

**ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС
УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ**

ТКП ХХХ-2026 (03220)

**ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ КОЛЕИ 1520 ММ
ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА**

**ЧЫГУНКІ КАЛЯІ 1520 ММ
ПРАВІЛЫ ПРАЕКТАВАННЯ І БУДАЎНІЦТВА**

*Настоящий проект технического кодекса
не подлежит применению до его утверждения*

Министерство транспорта и коммуникаций
Республики Беларусь
Минск

УДК 625.1:006.354 (083.74)

ОГКС 45.040

Ключевые слова: железные дороги, колея 1520 мм, инфраструктура железнодорожного транспорта, земляное полотно, верхнее строение железнодорожного пути, план и профиль, отдельные пункты, железнодорожные станции, мосты и трубы, тоннели, железнодорожные переезды, охрана окружающей среды.

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «ТрансСоюз Проект» (ООО «ТрансСоюз Проект»)

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от _____ № _____

3 Настоящий технический кодекс установившейся практики взаимосвязан с техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 003/2011 «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» и реализует его общие технические требования.

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ (с отменой СНБ 3.03.01-98 и ТКП 45-3.03-163-2009)

Настоящий технический кодекс установившейся практики не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь.

Издан на русском языке

СОДЕРЖАНИЕ

1 Область применения

2 Нормативные ссылки

3 Термины и определения

4 Общие положения

5 План и профиль железнодорожного пути

5.1 Продольный профиль железнодорожного пути (трассы) на перегонах

5.2 План железнодорожного пути (трассы) на перегонах

5.3 Размещение отдельных пунктов с путевым развитием и путевых постов

5.4 Продольный профиль и план железнодорожного пути (трассы) на отдельных пунктах

5.5 Продольный профиль и план железнодорожного пути при проектировании капитального ремонта

6 Земляное полотно

6.1 Общие положения

6.2 Грунты для земляного полотна

6.3 Основные конструктивные параметры земляного полотна

6.4 Основные положения проектирования

6.5 Насыпи

6.6 Насыпи на болотных грунтах

6.7 Выемки

6.8 Насыпи в условиях подтоплений

6.9 Резервы, кавальеры, банкеты

6.10 Устройства для отвода поверхностных и грунтовых вод

6.11 Защита и укрепление земляного полотна и водоотводных сооружений

6.12 Земляное полотно для железнодорожных узлов и станций

6.13 Земляное полотно внешних (подъездных) путей

6.14 Особенности проектирования земляного полотна, возводимого в зимнее время

6.15 Экологические требования при проектировании земляного полотна

7 Верхнее строение железнодорожного пути

7.1 Требования к конструкции верхнего строения железнодорожного пути главных путей перегонов и станций

7.2 Требования к бесстыковому пути

7.3 Требования к укладке стрелочных переводов

7.4 Верхнее строение железнодорожного пути на станциях

7.5 Верхнее строение железнодорожного пути на мостах и в тоннелях

7.6 Требования к верхнему строению железнодорожного пути при проектировании капитального ремонта

8 Защита железнодорожного пути и сооружений. Полоса отвода

8.1 Защита от снежных заносов

8.2 Защита от ветра

8.3 Защита от пескозаносимости

8.4 Защита от опасных геологических процессов

8.5 Полоса отвода и охранные зоны железнодорожной линии

9 Мосты и трубы

10 Тоннели

11 Раздельные пункты и путевое развитие

- 11.1 Железнодорожные узлы, станции, разъезды, обгонные пункты железнодорожного транспорта общего пользования
- 11.2 Сортировочные сооружения и устройства железнодорожного транспорта
- 11.3 Требования к железнодорожным станциям по обеспечению безопасности выполнения операций с опасными грузами
- 11.4 Примыкания и пересечения железнодорожных линий. Примыкания железнодорожных путей необщего пользования

12 Железнодорожные переезды и пешеходные переходы, пересечения с инженерными сетями

- 12.1 Пересечения с автомобильными дорогами
- 12.2 Железнодорожные пешеходные переходы
- 12.3 Пересечения с трубопроводами
- 12.4 Пересечения с линиями электропередачи и линиями связи

