прослоек и другие мероприятия, изложенные в разделе 9.

На рис. 21-25 приведены характерные схемы поперечных профилей автомобильных дорог, проектируемых на планируемых территориях промышленных предприятий и других застроенных территориях.

Земляное полотно автомобильных дорог, сооружаемое на участках планировки, выполненной подсыпкой, должно быть уплотнено на всю высоту этой подсыпки. Также должно быть уплотнено

естественное основание низких насыпей. Глубина уплотнения должна быть не менее 0,8 м от поверхности покрытия. Коэффициент уплотнения принимается в зависимости от типа дорожного покрытия и дорожно-климатического района:

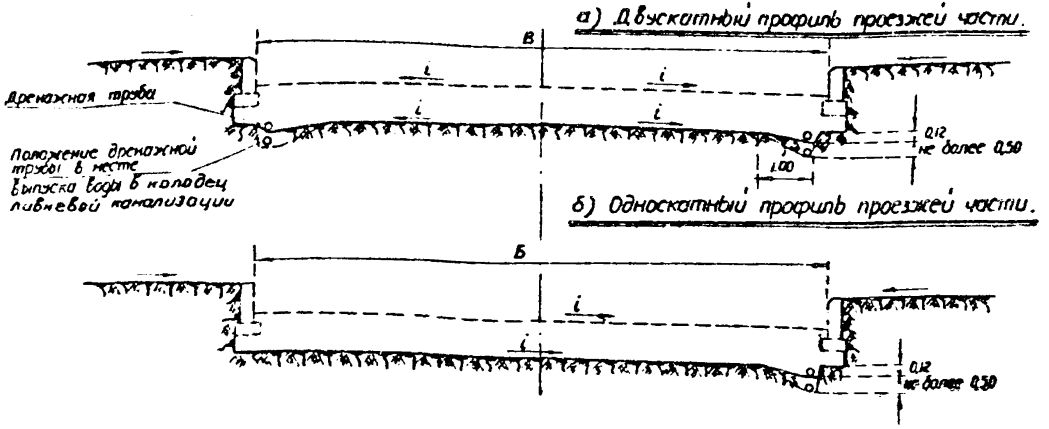
| Тип дорожного покрытия | П-Ш | IУ-У |
|---|---|---|
| Цементобетонные и цементогрунтовые покрытия и основания. . . . . | I,0 | 0.98 |
| Другие усовершенствованные капитальные покрытия. . . . . | 0,98 | 0,95 |
| Усовершенствованные облегченные покрытия. . . . . | 0,98 | 0,95 |
| Переходные покрытия. . . . . | 0,95 | 0,95 |

Дополнительные объемы работ, связанные с уплотнением грунтов, могут быть приняты в размере 2,5% от общего объёма уплотненного грунта.

Земляное полотно, сооружаемое в насыпях или выемках, следует проектировать в соответствии с требованиями СНиП и "Указаний по проектированию земляного полотна железных и автомобильных дорог" (СН 449-72) и с использованием типовых поперечных профилей земляного полотна автомобильных дорог общей сети СССР.

Практика показывает, что строительство сети ливневой канализации, как правило, запаздывает по отношению к срокам строительства автомобильных дорог; также может запаздывать планировка прилегающей к дороге территории. В этих случаях создаются весьма неблагоприятные условия работы дороги, особенно в дождливое время. В связи с этим поперечный профиль дорог, запроектированных с бордюрами на одном уровне с отметками планировки прилегающей территории, следует проектировать с расчетом строительства дороги в два этапа, как показано на рис.26. На первом этапе дорога сооружается с поперечным профилем "загородного"типа - с кюветами, а после выполнения работ по планировке прилегающей территории осуществляется проектный профиль с бардюрами и установкой ливнеприемников.

Если нежелательно врезать дождеприемные колодцы с решетками в существующую дорожную одежду, особенно жесткого типа,




Примечания: 1. Устройства для отвода воды из корыта показаны условно. При других типах отвода воды очертание поперечного профиля соответственно изменяется.

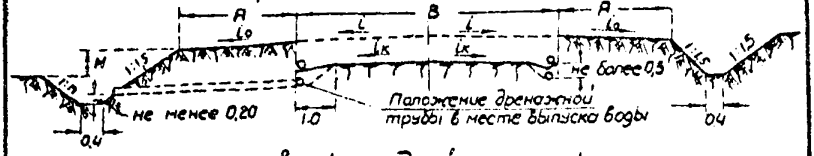
2. При грунтах земляного полотна, имеющих коэффициент фильтрации более 1м/сутки отвод воды из корыта не предусматривается

Рис. 21. Автомобильная дорога в отметках планировки без кюветов

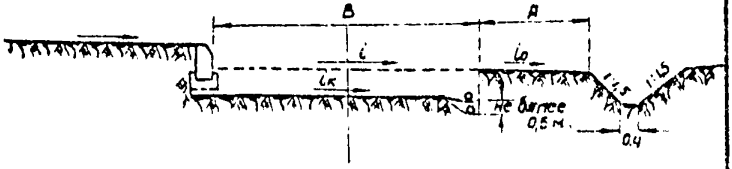
## 1. Кюветы с обоих сторон

а) Отметки дороги подняты над отметками планировки

б) Отметки дороги в одном уровне с планировкой



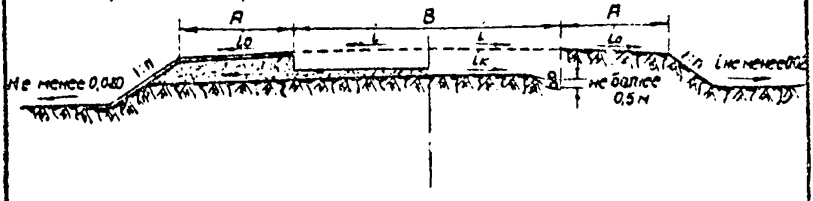

## 2. Кюветы с одной стороны




## 3. Без кюветов

а) Без трубчатых дрен

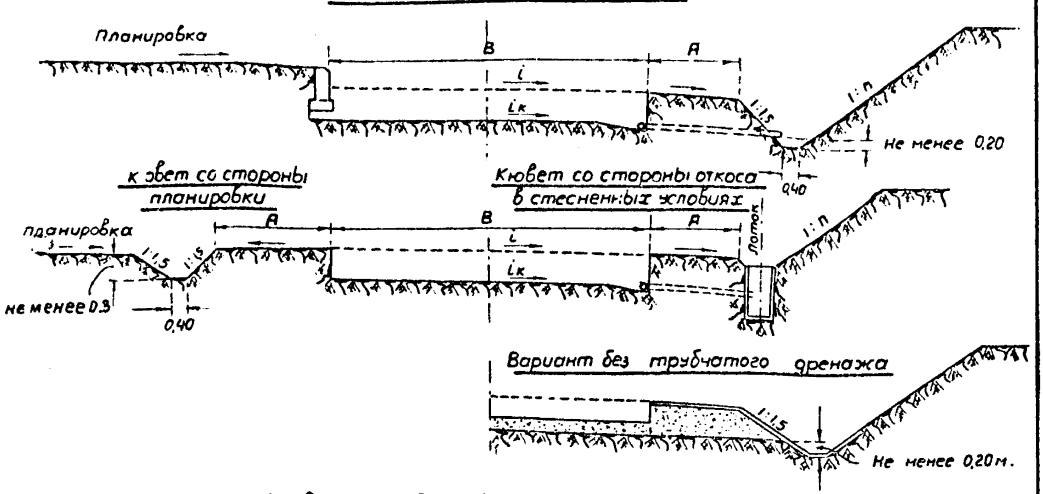
б) С трубчатыми дренами




**Примечания:**

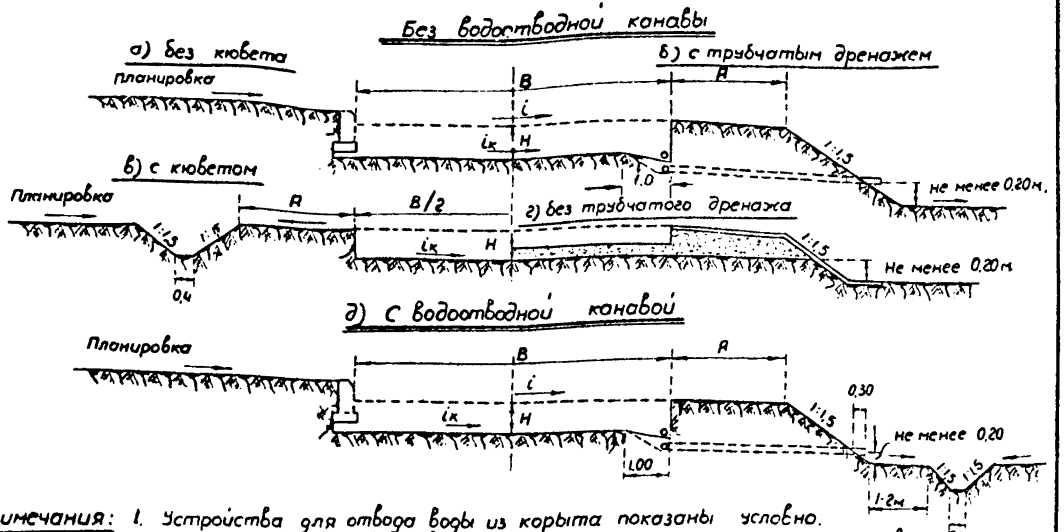
1. Устройство для отвода воды из корыта показаны условно. При других типах отвода воды из корыта очертание поперечного профиля соответственно изменяется.
2. При достаточной высоте насыпи отвод воды из корыта может осуществляться в кювет по типу 1а или вместо трубчатых дрен может быть устроен сплошной дренирующий слой по типу 3а. В остальных случаях вода из трубчатых дрен выпускается в ливневую канализацию.
3. При грунтах земляного полотна имеющих коэффициент фильтрации более 1 м/сутки отвод воды из корыта не предусматривается.

Рис 22 Автомобильные дороги с обочинами на планируемой территории




**Примечание.** Устройства для отвода воды из корыта показаны условно. При других типах отвода воды очертание поперечного профиля соответственно изменяется.

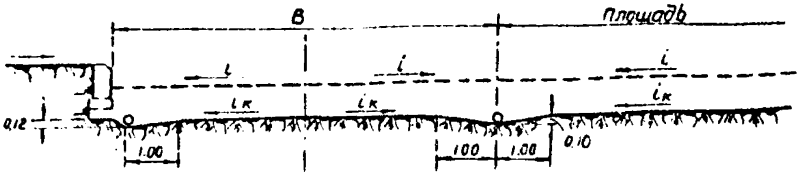
Рис. 23. Автомобильная дорога границе планировки или террасы в выемке




**Примечания:** 1. Устройства для отвода воды из корыта показаны условно. При других типах отвода воды очертание поперечного профиля соответственно изменяется. В типе „д" трубчатые дрены могут быть заменены сплошным песчаным слоем, устраиваемым по типу „г".
2. При недостаточной высоте насыпи выпуск воды из трубчатых дренажей производится в ливневую канализацию.

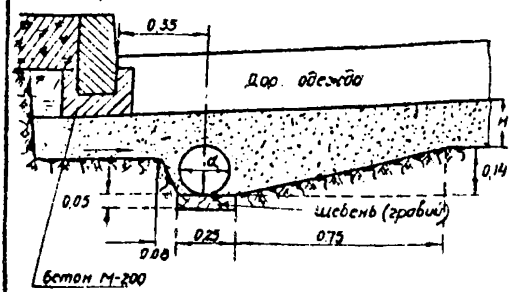
Рис 24. Автомобильная дорога на границе планировки или террасы в насыпи

Сопряжение проезжей части дороги с площадью.

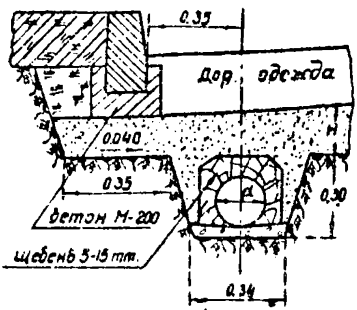



Сопряжение проезжей части дороги с тротуаром или газоном.

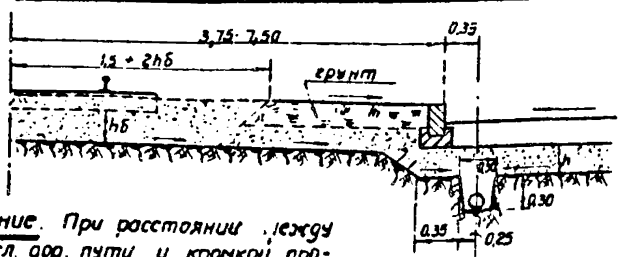
а) Дренаж с мелким ровиком




б) Дренаж с углубленным ровиком




Земляное полотно жел.дор. пути и автомобильной дороги при расстоянии между ними 3,75-7,50м.




Примечание. При расстоянии между осью жел. дор. пути и кромкой проезжей части автомобильной дороги более 7.50м возможно устройство кювета между ними.

Рис. 25. Узлы сопряжений проезжей части автомобильной дороги с газоном, тротуаром и ж.д. путем

бетонные колодцы можно устанавливать вне пределов проезжей части с устройством карманов, как показано на рис.27.

## Земляное полотно постоянных автомобильных дорог в пределах открытых горных разработок

Земляное полотно постоянных автомобильных дорог в пределах открытых горных разработок следует проектировать в соответствии с требованиями главы СНиП П-Д.5-72 (П-42) "Автомобильные дороги". Нормы проектирования" и "Единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом".

На рис. 28 и 29 показаны решения основных типов поперечных профилей земляного полотна при расположении дороги на берме (уступе). При расположении дороги в траншее или в насыпи поперечный профиль компонуется из соответствующих частей поперечных профилей, показанных на рис. 28 и 29.