13 Охрана окружающей среды

- 13.1 Требования к размещению железнодорожных линий и объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта
- 13.2 Мероприятия по охране атмосферного воздуха (от химического и физического загрязнения)
- 13.3 Мероприятия по охране и рациональному использованию земельных ресурсов и почвенного покрова
- 13.4 Мероприятия по рациональному использованию и охране вод и водных биоресурсов
- 13.5 Мероприятия по охране растительного и животного мира
- 13.6 Мероприятия по обращению с отходами производства
- 13.7 Мероприятия по рациональному использованию общераспространенных полезных ископаемых

Приложение А (обязательное) Дорожно-климатическое районирование территории Республики Беларусь

Приложение Б (справочное) Характеристика набухающих, просадочных и пучинистых грунтов

Приложение В (справочное) Характеристика болотных отложений

Приложение Г (справочное) Определение толщины защитного слоя по условию ограничения величины морозного пучения его основания и обеспечения необходимой прочности подстилающего слоя

Приложение Д (справочное) Расчет устойчивости земляного полотна

Приложение Е (справочное) Определение осадки насыпей на болотах

Приложение Ж (обязательное) Методика испытаний насыпей на болотах

Приложение К (рекомендуемое) Определение размера камня для защиты откоса от размыва текущим потоком воды

Приложение Л (справочное) Определение ширины защитной призмы ΔI при защите откоса от размыва с использованием несортированной горной массы

Приложение М (справочное) Армирующие материалы

Приложение П (справочное) Глубина промерзания глинистых грунтов

Приложение Р (рекомендуемое) Расчет параметров ветровых волн для определения отметки бровки насыпи и мощности крепления откоса

Приложение С (справочное) Устойчивость земляного полотна на участках лессовидных грунтов

БИБЛИОГРАФИЯ

1 Область применения

1.1 Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – технический кодекс) распространяется на объекты инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования колеи 1520 мм, предназначенные для обеспечения:

1) движения железнодорожного подвижного состава со скоростью:

- пассажирских поездов – до 200 км/ч;
- ускоренных грузовых поездов – до 160 км/ч;
- грузовых поездов – до 140 км/ч;

2) эксплуатации железнодорожного пути с нагрузками на ось от грузового вагона:

- 245 кН (25 тс) – для верхнего строения железнодорожного пути;
- 294 кН (30 тс) – для земляного полотна железнодорожного пути.

1.2 Настоящий технический кодекс устанавливает требования к объектам инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования (далее – объекты инфраструктуры железнодорожного транспорта), а также к связанным с ними процессам проектирования (включая изыскания), возведения, реконструкции (включая возведение дополнительных главных железнодорожных путей), модернизации и капитального ремонта.

1.3 Требования настоящего технического кодекса не распространяются на восстановление разрушенных вследствие чрезвычайных ситуаций железнодорожных линий и возведение временных обходов барьерных мест.

2 Нормативные ссылки

В настоящем техническом кодексе использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее - ТНПА):

ТР ТС 003/2011 О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта
ТР 2009/013/ВУ Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность
ТКП 45-2.03-224-2010 (02250) Инженерная защита территории от затопления и подтопления. Строительные нормы проектирования
ТКП 45-3.03-163-2009 (02250) Железные дороги. Земляное полотно. Правила проектирования
ТКП 45-3.03-238-2011 (02250) Тоннели и метрополитены. Правила устройства
ТКП 200-2018 (33200) Автомобильные дороги. Земляное полотно. Правила проектирования
ТКП 339-2022 (33240) Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний
ТКП 539-2014 (02190) Железнодорожные пешеходные переходы. Устройство и эксплуатация
ТКП 543-2014 (02190) Железнодорожные переезды. Правила проектирования, устройства и эксплуатации
ТКП 682-2025 (33200) Дороги автомобильные общего пользования. Правила проектирования
СН 1.02.01-2019 Инженерные изыскания для строительства
СН 2.01.02-2025 Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Объемный вес, собственный вес, функциональные нагрузки для зданий
СН 3.03.03-2019 Промышленный транспорт
СН 3.04.01-2020 Гидротехнические сооружения общего назначения
СП 2.03.01-2020 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов
СП 2.04.04-2026 Строительная климатология
СП 3.04.03-2026 Правила расчета гидрологических характеристик
СП 5.01.01-2023 Общие положения по проектированию оснований и фундаментов зданий и сооружений
СП 5.01.04-2025 Классификация грунтов
СТБ 1104-2020 Материалы геосинтетические. Полотна геотекстильные для транспортного строительства. Технические условия
СТБ 1310-2002 Бетоны. Классификация. Общие технические требования
СТБ EN 13450-2007 Щебень для балластного слоя железнодорожного пути
ГОСТ 2.114-2016 Единая система конструкторской документации. Технические условия
ГОСТ 17.4.3.02-85 Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ
ГОСТ 17.5.3.04-83 Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель
ГОСТ 17.5.3.06-85 Охрана природы. Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ
ГОСТ 78-2014 Шпалы деревянные для железных дорог широкой колеи. Общие технические условия
ГОСТ 7392-2014 Щебень из плотных горных пород для балластного слоя железнодорожного пути. Технические условия

ГОСТ 7394-85 Балласт гравийный и гравийно-песчаный для железнодорожного пути. Технические условия

ГОСТ 7473-2010 Смеси бетонные. Технические условия

ГОСТ 9238-2022 Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений

ГОСТ 12248.6-2020 Грунты. Метод определения набухания и усадки

ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний

ГОСТ 22733-2016 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности

ГОСТ 23161-2012 Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности

ГОСТ 32698-2014 Скрепление рельсовое промежуточное железнодорожного пути. Требования безопасности и методы контроля

ГОСТ 33320-2015 Шпалы железобетонные для железных дорог. Общие технические условия

ГОСТ 33535-2015 Соединения и пересечения железнодорожных путей. Общие технические условия

ГОСТ 34078-2017 Прокладки рельсовых креплений железнодорожного пути. Технические условия

ГОСТ 34222-2017 Рельсы железнодорожные. Общие технические условия

ГОСТ 34664-2020 Рельсы железнодорожные, сваренные термитным способом. Технические условия

ГОСТ 34665-2020 Рельсы железнодорожные, сваренные электроконтактным способом. Технические условия

Примечание – При пользовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить действие ссылочных документов на официальном сайте Национального фонда технических нормативных правовых актов в глобальной компьютерной сети Интернет. Если ссылочные документы заменены (изменены), то при пользовании настоящим техническим кодексом следует руководствоваться действующими взамен документами. Если ссылочные документы отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применяются термины, установленные законодательством Республики Беларусь в области архитектурной, градостроительной и строительной деятельности, а также железнодорожного транспорта, и следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 балластный слой: Элемент верхнего строения железнодорожного пути, служащий для равномерного распределения давления от шпал по основной площадке земляного полотна или другому основанию, удержанию шпал от сдвига и для обеспечения упругого взаимодействия железнодорожного пути и железнодорожного подвижного состава.

3.2 банкет: Сооружение правильной формы (трапецеидального или треугольного сечения) из грунта, отсыпаемого вдоль верхней бровки выемки для ограждения и защиты ее откосов от размыва поверхностными водами.

3.3 берма: Площадка, устраиваемая на поверхности откоса насыпи или выемки с целью повышения общей устойчивости откоса и прохода машин при производстве ремонтных работ на откосе.

3.4 бровка: Линия пересечения плоскости откоса и поверхности земляного полотна в месте их сопряжения, по которой определяют рабочие отметки земляного полотна железной дороги.

3.5 ввод в эксплуатацию: Набор мероприятий, направленных на принятие в эксплуатацию законченного возведением, реконструкцией или модернизацией объекта инфраструктуры железнодорожного транспорта, в том числе документальное оформление в установленном порядке.

3.6 верхнее строение железнодорожного пути: Компонент железнодорожного пути, предназначенный для восприятия нагрузок от колес железнодорожного подвижного состава и передачи их на нижнее строение железнодорожного пути, а также для направления колес по рельсовой колее.

3.7 возведение: Создание нового объекта строительства, в том числе комплекса зданий, сооружений и (или) инженерных коммуникаций, за исключением возведения временных построек, а также создания объектов, для которых не требуется получение разрешительной документации.

3.8 выемка глубокая: Выемка глубиной более 12 м в глинистых, песчаных или крупнообломочных грунтах, более 16 м в скальных грунтах.

3.9 выемка: Земляное сооружение, выполненное путем срезки естественного грунта по заданному профилю; при этом вся поверхность земляного полотна расположена ниже поверхности земли.