Ширина земляного полотна по верху складывается из:

а) ширины проезжей части, принимаемой по табл.17, при необходимости увеличенной на ширину разделительной полосы;

б) ширины обочин, принимаемой:

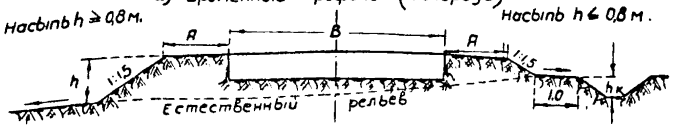
- с низовой стороны карьерных и отвальных дорог в пределах уступов и полутраншей с учетом размещения на них ограждений, укрепленной полосы и лотков;
- у однополосных дорог, кроме размещения с низовой стороны элементов, указанных в п.а, не менее половины ширины полосы движения;
- у всех остальных дорог не м нее I,5 м;
- ширины бермы (заповетной полки), принимаемой соответственно указаниям, изложенным выше, для земляного полотна железнодорожных путей.

Земляное полотно дорог следует располагать вне призмы обрушения уступов и развалов. Расстояние от подошвы развала до края лотка дороги должно быть не менее 0,75 м.

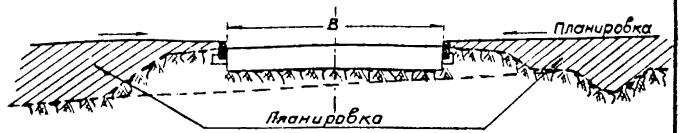
Дорога со стороны низового откоса должна быть ограждена подпорной (защитной) стенкой или земляным валом, располагаемыми вне призмы обрушения. На уступах из монолитной породы,

I. Дорога на участке планировки насыпью

а) Временный профиль (1 очередь)

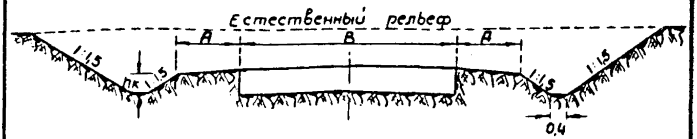



б) Постоянный профиль (2 очередь)




II. Дорога на участке планировки выемкой

а) Временный профиль (1 очередь)




б) Постоянный профиль (2 очередь)

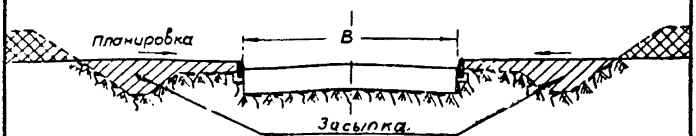



Рис. 26 Схемы поперечных профилей дорог на планируемой территории при строительстве их в два этапа

Схема установки дождеприемного колодца в пределах проезжей части

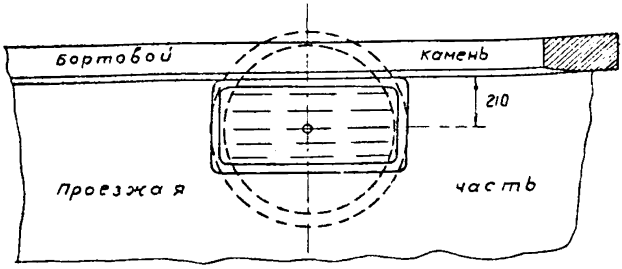
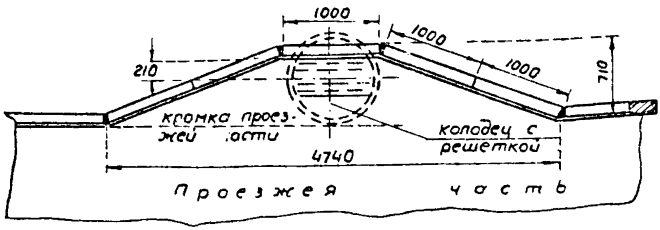
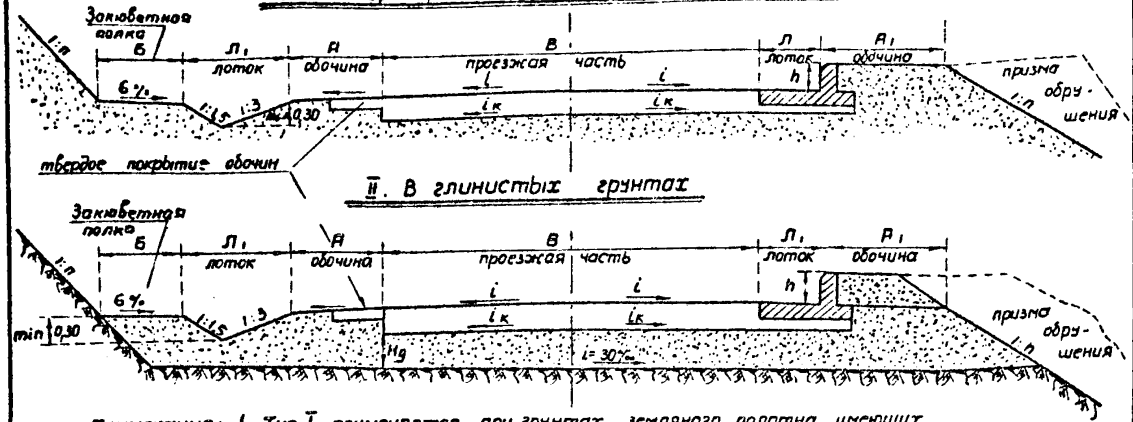



Схема установки дождеприемного колодца вне проезжей части ("в кармане")




Примечания: 1. Дождеприемные колодцы принимаются по типовому проекту 902-9-1, альбом 2.
2. Возможна установка дождеприемного колодца вне проезжей части без устройства кармана, по типовому проекту 902-9-1, альбом 2.

Рис. 27 Схемы установки дождеприемных колодцев

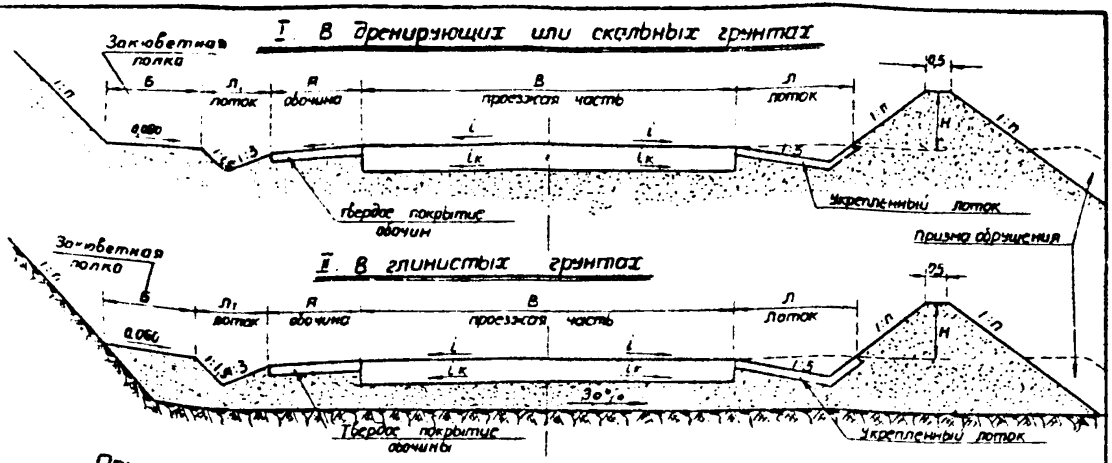



**Примечания:** 1. Тип I применяется при грунтах земляного полотна имеющих коэффициент фильтрации не менее 0,5 м / сутк.

2. В выемках в легковыветривающихся скальных породах треугольный лоток может быть заменен кювет-траншеей, поддерживающими или ограждающими стенками для защиты дорожного полотна от продуктов выветривания осыпающихся с откосов.

3. Толщина слоя дренирующего грунта в типе II определяется расчетом в комплексе с определением толщины дорожной одежды с учетом морозной защиты.

Рис. 28. Земляное полотно автомобильной дороги в пределах открытых горных разработок с ограждением подпорной стенкой




**Примечания:**

1. Тип I применяется при грунтах земляного полотна имеющих коэффициент фильтрации не менее 0,5 м/сут.
2. В выемках в легковыветривающихся скальных породах треугольный лоток может быть заменен кювет-траншеей, поддерживающими или ограждающими стенками для защиты дорожного полотна от продуктов выветривания, осыпающихся с откосов.
3. Толщина слоя дренирующего грунта в типе II определяется расчетом в комплексе с определением толщины дорожной одежды с учетом морозной защиты.

Рис. 29. Земляное полотно автомобильной дороги на открытых горных разработках с ограждением в виде земляного вала

не имеющих призмы обрушения, ограждение устанавливается не ближе 1 м от края уступа (по подошвы ограждающего вала или стенки).

Высоту ограждения следует определять расчетом. Она должна быть не менее одной трети высоты колеса расчетного автомобиля и не менее 0,7 м, а при обращении автомобилей грузоподъёмностью 10 т и выше - не менее 1 м.

Ширина укрепленной обочины с лотком, примыкающей к ограждению, должна быть не менее полуторной высоты этого ограждения.

Заложение откосов насыпей и выемок ( n ) принимается по табл.4 и 5. При высоте откосов большей, чем предусмотрено табл.4 и 5, их крутизну следует принимать по проекту горных работ с учетом литологии и механических свойств грунтов. Верхнюю часть откосов скальных выемок в пределах рыхлых грунтов нужно проектировать крутизною от 1:1 до 1:1,5, в зависимости от толщины слоя рыхлых грунтов и степени разрушенности горной породы. При толщине слоя рыхлых пород более 3 м, в обоснованных случаях, необходимо предусматривать полки шириною не менее 3 м.

Глубина лотка со стороны нагорного откоса принимается по расчету. При больших расходах воды треугольный лоток можно заменить лотком трапецеидального сечения или железобетонным лотком прямоугольного сечения (в необходимых случаях закрытым).

## 5. ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, СОЕДИНЯЮЩИХ СЕЛИТЕБНЫЕ ТЕРРИТОРИИ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

Особенностью дорог, соединяющих селитебные территория с промышленными предприятиями или группами предприятий, является то, что на одном земляном полотне с проезжей частью автомобильной дороги , как правило, размещаются велосипедные дорожки, тротуары, а в ряде случаев и трамвай.

Такие дороги являются продолжением городских улиц, но по составу и интенсивности движения могут превосходить их, так как в них, как правило, вливаются грузовые и пассажирские потоки с нескольких улиц.

При проектировании упомянутых дорог на незастроенной территории, между жилой и промышленной зонами, необходимо учитывать, что они, по мере застройки территории, могут превратиться в магистральные улицы общегородского или местного значения (дороги промышленных и коммунально-складских районов). При этом прилегающая территория может быть спланирована под отметки бортового камня дороги, а это, в свою очередь, изменит условия отвода воды с поверхности дороги и из основания проезжей части, принятые при строительстве дороги.

При проектировании необходимо учитывать то, что такие дороги обычно сооружаются этапами. Как правило, в первую очередь сооружают дороги с меньшим числом полос движения, обеспечивающие строительство предприятия или его начало, а на последующих этапах уширяют и усиливают проезжую часть, строят тротуары, велодорожки, сооружения пассажирского транспорта (остановочные и посадочные площадки, павильоны и т.п.)

Рассматриваемые дороги проектируются с учетом норм главы СНиП П-60-75 "Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов", с учетом требований, связанных с движением автомобилей особо большой грузоподъемности, отраженных нормами главы СНиП П-Д.5-72 "Автомобильные дороги" и с учетом требований архитектурно-планировочных заданий,

выдаваемых исполкомом местного Совета депутатов трудящихся.

Возможные варианты схемы поперечного профиля дорог при условии расположения на общем земляном полотне, кроме проезжей части автодороги, велодорожек, тротуаров и трамвая, показаны на рис.30-33.

На этих рисунках набор и взаимное расположение элементов дороги показано условно, а ширина разделительных полос и обочин указана в соответствии с требованиями СНиП.

Земляное полотно, как правило, независимо от очередности строительства проезжей части, целесообразно строить сразу на проектную ширину.

В этом случае ширина разделительных полос увеличивается за счет полос движения проезжей части, относимых на последующие очереди строительства, и используется для временного озеленения.

Строительство земляного полотна очередями, соответственно очередности строительства проезжей части, следует проектировать в тех случаях, когда оно связано со значительными объёмами земляных работ, строительством мостов и путепроводов, а также со сносом ценных зданий и сооружений.

Взаимное расположение элементов дороги следует определять в каждом случае особо, в зависимости от расположения обслуживаемых объектов, размеров, направления грузо- и людопотоков и т.п.

При размещении велодорожек по обеим сторонам дороги следует исходить из двухстороннего движения по каждой из них, и, следовательно, необходимо на каждой дорожке назначать не менее двух полос движения. То же самое нужно иметь в виду при назначении ширины тротуаров, располагаемых с обеих сторон дороги.

Конфигурация земляного полотна должна определяться в зависимости от толщины дорожной одежды и принятого способа осушения основания дорожной одежды, а также очередности строительства.

На рис.34-37 приведены схемы отвода воды с поверхности дороги. На этих схемах предусмотрен случай отсутствия ливне-

вой канализации. Они достаточно просты в исполнении, несложны в эксплуатации, предусматривают применение типовых деталей, допускающих повторное использование после разборки. Поэтому их рекомендуется применять также при строительстве дороги очередями, когда неизбежна реконструкция системы отвода воды.

При наличии ливневой канализации отвод поверхностной воды осуществляется по схеме, приведенной на рис.35. При наличии ливневой канализации наиболее просто решается отвод воды и из основания проезжей части.