3.10 выплеск: Зона разжижения балласта под шпалами, возникающая под воздействием поездов вследствие недостаточных дренажных свойств из-за загрязнения балластного слоя.

3.11 высота насыпи: Расстояние, измеренное по оси дороги от поверхности земли до линии бровки земляного полотна.

3.12 железнодорожная линия: Технологический комплекс, включающий в себя главный (главные) железнодорожный (железнодорожные) путь (пути) с единым счетом километров, железнодорожные станции, полосу отвода земли и совокупность устройств железнодорожного электроснабжения, железнодорожной автоматики и телемеханики, железнодорожной электросвязи, здания, строения, сооружения, устройства и оборудование, обеспечивающие функционирование указанного комплекса и безопасное движение железнодорожного подвижного состава.

3.13 железнодорожная станция: Пункт, который разделяет железнодорожную линию на перегоны или блок-участки, обеспечивает функционирование инфраструктуры железнодорожного транспорта, имеет путевое развитие, позволяющее выполнять операции по приему, отправлению, обгону поездов, операции по обслуживанию пассажиров и приему, выдаче грузов, багажа, грузобагажа, а при развитых путевых устройствах выполнять маневровую работу по расформированию и формированию поездов и технические операции с поездами.

3.14 железнодорожный путь: Подсистема инфраструктуры железнодорожного транспорта, включающая в себя верхнее строение железнодорожного пути, земляное полотно, водоотводные, водопропускные, противодеформационные, защитные и укрепительные сооружения земляного полотна, расположенные в полосе отвода, а также искусственные сооружения.

3.15 забанкетная канава: Канава, предназначенная для отвода поверхностной воды с площади между нагорным откосом выемки и подошвой банкета или кавальера и для защиты откосов выемок от размыва.

3.16 заложение откоса: Горизонтальная проекция откоса.

3.17 земляное полотно: Грунтовое сооружение в виде насыпи или выемки, включающее систему водоотвода, сооружений инженерной защиты от природных геофизических процессов и специальных мероприятий по повышению устойчивости грунтового основания.

3.18 кавальер: Геотехническое сооружение в виде насыпи правильной формы, устроенной из грунта выемки, не используемое по тем или иным причинам для отсыпки насыпей.

3.19 канава нагорная: Канава, устраиваемая с нагорной стороны дороги для перехвата стекающей по склону воды и отвода ее от дороги.

3.20 капитальный ремонт железнодорожного пути: Вид путевых работ, предназначенный для сплошной замены верхнего строения железнодорожного пути смонтированным из новых материалов, с усилением балластной призмы, оздоровлением земляного полотна и основной его площадки, ремонта водоотводных и дренажных сооружений.

3.21 класс железнодорожного пути: Характеристика железнодорожного пути, определяемая эксплуатационными параметрами и предназначенная для установления требований к его устройству, ремонту и содержанию при эксплуатации. Класс определяется для каждого из железнодорожных путей.

3.22 контрбанкет: Инженерное сооружение из камня или грунта, устраиваемое в виде присыпки к насыпи взамен подпорных стен.

Примечание - Сооружают на особо крутых косогорах у подошвы насыпей или полунасыпей-полувыемок в целях их укрепления или борьбы с выпором оснований. В последнем случае их обычно называют боковыми пригрузочными бермами.

3.23 коэффициент относительного уплотнения: Отношение требуемой плотности сухого грунта в насыпи к его плотности в резерве или карьере.

3.24 коэффициент уплотнения: Отношение плотности сухого грунта в насыпи к плотности сухого грунта при стандартном уплотнении.

3.25 коэффициент фильтрации грунта: Показатель водопроницаемости грунта, равный скорости фильтрации воды сквозь грунт при напорном градиенте, равном единице.

3.26 крутизна откоса: Отношение высоты откоса к его горизонтальной проекции – заложению.

3.27 кюветы: Боковые водоотводные продольные каналы, располагающиеся непосредственно вдоль подошвы земляного полотна.

3.28 лотки: Водоотводные каналы треугольного поперечного сечения.

3.29 модернизация: Вид реконструкции, проводимой в существующих габаритах зданий, сооружений, коммуникаций, связанной с приведением их к современным требованиям, с заменой элементов и внедрением новых технологий.