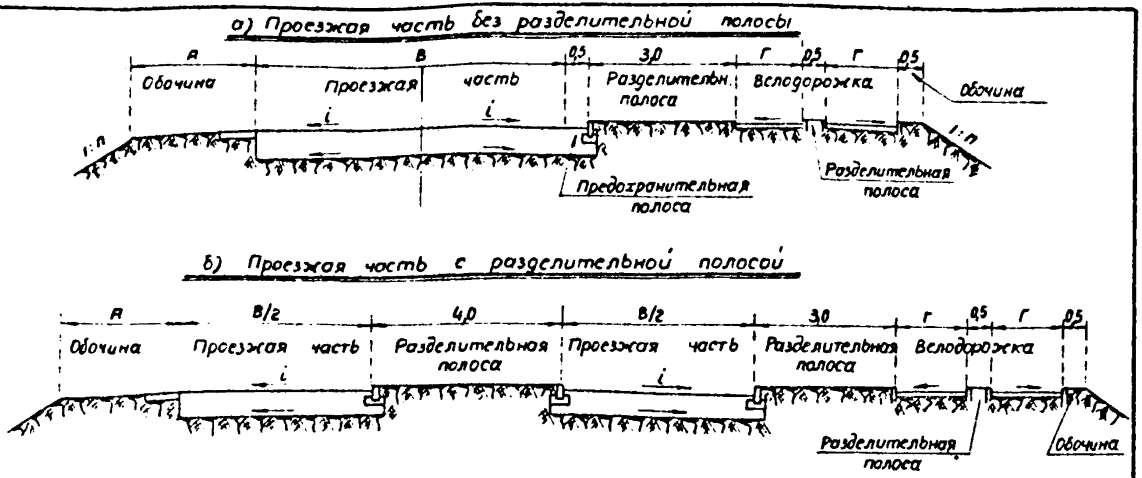
Необходимо иметь в виду, что отвод воды из основания дорожной одежды трубчатыми дренами при отсутствии ливневой канализации может быть при стадийном строительстве дороги затруднен, а при ее расположении в выемке или в малой насыпи и вовсе исключен. В этих случаях рекомендуется в основании дорожной одежды проектировать продольные трубчатые дренажи с выпуском воды из них в пониженных местах рельефа, где дорога сооружается в насыпи достаточной высоты.

При достаточной высоте насыпи, обеспечивающей положение низа дренирующего слоя на 20 см и более выше поверхности земли или дна кювета, при обосновании технико-экономическими расчетами, можно запроектировать устройство дренирующего слоя на всю ширину земляного полотна.

Толщину дренирующего и морозозащитного слоев следует определять расчетом в соответствии с "Инструкцией по проектированию дорожных одежд нежесткого типа", ВСН 46-72/М., "Транспорт",1973).

При проектировании необходимо ширину проезжей части дорог, велодорожек, тротуаров принимать в соответствии с нормами СНиП П-60-75 и П-Д.5-72.

Продольные уклоны по лоткам проезжей части при цементобетонном и асфальтобетонном покрытиях следует проектировать не менее 4о/оо, при других типах покрытий - не менее 5о/оо. При необходимости проектировать лотки уклонами меньше указанных им следует придавать пилообразный продольный профиль с размещением в пониженных местах дождеприемных колодцев



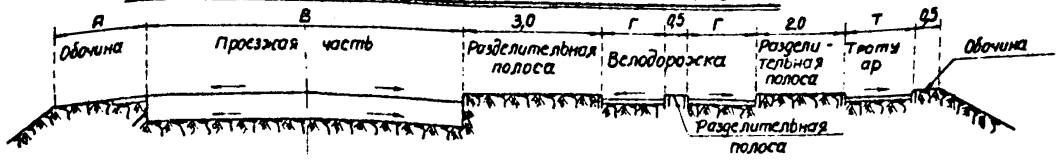

Примечания: 1. Отметки и очертание верха земляного полотна принимаются в соответствии с толщиной дорожной одежды автомобильной дороги и велодорожки и с принятым способом отвода воды из основания дорожной одежды.

2. Устройства для отвода воды с поверхности дороги см. Рис. 34-37.

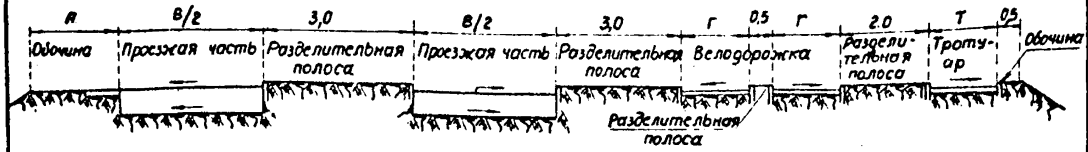
3. Отвод воды из основания проезжей части, учитывая многовариантность решений не показан.

Рис. 30. Схемы поперечного профиля земляного полотна при размещении на нем автомобильной дороги и велодорожки

а) Проезжая часть без разделительной полосы.



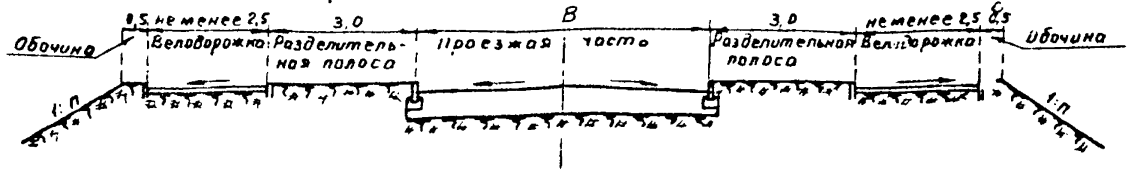

б) Проезжая часть с разделительной полосой.



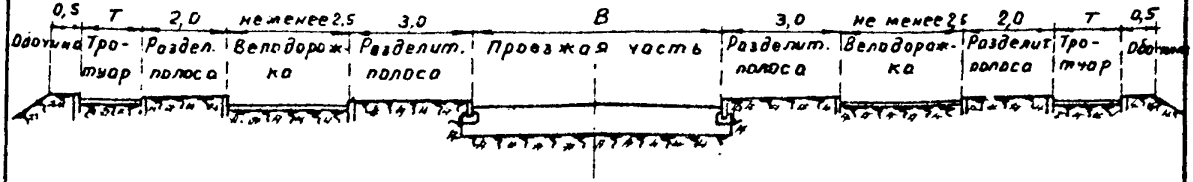

Примечания:
1. Отметки и очертания верха земляного полотна принимаются в соответствии с толщиной дорожной одежды автомобильной дороги, велодорожки и тротуара.
2. Устройства для отвода воды с поверхности дороги на рис. 34-37.
3. Отвод воды из основания проезжей части, учитывая многовариантность решений, не показан.

Рис. 31. Схемы поперечного профиля земляного полотна при размещении на нем автомобильной дороги, велодорожки и тротуара

а) Велодорожки с обоих сторон проезжей части



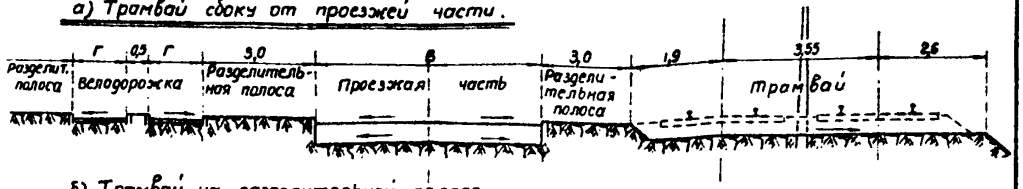

б) Велодорожки и тротуары с обеих сторон проезжей части



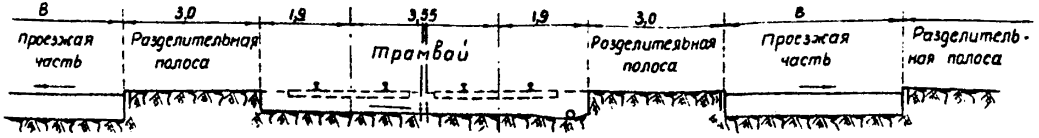

Примечания.
1. Отметки и очертание земляного полотна принимаются в соответствии с толщиной дорожной одежды и принятым способом отвода воды из ее основания.
2. Устройства для отвода воды с поверхности дороги см. черт. 34-37.
3. Отвод воды из основания дорожной одежды, учитывая многовариантность решений, не показан.

Рис. 32. Схемы поперечного профиля земляного полотна при размещении на нем автомобильной дороги, а также велодорожек и тротуаров с обеих сторон

а) Трамвай сбоку от проезжей части.




б) Трамвай на разделительной полосе




Примечания: 1. Отметки и очертания верха земляного полотна принимаются в соответствии с толщиной дорожной одежды и принятым способом отвода воды из основания дорожной одежды.

2. Устройства для отвода воды с поверхности дороги см. рис. 34-37.

3. В стесненных условиях ширина разделительной полосы между трамвайным полотном и проезжей частью дороги может быть уменьшена до 2 м.

4. Отвод воды из основания проезжей части дороги, учитывая многовариантность решений, не показан.

Рис. 33. Размещение трамвая на общем полотне с автомобильной дорогой, велодорожками и тротуарами

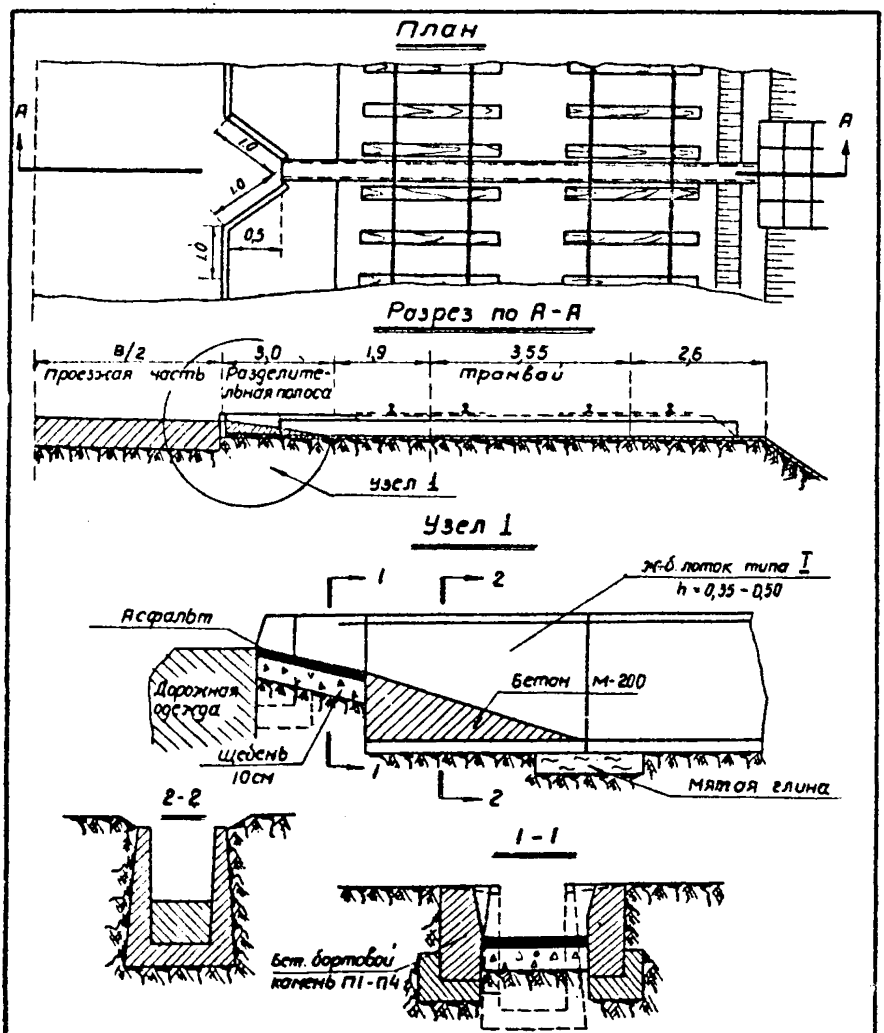
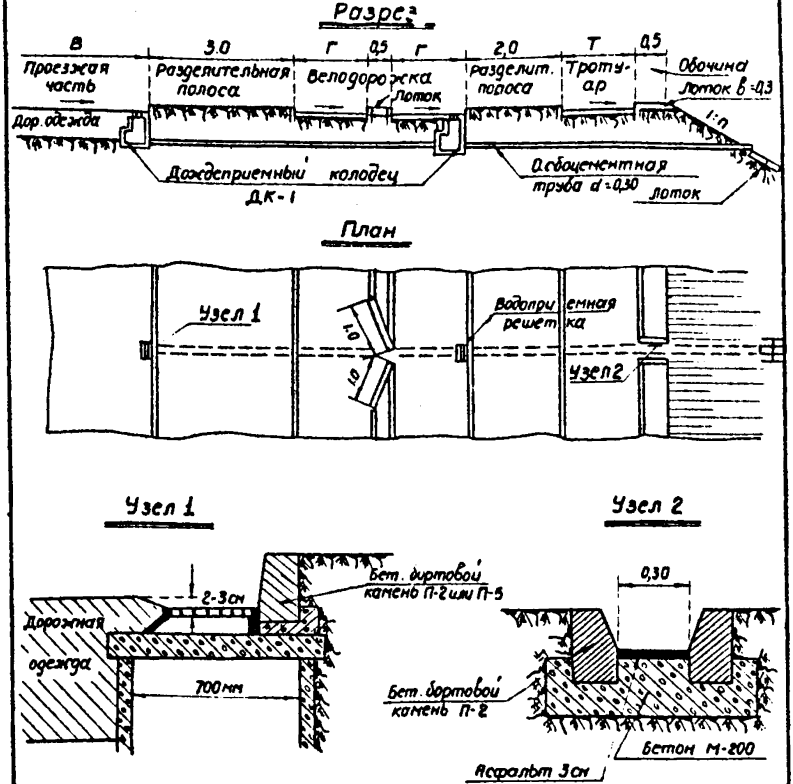