3.30 наработка железнодорожного пути: Объем работы (пропущенный тоннаж) в млн. тонн брутто верхнего строения железнодорожного пути за определенный период времени.

3.31 насыпь: Инженерное земляное сооружение, устраиваемое из природных и (или) техногенных грунтов, в пределах которых вся поверхность земляного полотна расположена выше уровня земли.

3.32 обочина пути: Часть земляного полотна, обеспечивающая удаленность поездной нагрузки от края основной площадки, предохраняющая балласт от осыпания на откосы земляного полотна, создающая удобства для производства путевых работ.

3.33 основание естественное: Массив грунта в условиях естественного залегания, используемый в качестве несущего основания насыпи.

3.34 основная площадка земляного полотна: Часть земляного полотна, расположенная ниже сливной площадки.

3.35 ось железнодорожного пути: Ось симметрии, проходящая посередине рельсовой колеи в плоскости поверхности катания рельсов на одинаковом расстоянии от осей симметрии рельсов, образующих данную колею, и предназначенная для построения проектных показателей железнодорожного пути и объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта.

3.36 откос земляного полотна: Поверхность, сопрягающая обочину с поверхностью придорожной полосы или водоотводных сооружений.

3.37 подошва насыпи: Нижняя поверхность тела насыпи, опирающаяся на естественный грунт.

3.38 подпорная стенка: Геотехническая конструкция, предназначенная для обеспечения устойчивости вертикальных или очень крутых откосов.

3.39 поперечный профиль земляного полотна: Изображение сечения дороги плоскостью, перпендикулярной к ее оси.

Примечание - Поперечный профиль земляного полотна может быть двускатным – с уклонами, симметрично нисходящими от оси дороги к бровкам земляного полотна, односкатным – с уклоном, нисходящим от одной бровки земляного полотна к другой. Элементы поперечного профиля – сливная призма, основная площадка, обочины, водоотводные канавы, откосы и др.

3.40 прослойка геотекстильная: Прослойка из геотекстильного полотна между балластом и земляным полотном, в конструкциях укрепления откосов, на слабых основаниях.

3.41 путевые работы: Комплекс работ по ремонту, за исключением капитального, и текущему содержанию железнодорожного пути, направленных на поддержание его в рабочем состоянии.

3.42 разделительный слой: Подбалластный слой из геотекстиля или пенополистирола, обеспечивающий отвод инфильтрующих осадков, препятствующий перемещению балласта и накопленных загрязнителей балластных материалов.

3.43 реконструкция железнодорожного пути: Комплекс работ и организационно-технических мероприятий, связанных с изменением основных технико-экономических показателей, категории и/или назначения железнодорожного пути, а также пропускной и провозной способности и положения в плане железнодорожного пути.

3.44 рельсовые скрепления: Элементы верхнего строения железнодорожного пути, предназначенные для соединения рельсов друг с другом и с подрельсовым основанием и препятствующие перемещению рельса в поперечном и продольном направлениях.

3.45 ремонт железнодорожного пути: Комплекс работ и организационно-технических мероприятий по восстановлению утраченных в процессе эксплуатации качеств железнодорожного пути или его составных элементов, устранению мелких повреждений и неисправностей, а также физического износа и морального старения, не относящихся к реконструкции, выполняемых в том числе с применением новых материалов и технологий.

3.46 ресурс железнодорожного пути нормативный: Суммарная наработка железнодорожного пути в млн. т брутто, применяемая при текущем и долгосрочном планировании путевых работ.

3.47 руководящий уклон: Наибольший затяжной подъем, по значению которого и расчетной минимальной скорости движения принятого тягового подвижного состава устанавливается норма массы поезда при одиночной тяге.

3.48 сливная призма: Часть земляного полотна шириной по верху 2,3 м, ограниченная основной площадкой и плоскостью, проходящей через ее бровки.

3.49 сложные инженерно-геологические условия: Наличие в земляном полотне или его основании специфических и (или) слабых грунтов и (или) риска возникновения (развития) опасных геологических процессов и явлений.

3.50 срок службы железнодорожного пути расчетный: Календарная продолжительность эксплуатации железнодорожного пути между ремонтами со сменой верхнего строения железнодорожного пути, применяемая при текущем и долгосрочном планировании путевых работ.