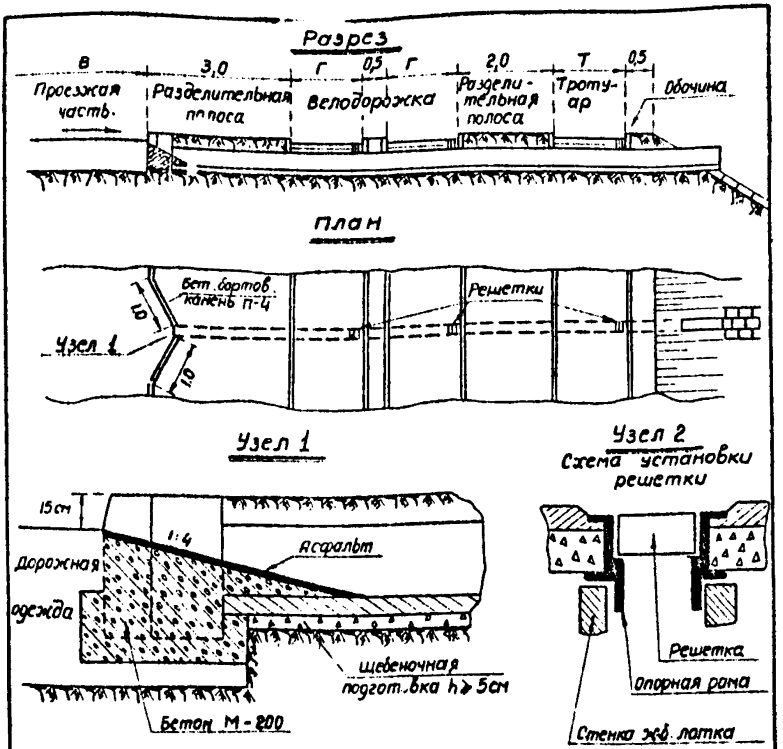

Рис. 34. Схема отвода воды с проезжей части дороги с пропуском через трамвайное полотно




**Примечания:** 1. Схема может быть применена как при отсутствии ливневой канализации так и при ее наличии. В последнем случае предусматриваются выпуски воды в смотровые колодцы ливневой канализации.

2. Если по условиям отметок выпуск воды на откос невозможен предусматривается ливневая канализация или применяется схема показанная на рис. 36.

Рис. 35. Схема (пример) решения отвода поверхностной воды с проезжей части дороги, велодорожки и тротуара дренажными трубами



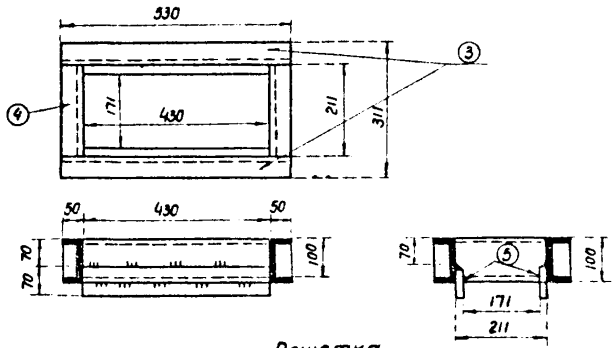

Примечания: 1. Схема применима при невозможности осуществления схемы показанной на черт. 35.

2. Жел. бет. лоток принят типа I-0,5 по „Альбому водоотводных устройств на станциях". Мосгипротранс инв №:984 листы 54-78.

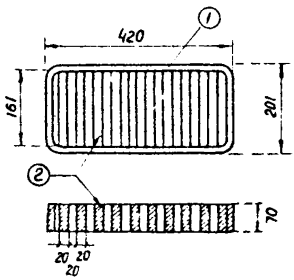
3. Решетки применяемого типа (рис 37) допускается устанавливать только на тротуарах и велодорожках.

Рис. 36. Схема (пример) решения отвода поверхностной воды с проезжей части дороги, велодорожки и тротуара ж.б. лотком

## Опорная рама




## Решетка




## Спецификация металла

| Наименование детали | N | Наименование элементов | Профиль | Количество | Длина мм. | Общая масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Решетка | 1 | полосовая сталь | 70 × 20 | 1 | 1242 | 14.0 |
| | 2 | тоже | 70 × 20 | 9 | 161 | 16.3 |
| Опорная рама | 3 | швеллер | N 10 | 2 | 530 | 10.0 |
| | 4 | швеллер | N 10 | 2 | 211 | 4.0 |
| | 5 | полосовая сталь | 70 × 20 | 2 | 430 | 9.7 |
| | | | итого | | | 54.0 |

Рис. 37. Водоприемная решетка

или выпусков в поперечные лотки (рис.35).

Расстояние между выпусками воды в поперечные лотки принимается по табл.20.

Таблица 20

| Уклон по лотку, о/оо | Расстояние между выпусками воды, м |
|---|---|
| До 4 | 50 |
| До 6 | 60 |
| До 10 | 70 |
| До 30 | 80 |
| Более 30 | 60 |

Примечание. Уменьшение расстояния между выпусками при уклонах более 30 о/оо вызывается большими скоростями течения воды и возможностью в связи с этим "проскакивания" водою водоприёмной решетки.

## 6. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ПРИ ЗАСОЛЕННЫХ ГРУНТАХ

Земляное полотно железных и автомобильных дорог, сооружаемых на планируемых территориях, сложенных засоленными грунтами (табл.3), следует проектировать в соответствии с требованиями "Указаний по проектированию земляного полотна железных и автомобильных дорог" (СН 449-72) и с учетом рекомендаций настоящего раздела.

При слабозасоленных и среднезасоленных грунтах земляного полотна, сооружаемого в отметках планировки, и при отсутствии увлажнения грунтовыми водами (включая капиллярные воды) верхней его части никаких специальных мероприятий, связанных с засолением, предусматривать не требуется.

При сильно- и избыточнозасоленных грунтах, а также в случае возможного дополнительного засоления при слабо- и среднезасоленных грунтах нужно предусматривать следующие мероприятия:

а) использовать для насыпей при планировке территории в полосе, предназначенной для строительства железных и автомобильных дорог, незасоленные грунты;

б) при засоленных грунтах земляного полотна предусматривать их замену ( рекомендуемая толщина слоя указана в табл.22) и принимать меры против засоления заменяющего грунта. Такой мерой может служить изолирующая прослойка из толя, гидроизола, полиэтиленовой пленки и других рулонных материалов, укладываемых по контуру котлована, подготовленного для замены грунта;

в) применять для балластного слоя железнодорожных путей и подстилающего слоя одежды автомобильных дорог средне- и крупнозернистые пески;

г) предусматривать в основании заглубленной балластной призмы железнодорожных путей и в основании дорожной одежды дренажные устройства, рассчитанные на наиболее быстрый отвод воды.

Тип мероприятий, связанных с засолением грунтов, следует выбирать в каждом случае в зависимости от характера и степени засоления, а также характера увлажнения грунтов на основании технико-экономических расчетов.

## 7. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

Земляное полотно железных и автомобильных дорог промышленных предприятий в районах распространения вечномерзлых грунтов, сооружаемое на неплапируемых и незастроенных территориях насыпями или в выемках, следует проектировать в соответствии с требованиями СНиП по проектированию железных и автомобильных дорог, а также "Указаний по проектированию земляного полотна железных и автомобильных дорог" (СН 449-72) и других методических и нормативных материалов, разработанных Минтрансстроем СССР по проектированию в условиях вечной мерзлоты.

При проектировании земляного полотна железных и автомобильных дорог на планируемых и застроенных территориях, сооружаемых в отметках планировки, следует исходить из дополнительных условий, изложенных ниже.

Наиболее благоприятными для сооружения земляного полотна будут являться участки планировки, осуществляемой подсыпкой достаточной высоты грунтами, не изменяющими своего качества при замораживании или оттаивании. Однако, такая планировка может вызвать значительные затраты, поэтому ее применяют только в том случае, если она оправдана технико-экономическими расчетами.

При проектировании земляного полотна на участках залегания крупнообломочных грунтов, а также песчаных и глинистых грунтов, имеющих после оттаивания показатель консистенции не более 0,25 и сохраняющих при оттаивании достаточную несущую способность, никаких дополнительных инженерных мероприятий, связанных с наличием вечной мерзлоты, предусматривать не следует, независимо от глубины ее залегания и температуры.

При проектировании земляного полотна на территориях, сложенных вечномерзлыми грунтами, приобретающими при оттаивании коэффициент консистенции более 0,25, необходимо учиты-

вать процессы деградации мерзлоты, связанной с ее оттаиванием, которое неизбежно будет иметь место в связи с изменением микроклимата после постройки цехов, наземных и подземных коммуникаций и в процессе их эксплуатации.

После нарушения естественных условий в месте строительства значительно изменяется толщина деятельного слоя (до 4 раз и более), причем процесс этот продолжается в течение нескольких лет, после чего наступает стабилизация.

Учитывая это при инженерно-геологических (геокриологических) изысканиях, значительное внимание следует уделять прогнозированию изменения мерзлотных условий. На основании этих прогнозов возможна разработка технических решений с определением объема работ и их стоимости. Рабочее проектирование следует выполнять после проведения дополнительных инженерно-криологических исследований с учетом изменения мерзлотных условий, произошедших за время после разработки технических решений и уточнения прогноза. Инженерно-криологические исследования должны производиться по трассе каждого пути или по отдельному объекту (сооружению).

Основным принципом состояния грунтов при проектировании земляного полотна железнодорожных путей и автомобильных дорог, сооружаемых в отметках планировки, следует считать II принцип - использование грунтов в талом состоянии, с учетом осадок и сроков стабилизации.

Если грунт при оттаивании приобретает показатель консистенции (В) от 0,25 до 0,50, следует предусматривать его замену на глубину, принимаемую по табл.22. В качестве материала для замены грунта рекомендуется применять песчано-гравийные и щебенистые грунты, шлаки, горелые породы, отходы дробильно-сортировочных фабрик и другие, имеющие коэффициент фильтрации не менее 2 м/сут. Глубину замены следует считать для железных дорог от низа балластного слоя, а для автомобильных дорог - от дна корыта.

В случаях, когда грунт при оттаивании приобретает показатель консистенции более 0,5, толщину слоя заменяемого грунта следует определять расчетом в зависимости от расчетных на-

грузок, прочностных характеристик грунта и с учетом необходимости предохранения земляного полотна от неравномерного пучения при замерзании нижележащих слоев грунта. Толщина слоя заменяемого грунта должна быть равна глубине сезонного промерзания $h_p$ (оттаивания), но не более 2 м.

При замене грунта на глубину, меньшую чем глубина сезонного оттаивания, необходимо учитывать возможные осадки основания земляного полотна при оттаивании незамененной толщи мерзлого грунта. Величину осадок ориентировочно можно принять для суглинков мягкопластичных - от 20 до 30 см, суглинков текучепластичных - от 50 до 55 см, супеси слабовлажной и влажной - от 10 до 15 см, супеси сильновлажной и водонасыщенной - от 30 до 35 см.

На участках, где в толще вечномерзлых грунтов содержатся подземные льды на глубине, меньшей чем удвоенная расчетная глубина сезонного оттаивания $h_p$, земляное полотно следует проектировать по I принципу - сохранение вечномерзлого состояния грунтов ниже глубины сезонного оттаивания. Для этой цели проектируют теплоизолирующие слои, толщину которых определяют расчетом. Материалом для теплоизолирующего слоя может служить торф, шлак, мох, а также искусственные материалы.

При нецелесообразности устройства теплоизолирующих прослоек лед или сильнольдистый грунт необходимо удалить на глубину, равную удвоенной толще сезоноотаивающего слоя. Траншея после выемки льда или сильнольдистого грунта должна быть заполнена глинистым грунтом тугопластичной консистенции с послойным уплотнением.

Подземный лед или сильнольдистый грунт, залегающий на глубине, превышающей удвоенную толщину сезоннопромерзающего слоя, при проектировании земляного полотна не учитывается.

При замене грунта слоем дренирующего грунта следует предусматривать отвод воды из основания этого слоя. Наиболее целесообразно отводить воду в продольные лотки, устраиваемые вдоль пути, как показано на рис.38.

В случаях большой толщины дренирующего слоя и невозможности в связи с этим отвода воды продольными лотками, дну

траншеи следует придавать продольный уклон или проектировать пилообразный профиль уклонами не менее 0,005 с выпуском воды из пониженных мест трубчатыми воронками на откос или в колодцы ливневой канализации.

При ожидаемом значительном притоке воды в дренирующий слой следует проектировать трубчатые дренажи, преимущественно с применением трубофильтров с выпуском воды из них в ливневую канализацию, или продольные лотки.

При необходимости уменьшить глубину заложения водоотводных устройств из дренирующего слоя рекомендуется вводить в конструкцию теплоизолирующие слои, как показано на рис. 39 и 41.

При проектировании автомобильных дорог в вечномерзлых грунтах следует:

не допускать устройства подземных коммуникаций под проезжей частью и обочинами дорог, сооружаемых по принципу сохранения вечной мерзлоты; их следует располагать в пределах газонов, как правило, в проветриваемых тоннелях, каналах и коробах;

коммуникации, пересекающие дорогу, укладывать в вентилируемых каналах и предусматривать изоляцию, не допускающую теплообмена.

Проектирование железнодорожного полотна железных и автомобильных дорог в условиях распространения вечномерзлых грунтов во всех случаях требует индивидуальных решений с учетом местных условий.

Примерные схемы решений представлены на рис. 38–41.

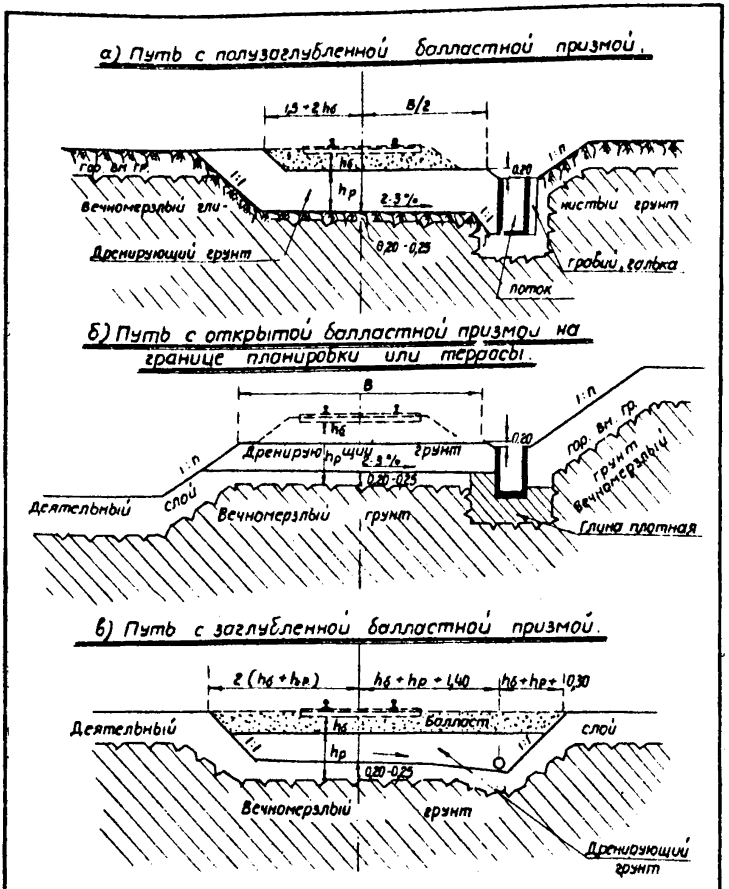
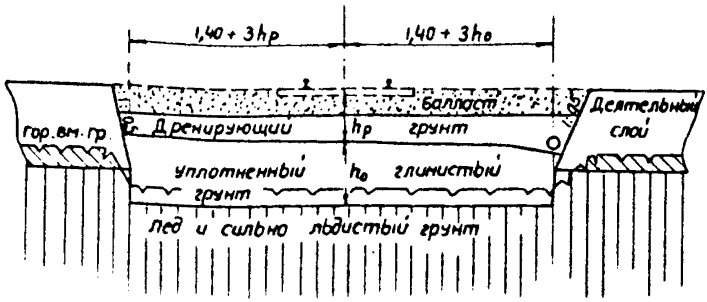
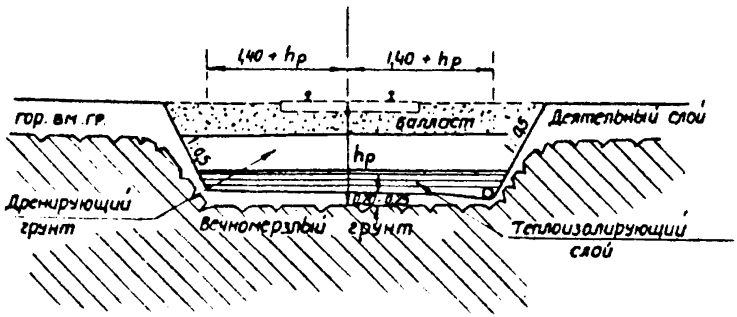



Рис.38. Схемы земляного полотна железнодорожных путей в вечномерзлых грунтах

Путь на погребенном льду



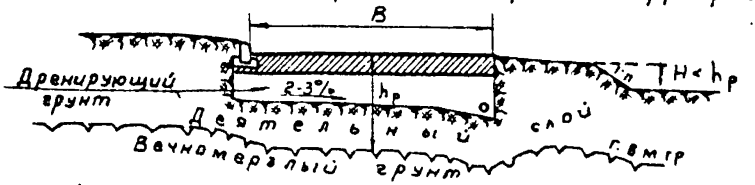

Путь с теплоизолирующим слоем



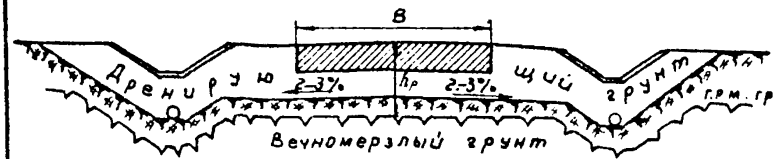

гор. вм. гр. — Граница вечномерзлого грунта после постройки пути

Рис. 39. Схемы земляного полотна железнодорожных путей в вечномерзлых грунтах

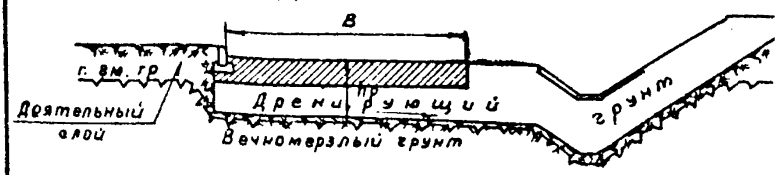
а) Проезд в насыпи на границе планируемой территории



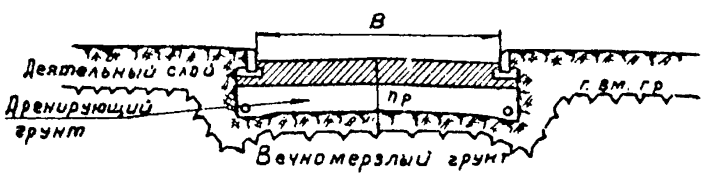

б) Внутренняя дорога на планируемой территории с кюветами




в) Проезд в выемке на границе планируемой территории



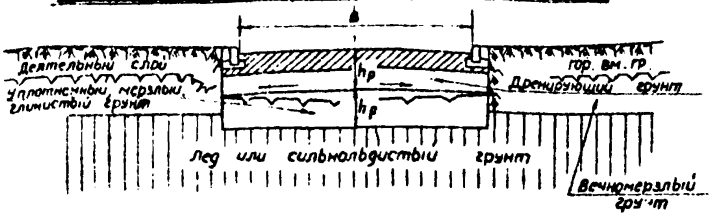

а) Проезд с бордюрами в одном уровне с планировкой



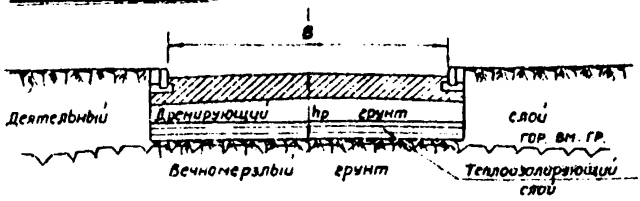

гор. вм. гр — Граница вечномерзлого грунта после постройки дороги

Рис. 40. Схемы земляного полотна автомобильных дорог при вечномерзлых грунтах

а) Проезд располагаемый на погребенных льдах.




б) Проезд с теплоизолирующим слоем в основании дорожной одежды




гор. вм. гр. — Граница вечномерзлого грунта после постройки дороги

Рис 41. Схемы земляного полотна автомобильных дорог на вечномерзлых грунтах

## 8. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ВОДООТВОДА ОТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Систему сооружений для сбора и отвода поверхностных вод от железнодорожных путей и автомобильных дорог на площадках промышленных предприятий необходимо разрабатывать в комплексе с проектом вертикальной планировки площадки с учетом санитарных условий, требований охраны водотоков от загрязнения сточными водами, требований благоустройства территории предприятия, а также технико-экономических показателей ( строительной стоимости и величины ежегодных эксплуатационных расходов).

Для сбора и отвода поверхностных вод можно применять:

открытую сеть водоотводов (кюветы, лотки, водоотводные канавы);

закрытую сеть водоотводов (ливневую канализацию с сетью дренажей мелкого и глубокого заложения);

смешанную систему водоотводов.

В соответствии со СНиП, при прочих равных условиях, предпочтение следует отдавать открытой системе водоотвода как наиболее дешевой и надежно обеспечивающей нормальное состояние земляного полотна железных и автомобильных дорог.

Открытая система водоотвода. Открытая система водоотвода допускается только при наличии соответствующего задания заказчика, выдаваемого после согласования проекта (или ТЭО) ливневой канализации с органами санитарно-эпидемиологического надзора.

При открытой системе водоотвода сбор и отвод воды с площадки промышленного предприятия осуществляется главным образом водоотводными канавами, в том числе кюветами железных и автомобильных дорог. В отдельных случаях (при обосновании) можно запроектировать специальные водоотводные канавы. При отводе воды кюветами при просадочных, набухающих, а также при грунтах земляного полотна, склонных к пучению,

необходимо принять меры против инфильтрации воды из кюветов в земляное полотно путем соответствующего их укрепления.

При необходимости пропуска воды через железнодорожный путь, в том числе для перепуска воды из кювета, можно применять междушпальные лотки, характеристики которых приведены в табл. I2 и I3, а схема установки - на рис. I7. При применении междушпальных лотков необходимо проверять достаточность их глубины для пропуска воды при имеющихся отметках дна кюветов.

Выпуск дождевых вод из кюветов и канав не допускается (СНиП П-32-74,п.I.I9):

- в водотоки, протекающие в пределах населенного пункта и имеющие скорость течения менее 5 см/с и расход менее $1м^3/с$;
- в непроточные пруды;
- в водоемы в местах, специально отведенных под пляжи;
- в рыбные пруды (без специального согласования);
- в замкнутые лощины и низины, подверженные заболачиванию;
- в размываемые овраги без специального укрепления их русел и берегов.

Выпуск дождевых вод в заболоченные поймы рек не рекомендуется.

При загрязненности дождевых и талых вод промышленными отходами следует предусматривать отведение их на очистные сооружения, проектируемые для предприятия, в соответствии с требованиями главы СНиП П-32-74.

Выпуск воды из кюветов и водоотводных канав должен быть обеспечен по наиболее короткому направлению

Кюветы в пределах территорий промышленных предприятий следует проектировать трапецеидального профиля. Ширина по дну кюветов принимается 0,4 м, а водоотводных канав - 0,6м. Глубина кюветов и водоотводных канав определяется расчетом, в зависимости от количества притекающей воды, и должна быть не менее 0,4 м для железных дорог и 0,3 м для автомобильных дорог. На водораздельных точках глубину кювета можно уменьшить до 0,2 м при условии сохранения ширины кювета по верху.

Расходы воды на территориях предприятий определяются с вероятностью их превышения I:I0, а за ее пределами I:20.

Дну кюветов и водоотводных канав должен быть придан продольный уклон: при расположении кювета вдоль железнодорожного пути – не менее 0,002, а в районах с избыточным увлажнением грунтов – не менее 0,003 и 0,005 при расположении кювета вдоль автомобильной дороги. При продольном уклоне менее 0,003 дно кювета должно быть укреплено и в процессе эксплуатации тщательно очищаться.

При устройстве кюветов вдоль автомобильных дорог глубина их должна быть такой, чтобы низ дренажных устройств, отводящих воду из основания дорожной одежды или низ капиллярно-прерывающей прослойки отстоял от дна кювета не менее чем на 20 см и, во всяком случае, был не ниже горизонта воды в кювете.

Закрытая система водоотвода. При закрытой системе отвод воды с площадки предприятия производится с помощью ливневой канализации.

Сбор воды осуществляется, как правило, лотками автомобильных дорог, строящихся с бордюрами.

В лотки автомобильных дорог допускается прием рассредоточенно поступающей воды с прилегающей территории.

Спуск на дорогу воды с прилегающих к ней территорий сосредоточенными потоками (например, по лоткам примыкающих дорог, кроме коротких подъездов) не допускается. Такие воды должны перехватываться дождеприемными колодцами, устраиваемыми до выхода воды на дорогу.

Дождеприемные решетки следует устанавливать:

- в пониженных местах лотков;

- на перекрестках дорог ( до начала закругления бортового камня) и у переездов;

- между перекрестками дорог на расстоянии, определяемом расчетом ( исходя из пропускной способности дорожных лотков).

Во всех случаях расстояние между дождеприемными решетками нужно принимать по табл.20.

Продольные уклоны по лоткам проезжей части должны быть

не менее:

При асфальтобетоне и цементобетоне. . . . . 0,003
" брусчатке и шебеночном покрытии. . . . . 0,004
" булыжной мостовой. . . . . 0,005

Для получения указанных уклонов по лоткам проезжей части ( при меньшем уклоне по оси дороги) разрешается лоткам придавать пилообразный профиль с размещением в пониженных местах дождеприемных решеток.

Дождеприемную сеть следует проектировать в соответствии с требованиями главы СНиП П-32-74 "Канализация. Наружные сети и сооружения".

Дождеприемные решетки и колодцы следует принимать типовыми ( типовой проект 902-9-I, выпуск УI, распространяемый Центральным институтом типовых проектов, Москва).

Смешанная система водоотвода. Смешанная система водоотвода применяется в случаях:

- когда требования благоустройства территории и строительства ливневой канализации относятся лишь к части площадки, а в остальной ее части допустим открытый водоотвод;
- когда требуется очистка сточных вод.

При смешанной системе водоотвода следует соблюдать изложенные выше правила устройства открытого и закрытого водоотводов.

При приеме воды из кюветов и водоотводных канав в ливневую канализацию следует устанавливать дождеприемные колодцы с решетками. Колодцы в этом случае должны иметь отстойники, а решетки - просветы не более 50 мм.