3.51 срок службы железнодорожного пути: Календарная продолжительность эксплуатации железнодорожного пути от последнего ремонта со сменой верхнего строения железнодорожного пути.

3.52 трасса: Пространственная линия – продольная ось железнодорожного пути в уровне бровки земляного полотна при проектировании новых линий и в уровне верха головки рельса при реконструкции или капитальном ремонте.

3.53 трудные условия: Сложные топографические, инженерно-геологические, планировочные и другие местные условия, когда применение основных норм проектирования вызывает существенное увеличение объема строительно-монтажных работ.

3.54 угол естественного откоса: Максимальный острый угол, который может быть образован свободным откосом грунта с горизонтом в состоянии равновесия.

4 Общие положения

4.1 При проектировании (включая изыскания), возведении, реконструкции (включая возведение дополнительных главных железнодорожных путей), модернизации и капитальном ремонте объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта должны выполняться требований в области безопасности, градостроительной деятельности, пожарной безопасности, охраны труда, а также охраны окружающей среды согласно законодательству Республики Беларусь.

4.2 Инженерные изыскания для подготовки проектной документации, возведения и реконструкции объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта должны выполняться с соблюдением требований Кодекса Республики Беларусь об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности, а также иных актов законодательства.

4.3 Для подготовки проектной документации на капитальный ремонт объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта допускается проводить отдельные виды инженерных изысканий и (или) проводить инженерные изыскания в уменьшенном объеме в случае, если это предусмотрено заданием на проектирование.

4.4 Для обеспечения безопасного функционирования объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта при проектировании следует:

- обеспечивать прочность, устойчивость и долговечность объектов инфраструктуры при взаимодействии с климатическими, топографическими и инженерно-геологическими условиями района эксплуатации в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса;
- обеспечивать техническую совместимость объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта между собой и с железнодорожным подвижным составом;
- выбирать материалы и изделия в соответствии с требованиями ТР 2009/013/ВУ и условиями эксплуатации;
- устанавливать значения эксплуатационных параметров, которые недопустимо превышать в процессе эксплуатации, а также устанавливать параметры, по которым допустимо отклонение от проектируемых значений с указанием допустимых отклонений и (или) локальных нормативных правовых актов владельца инфраструктуры железнодорожного транспорта;
- обеспечивать доступность объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта для инвалидов и физически ослабленных лиц в соответствии с требованиями СН 3.02.12;
- обеспечивать охранную защищенность объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта в соответствии с требованиями законодательства Республики Беларусь.

4.5 Для обеспечения безопасности движения поездов при проектировании объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта следует предусматривать:

- размещение зданий и сооружений вблизи железнодорожного пути на расстояниях не менее установленных габаритом приближения строений по ГОСТ 9238;

- сооружения и устройства для остановки поезда, потерявшего управление;
- устройства для предупреждения самопроизвольного выхода железнодорожного подвижного состава на маршруты следования поездов;
- устройства для предотвращения несанкционированного перевода элементов стрелочного перевода во время движения железнодорожного подвижного состава;
- иные устройства, обеспечивающие безопасность движения поездов в соответствии с Правилами технической эксплуатации железной дороги в Республике Беларусь.

4.6 При проектировании новых железнодорожных линий, дополнительных главных железнодорожных путей, реконструкции существующих железнодорожных линий проектные решения следует обосновывать путем сравнения технико-экономических показателей конкурентоспособных вариантов.

4.7 При разработке разделов проектной документации по эксплуатации объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта следует соблюдать требования локальных правовых актов владельца инфраструктуры (Белорусской железной дороги).

4.8 Включение в проект задания на проектирование требований по разработке проектной документации и результатов инженерных изысканий в форме информационной модели (BIM-технологии) осуществляется по решению заказчика в предусмотренных законодательством Республики Беларусь случаях.

4.9 Категорирование железнодорожных линий. Требования настоящего технического кодекса при проектировании, возведении, реконструкции, модернизации и капитальном ремонте объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта должны применяться с учетом отнесения объектов к определенной категории железнодорожной линии.

Проектные параметры железнодорожной линии устанавливаются в зависимости от категории железнодорожной линии и соответствующим ей максимальным расчетным скоростям движения грузовых и пассажирских поездов. Категории железнодорожных линий представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 — Категории железнодорожных линий

Категория железнодорожной линии	Характер и объем перевозок	Максимальная расчетная скорость движения пассажирских поездов, км/ч	Максимальная расчетная скорость движения грузовых поездов, км/ч
Скоростные	Линии, предназначенные для организации движения пассажирских поездов со скоростями от 161 до 200 км/ч включительно	От 161 до 200	До 140

Пассажирские	Линии, на которых пассажирские поезда составляют более 90% от общего числа поездов	До 160	До 120
Особогрузонапряженные	Линии с грузонапряженностью в грузовом направлении более 50 млн т.км брутто/км в год	До 120	До 90
I	Линии с грузонапряженностью в грузовом направлении более 50 млн т.км брутто/км в год	До 160	До 90
II	Линии с грузонапряженностью в грузовом направлении более 15 до 50 млн т.км брутто/км в год	До 120	До 90
III	Линии с грузонапряженностью в грузовом направлении более 5 до 15 млн т.км брутто/км в год	До 100	До 90
IV	Линии с грузонапряженностью в грузовом направлении до 5 млн т.км брутто/км в год и менее, имеющие местное значение	До 80	До 80

4.10 При проектировании новых железнодорожных линий следует назначать основные технические параметры, обеспечивающие их пропускную и провозную способности на уровне не ниже необходимых пропускной и провозной способностей на десятый год после ввода железнодорожной линии в эксплуатацию (если иное не установлено заданием на проектирование).

4.11 Первоначальные параметры и конструктивные решения сооружений должны определяться из условий сохранения их значений без проведения реконструкции в течение следующих сроков:

- ширина земляного полотна на перегонах и отдельных пунктах, ширина опор мостов, конструкции верхнего строения железнодорожного пути и контактной сети, полезная длина приемо-отправочных путей – не менее 10 лет;
- число главных железнодорожных путей, железнодорожных станций (и иных отдельных пунктов), монтируемая емкость устройств СЦБ и связи, оборудование тяговых подстанций – не менее 5 лет;

- площади грузовых устройств, оборудование мастерских – не менее 2 лет.

В случаях, если в течение 15 лет потребуется возведение вторых путей, проектом следует предусматривать земляное полотно и опоры мостов под два пути.

4.12 Конструкция следующих объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта должна обеспечивать срок службы, не менее:

- 120 лет – для земляного полотна;
- 40 лет – для безбалластной конструкции верхнего строения железнодорожного пути;
- в соответствии с ТНПА на мосты и трубы – для мостовых сооружений;
- в соответствии с ТНПА на тоннели – для тоннелей;
- в соответствии с ТНПА на здания и сооружения – для капитальных зданий.

5 План и профиль железнодорожного пути

Нормативы плана и профиля железнодорожного пути должны обеспечивать плавность хода подвижного состава с учетом скорости и категорирования участка.

5.1 Продольный профиль железнодорожного пути (трассы) на перегонах

5.1.1 При проектировании продольного профиля возводимых железнодорожных путей руководящий уклон с одиночной тягой в грузовом направлении не должен превышать следующих значений:

- 20‰ — на скоростных и пассажирских железнодорожных путях;
- 9‰ — на особогрузонапряженных железнодорожных путях;
- 12‰ — на железнодорожных путях I категории;
- 15‰ — на железнодорожных путях II категории;
- 20‰ — на железнодорожных путях III категории;
- 30‰ — на железнодорожных путях IV категории.

Значение ограничивающего уклона не должно превышать:

- 40‰ — на скоростных и пассажирских железнодорожных путях;
- 18‰ — на особогрузонапряженных железнодорожных путях и железнодорожных путях I категории;
- 20‰ — на железнодорожных путях II категории;
- 30‰ — на железнодорожных путях III категории;
- 40‰ — на железнодорожных путях IV категории.

Проектирование элементов продольного профиля с уклонами круче руководящего допускается при обосновании тяговыми расчетами.