## 9. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ ПРЕДОХРАНЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ОТ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ

Дополнительные мероприятия для осушения или предохранения земляного полотна железных и автомобильных дорог промышленных предприятий от переувлажнения проектируются в том случае, если не представляется возможным выдержать требования табл.10 в отношении возвышения отметок земляного полотна в предморозный период над уровнем грунтовых вод (см. прим.1 к табл.9) или если грунты земляного полотна имеют показатель консистенции больше 0,25.

К дополнительным мероприятиям относятся:
- устройство дренажей глубокого заложения;
- устройство изолирующих и водонепроницаемых прослоек;
- замена недоброкачественного грунта.

При проектировании дренажей для понижения уровня грунтовых вод под железными или автомобильными дорогами на площадках промышленных предприятий должны учитываться дренажные сети, проектируемые для осушения площадки в целом или ее части, а также сеть канализации, которая может быть использована для выпуска в нее воды из дренажей.

При этом следует стремиться так проектировать дренажи, чтобы их можно было использовать одновременно для понижения уровня грунтовых вод под несколькими путями или под параллельно расположенными автодорогами и другими сооружениями. Тип мероприятий следует выбирать на основании технико-экономических расчетов и сравнения вариантов.

Ниже приведены основные принципы проектирования описываемых мероприятий и принципиальные их схемы. При проектировании необходимо пользоваться имеющимися типовыми проектами с привязкой их к местным условиям.

### Дренажи глубокого заложения

Дренажные устройства глубокого заложения предназначаются для защиты земляного полотна от действия грунтовых вод, а при

соответствующем обосновании могут быть использованы также и для отвода поверхностных вод, сбрасываемых в дренажную трубу через колодец, имеющий водоприемную решетку.

На застроенных территориях промышленных площадок, а также при защите путей и автомобильных дорог, проектируемых в пределах промышленных узлов или городской застройки, как правило, применяются подкюветные **или междупутные дренажи**, располагаемые в междупутье железнодорожных путей. В отдельных случаях можно проектировать дренажи, иначе располагаемые по отношению к оси железнодорожного пути или автомобильной дороги (закюветные, откосные, поперечные). Однако по принципу устройства все перечисленные дренажи одинаковы.

Применяются следующие дренажи:

- совершенные (преграждающие), если возможен полный перехват и отвод подземных вод при неглубоком (до 3 м) залегании водоупорного слоя грунта. Совершенные дренажи целесообразны при ограждении от подземных вод всей территории предприятия или ее части с расположенными на ней железнодорожными путями или автомобильными дорогами;

- несовершенные (рис. 42) для понижения уровня грунтовых вод в пределах земляного полотна.

Дренажи по отношению к защищаемому земляному полотну следует проектировать, как правило, односторонними. Применение двухстороннего дренажа должно быть обосновано технико-экономическими расчетами. Дренажи, как правило, располагаются со стороны притока грунтовых вод.

При глинистых грунтах наименьшие уклоны дренажа принимают равными 2 о/оо, а при песчаных грунтах - 3 о/оо.

Наибольшие уклоны определяют исходя из максимально допустимой скорости воды в трубе (1 м/с).

При необходимости дренаж можно проектировать с перепадами 0,3 - 0,9 м, устраиваемыми в смотровых колодцах.

В местах поворотов, присоединений других дренажей, при изменении диаметров труб, устройстве перепадов, изменении уклонов следует устраивать смотровые колодцы. На прямых участках колодцы устраивают через 50 м.

Дренажные трубы применяют диаметром 150–300 мм, в зависимости от количества протекающей в них воды и уклона.

Глубина заложения дренажных труб совершенного дренажа определяется глубиною залегания водоупора, а глубину несовершенного дренажа находят по формулам:

для железных дорог

$H = 0{,}5h_{пр} + \ell + к + d + h_0 - в;$

для автомобильных дорог

$H = h_{пр} + \ell + к + d + h_0 - в.$

В обоих случаях $H$ должна быть не менее глубины промерзания плюс 0,3 м.

В формулах (см. рис.42) приняты следующие обозначения:

$h_{пр}$ – глубина промерзания от верха балластной призмы или от верха дорожной одежды, принимаемая по данным обследования или, при их отсутствии, по карте (см.рис. 2) с добавлением 0,5 м;

$\ell$ – расстояние от нижней границы промерзания до верхней границы капиллярного поднятия воды, принимаемая от 0,20 до 0,25 м;

$к$ – высота капиллярного поднятия воды над кривой депрессии, принимаемая по данным лабораторного анализа, но не более:

| | |
|---|---|
| для песков | 0,4 м |
| для супесей легких и пылеватых песков | 1,0 м |
| для суглинков легких пылеватых, супесей пылеватых и супесей тяжелых пылеватых | 1,5 м |
| для глин, суглинков тяжелых и суглинков тяжелых пылеватых | 2,5 м |

$d = mi$ – наибольшее поднятие кривой депрессии ( при расположении дренажа в междупутье или по оси автомобильной дороги не учитывается);

$m$ – при одностороннем дренаже – расстояние от стенки дренажа до противоположной бровки балластной призмы на железных дорогах и до противоположной

бровки земляного полотна автомобильной дороги; при двухстороннем дренаже - расстояние от стенки дренажа до оси к.-д. пути;

$i$ - средний уклон кривой депрессии, принимаемый для:
гальки, гравия, крупного песка...0,0025-0,005
песка среднезернистого.....0,005 -0,015
песка мелкого.....0,015 -0,020
песка мелкого пылеватого.....0,015 -0,050
супеси.....0,020 -0,050
суглинка.....0,050 -0,120
глины.....0,120 -0,150
жирной глины.....0,150 -0,200

$h_0$ - глубина воды в дренаже, принимаемая равной 0,30м;

$\delta$ - глубина кювета, считаемая от верха балластной призмы или от верха дорожной одежды.

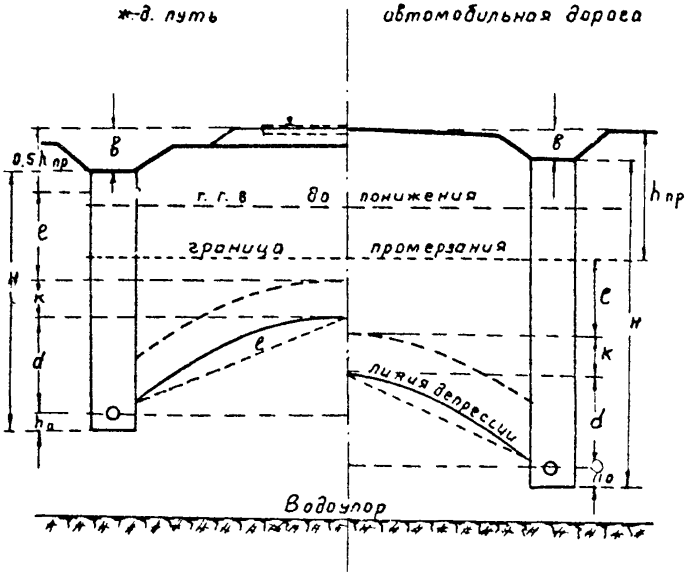
Конструкцию дренажей глубокого заложения следует принимать по альбому "Типовые конструкции и детали зданий и сооружений". Серия 3.503-21. Дренажные устройства земляного полотна автомобильных дорог, Минтрансстрой СССР, инв.№ 822, 1971.

Изолирующие (водонепроницаемые) прослойки

Изолирующие (водонепроницаемые) прослойки применяются на автомобильных дорогах для защиты верхней части земляного полотна от вредного воздействия грунтовых вод, а также на железнодорожных путях с заглубленной балластной призмой при набухающих грунтах для защиты их от проникновения поверхностной воды через балластный слой.

При наличии замкнутых изолирующих прослоек устройство морозозащитных слоев в основании дорожной одежды не требуется. Поэтому проектирование изолирующих прослоек в каждом случае должно быть оправдано технико-экономическими расчетами путем сравнения с вариантом устройства морозозащитного слоя.

Изолирующие прослойки на автомобильных дорогах, сооружаемых в насыпи или в выемках, разделанных под насыпь, проектируются в соответствии с указаниями СН 449-72. На дорогах, строящихся на планируемой территории в отметках планировки




Примечание. 1. Совершенный дренаж заглубляется в грунт водоупора не менее чем на 0,5м

Рис. 42. Схема несовершенного дренажа

и на железнодорожных путях с заглубленной балластной призмой, изолирующие прослойки сооружаются так, как показано на рис.43 и 44.

Глубина заложения изолирующих прослоек Н от поверхности покрытия должна быть не менее глубины, указанной в табл. 21. При этом расстояние от низа прослойки до наивысшего уровня стояния грунтовых вод должно быть не менее 0,20 м.

Таблица 21

| Дорожно-климатическая зона | Глубина Н, м, при нагрузке на ось расчетного автомобиля, тс | |
|---|---|---|
| | 12 | более 12 |
| II | 0,9 | 1,45 |
| III | 0,8 | 1,30 |
| IУ | 0,75 | 1,20 |
| У | 0,65 | 1,05 |

Заложение изолирующих прослоек на железнодорожных путях может быть принято на 0,4-0,5 м ниже основания балласта.

При устройстве замкнутых изолирующих прослоек по рис.43 -44 при водонепроницаемой дорожной одежде в II-У дорожно-климатических районах, а при водопроницаемых одеждах в IУ-У районах устройства для осушения основания дорожной одежды не предусматриваются.

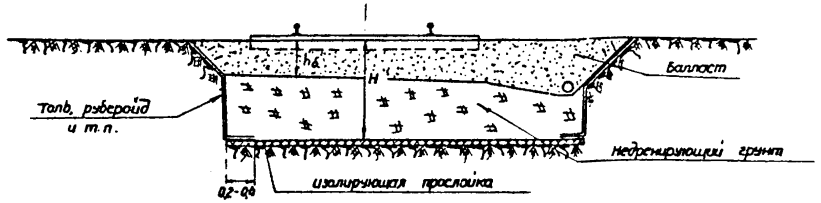
Изолирующие прослойки можно выполнять из следующих материалов:

- грунта, обработанного битумом или другими гидрофобными материалами и укладываемого слоем толщиной 5-8 см;
- рубероида или толя;
- битумированной ткани, укладываемой в один или два слоя.

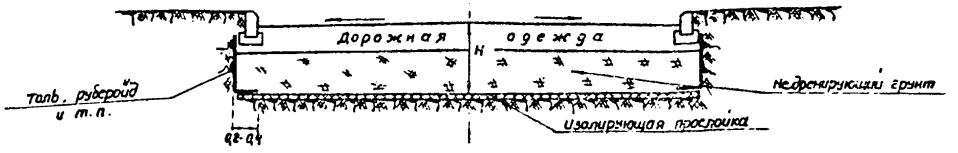
Для изоляции боковых стенок корыта можно применять любые из перечисленных материалов, однако для упрощения работ для этой цели рекомендуется толь или рубероид.

Листы толя или рубероида укладывают внахлестку. Поверхность листов в месте соприкасания, а также места сопряжения

Жел.-дор. путь




Автомобильная дорога




Примечания: 1. В качестве изолирующей прослойки применяется слой грунта толщиною 5-8 см, обработанного битумом.
2. Изолирующие прослойки должны возвышаться над уровнем грунтовых вод не менее чем на 20 см.

Рис. 43. Изолирующие прослойки

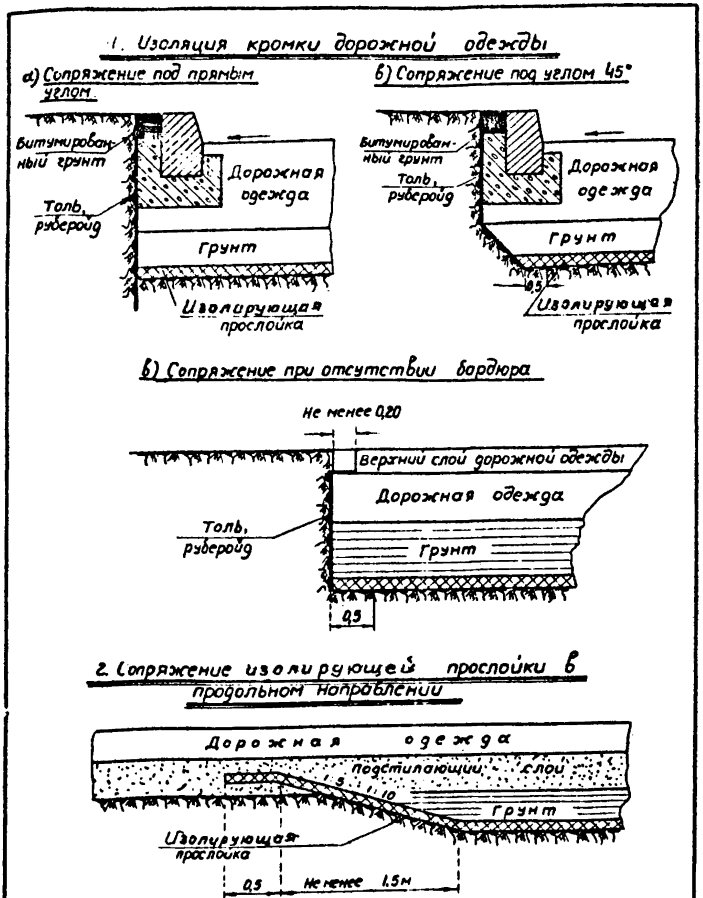



Рис. 44. Схемы сопряжения изолирующей прослойки с дорожной одеждой

листов толя или рубероида с подпорным камнем и другими элементами конструкции дорожной одежды смазываются или заливаются битумом.

Замена грунта

Грунт, слагающий верхнюю часть земляного полотна, заменяют в тех случаях, когда он, будучи увлажнен проникающими в него поверхностными водами, а также вследствие воздействия грунтовых вод, имеет показатель консистенции более 0,25 и его несущая способность становится недостаточной.

При показателе консистенция грунта 0,25-0,50 толщину слоя заменяемого грунта для железнодорожного земляного полотна следует принимать по табл.22.

Таблица 22

| Расчетная величина коэффициента консистенции грунта, подстилающего укладываемый дренирующий грунт | Толщина слоя, м |
|---|---|
| 0,26 | 0,30 |
| 0,35 | 0,40 |
| 0,50 | 0,50 |

При показателе консистенции глинистых грунтов более 0,5 толщину слоя заменяемого грунта следует назначать по расчету в зависимости от характеристики грунта и его подверженности морозному пучению.

Расчет толщины слоя заменяемого грунта рекомендуется производить по методике, приведенной в "Рекомендациях по проектированию земляного полотна дорог в сложных инженерно-геологических условиях" (ЦНИИС Минтрансстроя СССР, 1974) (прил.3).

Толщину слоя грунта, подлежащего замене, для земляного полотна автомобильных дорог следует назначать такой, чтобы она совместно с дорожной одеждой составляла в пределах II дорожно-климатической зоны 1,2-1,5 м и 1,0- 1,2 м в пределах III-IУ зон.

Для замены используются дренирующие грунты, имеющие коэффициент фильтрации:

для земляного полотна железнодорожных путей с открытой и полузаглубленной балластной призмой - не менее I м/сут;

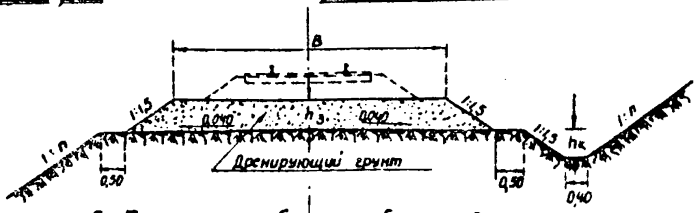
для земляного полотна железных дорог о заглубленной балластной призмой и автомобильных дорог - не менее 2 м/сут.

При замене грунта морозозащитные слои не предусматриваются.

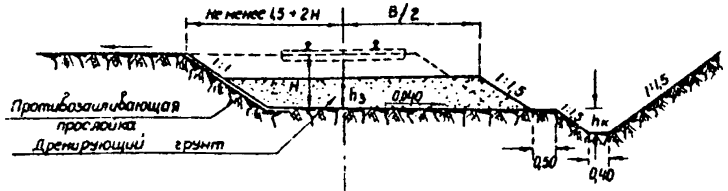
Поперечные профили земляного полотна при замене грунта показаны на рис. 45.

А. В насыпи

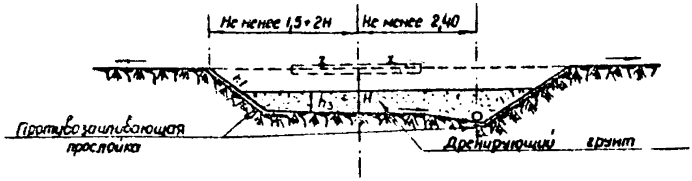
Б. В нулевых местах и выемках




В. При полузаглубленном балласте




Г. При заглубленном балласте




Примечания: 1. Грунт используемый для замены должен иметь коэффициент фильтрации: при открытой и полузаглубленной балластной призме не менее 1 м/сутки, а при заглубленной балластной призме не менее 2м/сутки;

2. При невозможности заглубления кюветов до необходимой глубины (типы Б и В), земляное полотно следует проектировать по типу (Г)
3. Толщина слоя дренирующего грунта принимается по таблице 22.
4. В качестве противозаиливающей прослойки может быть применены толь, рубероид, стеклохолст, пленки из синтетических материалов и т.д.

Рис. 45. Замена грунта земляного полотна железнодорожных путей

Приложение I

## ДРЕНАЖ ЗАГЛУБЛЕННОЙ БАЛЛАСТНОЙ ПРИЗМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ

Дренаж для осушения балластного слоя устраивается при заглубленной балластной призме, при недренирующих грунтах земляного полотна.

Дренаж мелкого заложения устраивается при балластном слое из среднезернистого или крупнозернистого песка; в углубленных ровлках - при балластном слое из мелкозернистого песка. В IУ и У дорожно-климатических зонах дренажи, как правило, предусматривать не требуется.

Для дренажа можно применять следующие трубы:
- асбоцементные (ГОСТ 1839-72) диаметром 100 мм. В трубах через 0,5 м должны быть сделаны пропилы шириной 2 мм до половины диаметра. Вместо пропилов можно просверлить круглые отверстия диаметром 3-5 мм, располагаемые в два ряда в шахматном порядке через 40-50 мм. Трубы следует укладывать на щебень или гравий ( с размером фракции 5-10 мм), втрамбовываемый в грунт слоем 5 см;
- полиэтиленовые (гибкие), имеющие заводскую перфорацию и укладываемые аналогично асбоцементным трубам;
- трубофильтры (ТУ 33-5-75), изготовляемые из крупнопористого фильтрационного бетона диаметром 100 мм. Трубофильтры такого диаметра выпускаются длиной 50 см с гладкими концами. Соединяются звенья эластичными пластмассовыми ниппелями, поставляемыми заводами в комплекте с трубами. Трубофильтры укладывают также на основание из втрамбованного щебня или гравия.

Трубы рекомендуется укладывать по предварительно разостланному водопроницаемому рулонному материалу, например гидроизолу, полиэтиленовой пленке и т.п.

Перфорированные трубы следует обертывать стеклотканью ( стеклохолст ВВГ или ВВК, ОТС-30-10-73). Вместо обертывания стеклотканью можно применять фильтрующую обсыпку трубы из

чистого однородного по крупности щебня (гравия) I-3 класса размером 5-8 мм. Трубофильтры обсыпки не требуют.

Продольный уклон дренажной трубы должен быть не менее 0,004. Выпуски из дренажной трубы должны производиться не реже чем через 200 м.

В местах поворота дренажа или на прямом участке нужно устраивать смотровые колодцы на расстоянии не более 60 м.

Конструкции путевых дренажей показаны на рис. 46.

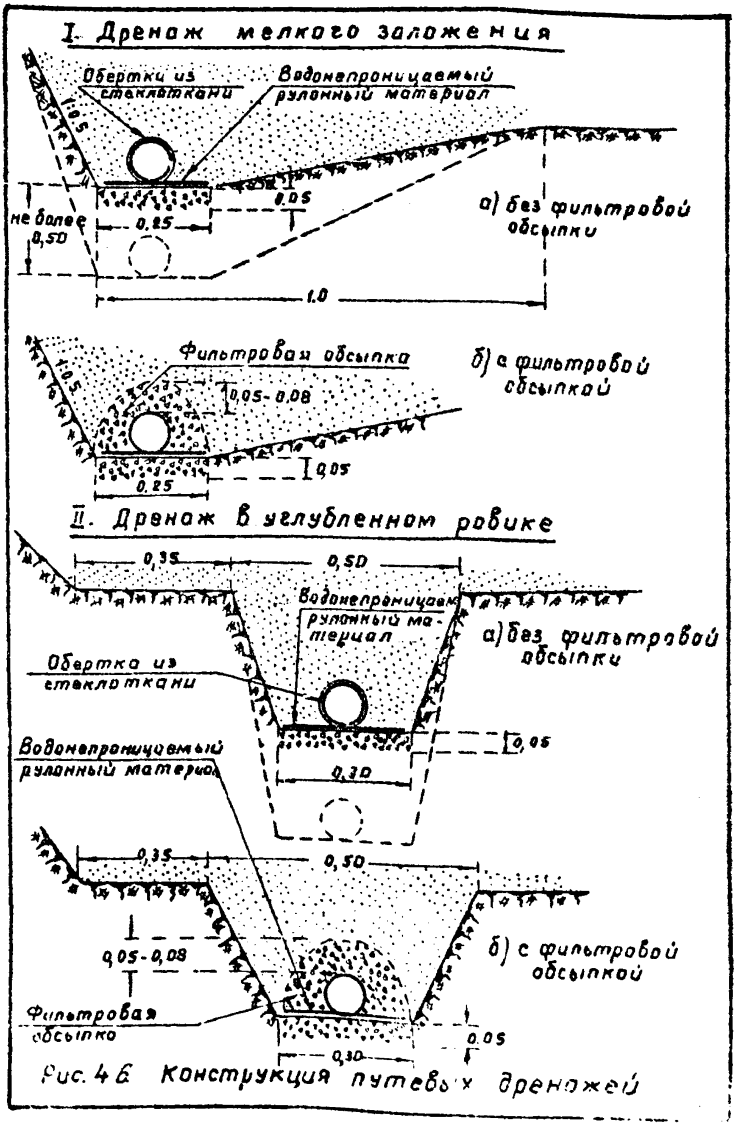



Рис. 46 Конструкция путевых дренажей

Приложение 2

## ПЕРЕЧЕНЬ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА И ВОДООТВОДА

| Исходные данные | Источник получения |
|---|---|
| Категория дороги и объём перевозок | Определяется заданием |
| Дорожно-климатическая зона | То же |
| Ширина земляного полотна и обочин, размеры кюветов | СНиП |
| Инженерно-геологические условия, в том числе: | Отчёт по инженерно-геологическим исследованиям |
| вид и разновидность грунта | |
| коэффициент фильтрации для дренирующих грунтов | |
| показатель консистенции | |
| высота капиллярного поднятия воды | |
| гранулометрический состав грунтов | |
| степень влажности | |
| число пластичности | |
| относительная просадочность | |
| характеристика набухающих грунтов | |
| характер и степень залегания | |
| горизонт грунтовой воды (наивысший и в осенне-зимний период) | |
| глубина промерзания | |
| характеристика вечномерзлых грунтов | |
| Проект вертикальной планировки и сведения о принятой системе водоотвода | Выдаётся заказчиком |
| Коэффициент морозного пучения, % | Определяется испытанием по методике, приложенной к СН 46-72 |

Приложение 3

# М Е Т О Д И К А

## РАСЧЁТА ТОЛЩИНЫ ЗАМЕНЯЕМОГО СЛОЯ СЛАБОГО И ПУЧИНИСТОГО ГРУНТОВ ДРЕНИРУЮЩИМИ [x)]

Методика применяется при грунтах, имеющих показатель консистенции более 0,5.

Величину слоя замены определяют расчетами, исходя из условий:

обеспечения заданной прочности основной площадки;

ограничения величины деформации пути под воздействием морозного пучения.

С целью обеспечения прочности основной площадки величину слоя заменяемого грунта рассчитывают в такой последовательности:

I. Устанавливают величину нормативного давления под подошвой шпалы от воздействия поездной нагрузки в соответствии с правилами производства расчетов верхнего строения железнодорожного пути на прочность.

2. Производят расчет и составляют график распределения нормативных напряжений $\sigma$ по глубине $h$ от действия постоянной и поездной нагрузок или используют кривые распределения напряжений по глубине $\sigma = f(h)$, соответствующие давлению под шпалой 2,4 и 6 кгс/см2 (рис.47).

3. Определяют величины критического давления Ркр для двух значений $h$, например: $h = 0$ и $h = 1$м по формуле

$$Р_{кр} = \frac{h + Б}{А} \qquad (I)$$

где А и Б - параметры, значения которых устанавливаются по номограмме (рис.48) в зависимости от сдвиговых характеристик грунта: удельной силы сцепления С (в кгс/см2) и угла внутреннего трения ( $\varphi$ ).

---

x) Методика разработана ЦНИИСом Минтрансстроя СССР и помещена в работе "Рекомендации по проектированию земляного полотна дорог в сложных инженерно-геологических условиях". М., ЦНИИС, 1974.

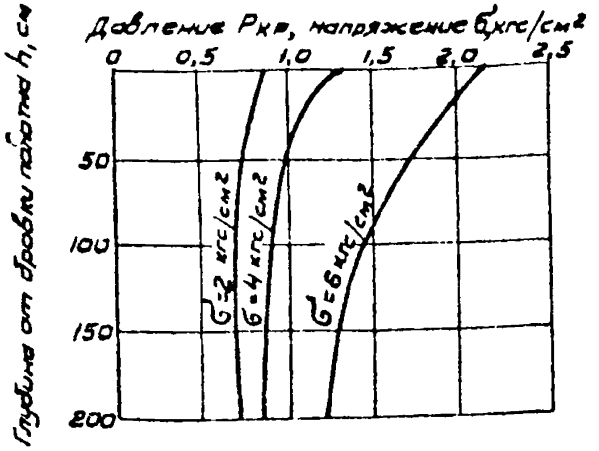



Рис. 47. Кривые распределения по глубине нормальных напряжений в грунте основания при давлении под шпалой б

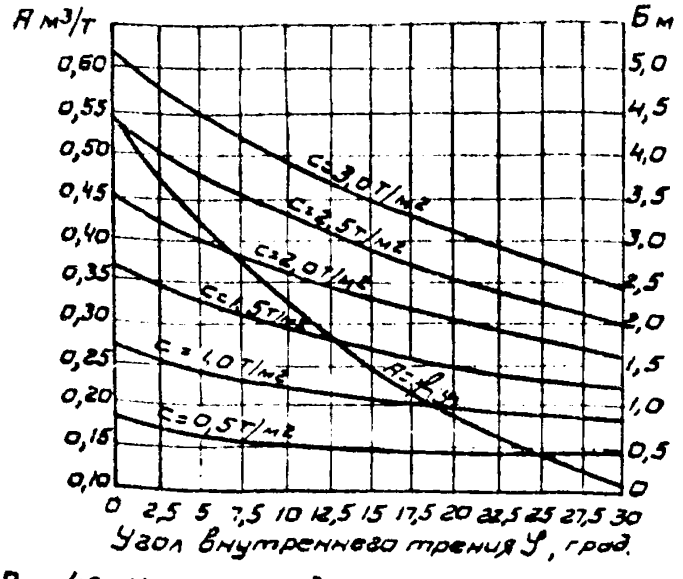



Рис. 48. Кривые зависимости параметров А и Б от прочностных характеристик грунта: $A=f(y)$ $Б=f(y,c)$

Значения критического давления при $h = 0$ и $h = I$ м наносят на график $\sigma = f(h)$ (рис.48) и через них проводят прямую $P_{кр} = f(h)$, характеризующую закономерность изменения критического давления по глубине.

4. По точке пересечения, соответствующей кривой $\sigma = f(h)$ и прямой $P_{кр} = f(h)$, устанавливается глубина $h_{кр}$, на которой величина действующих напряжений равна величине критического давления для данного грунта. На этой и больших глубинах исключается возможность возникновения остаточных деформаций грунта в пределах основной площадки при действии заданной нагрузки. Поэтому глубину заменяемого слоя следует назначать по условию:

$$h_з \geqslant h_{кр}. \qquad (2)$$

5. Расчёт величины заменяемого слоя данного грунта с целью ограничения деформаций пути под воздействием морозного пучения при сезонном промерзании грунта выполняется по формуле

$$h'_з = \left(H - \frac{h_д}{f}\right) \frac{\lambda_{уф}}{\lambda}, \qquad (3)$$

где $H$ – глубина сезонного промерзания;

$h_д$ – допустимая высота пучения промерзающих грунтов основания (табл.Iп);

$f$ – интенсивность пучения грунтов естественного основания (табл.2п), в долях единицы;

$\lambda, \lambda_{уф}$ – коэффициенты теплопроводности соответственно мерзлого грунта и дренирующего заменяемого слоя грунта (табл.3п), ккал/м град.ч.

Таблица Iп

| Скорость движения поездов, км/ч | Допустимая величина суммарного пучения $h_д$, мм |
|---|---|
| Менее 50 | 50 |
| 5I-70 | 35 |
| 7I-I20 | 25 |

6. Толщину заменяемого слоя целесообразно назначать равной большей из величин, полученных по формулам I-3, но не более I,5 м.

Таблица 2п

| Грунты | Интенсивность пучения грунтов $\ell$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Основания выемок и естественные основания | | | | Насыпи высотой более 2 м | |
| | сухие | сырые | мокрые | | | |
| | Влажность глинистых грунтов | | | | | |
| | от $W_p$+0,10 доли $W_p$+0,25 | от $W_p$+0,25 доли $W_p$+0,5 | от $W_p$+0,5 доли $W_p$+0,75 | > $W_p$+0,75 | от $W_p$+0,10 доли $W_p$+0,25 | от $W_p$+0,25 доли $W_p$+0,5 |
| Суглинки и глины пылеватые | 0,03–0,05 | 0,10–0,15 | 0,15–0,20 | 0,20–0,30 | 0,02–0,03 | 0,04–0,07 |
| Суглинки, глины, пылеватые супеси | 0,02–0,04 | 0,08–0,12 | 0,12–0,18 | 0,18–0,25 | 0,01–0,02 | 0,03–0,06 |
| Супеси | 0,01–0,03 | 0,06–0,10 | 0,10–0,15 | 0,15–0,20 | 0,01–0,02 | 0,02–0,05 |
| Пысок пылеватый и мелкий | 0,00–0,01 | 0,02–0,05 | 0,05–0,10 | 0,05–0,10 | – | – |
| Крупнообломочные с пылевато-глинистым заполнителем более 30% по массе | 0,01–0,02 | 0,03–0,05 | 0,05–0,07 | 0,07–0,10 | 0,01–0,02 | 0,02–0,03 |

Таблица 3п

| Объёмная масса $\gamma$, т/м$^3$ | Суммарная влажность W, % | Значения коэффициента теплопроводности $\lambda$, ккал/м град.ч | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Мерзлые грунты | | |
| | | пески | супеси | суглинки и глины |
| I,2 | 0,05 | 0,52 | - | - |
| I,2 | 0,I0 | 0,79 | 0,45 | - |
| I,4 | 0,05 | 0,69 | - | - |
| I,4 | 0,I0 | I,08 | 0,69 | 0,68 |
| I,4 | 0,I5 | I,25 | 0,88 | 0,84 |
| I,4 | 0,20 | - | I,05 | 0,94 |
| I,4 | 0,25 | - | I,I6 | I,00 |
| I,6 | 0,05 | 0,9I | - | - |
| I,6 | 0,I0 | I,35 | - | - |
| I,6 | 0,I5 | I,60 | I,I0 | 0,98 |
| I,6 | 0,20 | I,73 | I,29 | I,I2 |
| I,6 | 0,25 | I,82 | I,44 | I,24 |
| I,6 | 0,30 | I,93 | I,55 | I,30 |
| I,6 | 0,35 | - | I,65 | I,35 |
| I,6 | 0,40 | - | I,72 | I,4I |
| I,6 | 0,60 | - | - | I,50 |
| I,8 | 0,I0 | I,60 | - | - |
| I,8 | 0,I5 | I,90 | I,3I | 0,98 |
| I,8 | 0,20 | 2,I0 | I,52 | I,I2 |
| I,8 | 0,25 | 2,23 | I,70 | I,24 |
| I,8 | 0,30 | 2,32 | I,82 | I,30 |
| I,8 | 0,35 | - | I,93 | I,35 |
| I,8 | 0,40 | - | 2,00 | I,4I |
| I,8 | 0,60 | - | - | I,58 |
| 2,0 | 0,I5 | 2,20 | I,50 | - |
| 2,0 | 0,20 | 2,42 | I,75 | I,50 |
| 2,0 | 0,25 | 2,72 | I,93 | I,63 |
| 2,0 | 0,30 | - | 2,I0 | I,75 |
| 2,0 | 0,35 | - | - | I,86 |

## Пример расчета

Дано: при инженерно-геологических изысканиях установлено, что основание выемки сложено пылеватыми суглинками с влажностью $W_p + 0{,}5 I_p$, имеющими следующие физико-механические и теплофизические характеристики: $\gamma = 2$ т/м$^3$; $C = 1{,}5$ т/м$^2$; $\varphi^\circ = 10^\circ$; глубина сезонного промерзания 240 см.

Решение: выполняем расчет по условиям прочности основной площадки.

Строим график распределения напряжений по глубине $\sigma_z = f(h)$ (в данном примере используем кривую на рис.47).

Для построения прямой $Р_{кр} = \frac{h + Б}{A}$ по номограмме, приведенной на рис.48, находим в зависимости от С и $\varphi$ значения А=0,32 м$^3$/т и Б=2,0 м.

Задаваясь значениями $h = 0$ и $h = 1$, получаем точки прямой:

$$Р_0 = \frac{0 + Б}{A} = \frac{2{,}0}{0{,}32} = 6{,}3 \text{ тс/м}^2 = 0{,}63 \text{ кгс/см}^2.$$

$$Р_I = \frac{I + Б}{A} = \frac{3{,}0}{0{,}32} = 9{,}4 \text{ тс/м}^2 = 0{,}94 \text{ кгс/см}^2.$$

По этим точкам на графике (рис.47) строим прямую и находим точку её пересечения с кривой для $\sigma_z = 4$ кгс/см$^2$ (в данном примере). Ордината точки пересечения соответствует глубине $h_{кр} = 0{,}90$ м.

Выполняем расчет по условиям морозного пучения.

По табл.10 принимаем $h_д = 35$ мм (для скорости движения до 70 км/ч). Интенсивность пучения по табл 2п $f = 0{,}15$ (при влажности $W_p + 0{,}5 I_p$). Теплопроводность пылеватого суглинка при этой влажности $\lambda = 1{,}75$ ккал/м град.ч; теплопроводность дренирующего грунта $\lambda_{д_р} = 1{,}35$ ккал/м град.ч ($\gamma$ песка = 1,6т/м$^3$ при влажности $W = 10\%$).

Подставляя приведенные данные в формулу (3), получим:

$$h_з' = \left(2{,}40 - \frac{0{,}035}{0{,}15}\right) \frac{1{,}35}{1{,}75} = 1{,}7 \text{ м}.$$

В данном случае $h_з' > h_з$, поэтому величину вырезки следует назначать по величине $h_з'$, но, учитывая, что она больше 1,5 м, назначаем толщину заменяемого слоя равной 1,5 м и

одновременно предусматриваем мероприятия, направленные на осушение глинистых грунтов основания в зависимости от гидрогеологических, топографических и других природных условий.

Приложение 4

## П Е Р Е Ч Е Н Ь
## НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, ТИПОВЫХ ПРОЕКТОВ, МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ И ЛИТЕРАТУРЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЖЕЛЕЗНЫХ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

1. СНиП П-46-75. Промышленный транспорт. Нормы проектирования.
2. СНиП П-39-76. Железные дороги колеи 1520 мм. Нормы проектирования.
3. СНиП П-Д.5-72 (П-42). Автомобильные дороги. Нормы проектирования.
4. СНиП П-41. Электрифицированный городской транспорт (трамвайные пути, контактные сети). Нормы проектирования.
5. СНиП П-60-75. Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов. Нормы проектирования.
6. СНиП Ш-38-75. Железные дороги. Правила производства и приёмки работ.
7. СНиП Ш-Д.5-73 (Ш-40). Автомобильные дороги. Правила организации строительства и производства работ.
8. СН 449-72. Указания по проектированию земляного полотна железных и автомобильных дорог.
9. ВСН 46-72. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа (Минтрансстрой СССР).
10. Альбом типовых поперечных профилей земляного полотна вновь строящихся железных дорог колеи 1524 мм общей сети Союза ССР (ПКД-1). Мосгипротранс и ЦНИИ, 1965.
11. Альбом типовых поперечных профилей земляного полотна вторых путей железных дорог колеи 1524 мм общей сети Союза ССР (тип.проект 501-01-2). Мосгипротранс и ЦНИИ, 1965.

I2. Типовые конструкции и детали зданий и сооружений. Серия 3.503-32. Земляное полотно автомобильных дорог общей сети Союза ССР. Союздорпроект, I974.
I3. Альбом конструкций креплений откосов насыпей и выемок. Мосгипротранс, I970.
I4. Альбом водоотводных устройств на станциях. Мосгипротранс, I975.
I5. Альбом водоотводных устройств на железных и автомобильных дорогах общей сети Союза ССР. Мосгипротранс, I97I.
I6. Рекомендации по проектированию земляного полотна дорог в сложных инженерно-геологических условиях. ЦНИИС Минтрансстроя СССР, I974.
I7. Методические указания по проектированию земляного полотна на слабых грунтах. Оргтрансстрой, I968.
I8. Методические указания по оценке местной устойчивости откосов и выбору способов их укрепления в различных природных условиях. ЦНИИС Минтрансстроя СССР, I970.
I9. Осипов А.Д., Ронкин И.С., Панфилов И.С., Вощинин А.П. Дренажи и фильтры из пористого бетона. М, "Энергия", I972.
20. Типовые конструкции зданий и сооружений. Серия 3.503-2I. Дренажные устройства земляного полотна автомобильных дорог. Минтрансстрой, I97I.
2I. Конструкции дренажей мелкого заложения для дорог и трамвайных путей г. Москвы. Альбом 40-70. Мосинжпроект, I970.

П р и м е ч а н и е . Приведенный перечень должен корректироваться по мере выхода новых документов или замены и переиздания упомянутых.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие ..... 3

I. Общие положения ..... 5

2. Классификация и качественные характеристики грунтов ..... 8

Крутизна откосов земляного полотна ..... I4

3. Земляное полотно железнодорожных путей ..... I7

Конструктивные элементы ..... I7

Земляное полотно железнодорожных путей с открытой и полузаглубленной балластной призмой .... 2I

Земляное полотно железнодорожных путей с заглубленной балластной призмой ..... 29

Земляное полотно постоянных железнодорожных путей в пределах открытых горных разработок .... 38

4. Земляное полотно внутренних автомобильных дорог 55

Конструктивные элементы ..... 55

Земляное полотно внутризаводских автомобильных дорог ..... 58

Земляное полотно постоянных автомобильных дорог в пределах открытых горных разработок ..... 67

5. Земляное полотно автомобильных дорог соединяющих селитебные территории с промышленными предприятиями ..... 73

6. Особенности проектирования земляного полотна при засоленных грунтах ..... 85

7. Особенности проектирования земляного полотна железнодорожных путей и автомобильных дорог в районах распространения вечномерзлых грунтов 87

8. Организация поверхностного водоотвода от железнодорожных путей и автомобильных дорог промышленных предприятий ..... 95

9. Дополнительные мероприятия для предохранения земляного полотна от переувлажнения ..... 99

Дренажи глубокого заложения ..... 99

Изолирующие (водонепроницаемые) прослойки .... I02

Замена грунта ..... I07

Приложение I. Дренаж заглубленной балластной призмы железнодорожных путей ..... II0

Приложение 2. Перечень исходных данных для проектирования земляного полотна и водоотвода ..... II3

Приложение 3. Методика расчета толщины заменяемого слоя слабого и пучинистого грунтов дренирующими ..... II4

Приложение 4. Перечень нормативных документов, типовых проектов, методических материалов и литературы, используемых при проектировании земляного полотна железных и автомобильных дорог промышленных предприятий ..... I2I

Подписано в печать 27/I-1977 г. Формат 60 х 84/I6.
Тираж I500 экз. Уч.-изд.л. 7. Заказ 630

Ротапринт Союзводоканалпроекта

gost.e-ecolog.ru