5.1.2 Крутизну ограничивающего уклона в кривых участках пути в плане следует уменьшать на величину уклона $i_{э(к)}$, эквивалентного дополнительному сопротивлению от кривой, которая определяется по формулам:

— при длине кривой больше или равной длине поезда

$$i_{э(к)} = 700 / R \quad (5.1)$$

— при длине кривой меньше длины поезда

$$i_{э(к)} = 12,2 \cdot \alpha / l_n \quad (5.2)$$

где R — радиус кривой, м; l_n — длина поезда, м; α — угол поворота (сумма углов поворота), либо его часть, °, соответствующие участку уменьшения ограничивающего уклона.

Допускается не уменьшать ограничивающий уклон в кривых участках железнодорожного пути в плане при обосновании тяговыми расчетами. Необходимость уменьшения ограничивающего уклона из-за снижения коэффициента сцепления в кривых участках железнодорожного пути с радиусом 500 м и менее при электрической тяге, радиусом 800 м и менее при автономной тяге, на участках с отметками свыше 800 м над уровнем моря при автономной тяге, а также величина такого уменьшения должны быть определена на основании тяговых расчетов.

5.1.3 При проектировании реконструкции железнодорожных путей и дополнительных главных путей допускается сохранять существующий ограничивающий уклон и его локальные превышения. Возможность локального превышения ограничивающего уклона должна быть подтверждена тяговыми расчетами.

5.1.4 Наибольшая алгебраическая разность уклонов смежных элементов продольного профиля и их наименьшая длина при проектировании возводимых железнодорожных путей, реконструкции

железнодорожных путей, возведении дополнительных главных путей устанавливается в зависимости от категории железнодорожного пути и нормы полезной длины приемо-отправочных путей в соответствии с таблицей 5.1.

Таблица 5.1 — Наибольшая алгебраическая разность уклонов и наименьшая длина смежных элементов продольного профиля

Категория железнодорожного пути	Наибольшая алгебраическая разность уклонов смежных элементов профиля Δi_n , ‰, (числитель) и наименьшая длина элементов профиля l_n , м, (знаменатель) при полезной длине приемо-отправочных путей, м			
	1050-1100	1500-1700	2100-2200	850
	Основные нормы			
Скоростная	4/550	6/450	—	—
Пассажирская	6/450	4/550	—	—
Особогрузонапряженная	3/550	3/750	3/1100	—
I	6/450	4/550	3/750	3/1100
II	8/450	5/550	4/750	3/1100
III	13/450	7/550	7/750	4/1100
IV	13/450	8/550	8/750	—
Допускаемые нормы в трудных условиях				
Скоростная	6/250	4/300	—	—
Пассажирская	6/200	4/250	—	—
Особогрузонапряженная	3/250	3/250	3/400	—
I	6/200	4/250	3/250	3/300
II	8/200	5/250	4/250	3/300
III	13/200	7/200	7/250	4/250
IV	13/200	8/200	8/250	—
Предельно допускаемые нормы в особо трудных условиях				
Скоростная	10/250	9/300	—	—
Пассажирская	13/200	10/200	—	—
Особогрузонапряженная	—	10/200	5/250	4/300
I	13/200	10/200	5/250	4/300
II	13/200	10/200	6/250	4/250
III	13/200	10/200	8/250	6/250
IV	20/200	10/200	10/200	—

Примечание — Допускаемые в трудных условиях нормы применяются в качестве основных для проектирования реконструкции и дополнительных главных путей.

Предельно допускаемые нормы не следует применять:

- на участках вогнутого профиля (в ямах), ограниченных хотя бы одним тормозным спуском;
- на элементах профиля, расположенных на тормозных спусках;
- на близко расположенных (на расстоянии менее удвоенной длины приемо-отправочных путей или расчетной длины поезда) вогнутом (в ямах) и выпуклом (на горбах) или выпуклом и вогнутом сочетаниях продольного профиля, где достигаются высокие скорости движения (более 60 км/ч) либо где применяется регулировочное торможение поезда.

5.1.5 При проектировании реконструкции железнодорожных путей, возведении дополнительных главных путей сопряжение смежных элементов допускается предусматривать профилем криволинейного очертания (огibaющие окружность прямолинейные элементы одинаковой длины l_k с постоянной алгебраической разностью уклонов смежных элементов Δi_k). Длину сопрягающих элементов профиля криволинейного очертания l_k определяют из условия (5.3) и назначают в диапазоне от 25 до 100 м:

$$l_k \geq l_n (\Delta i_k / \Delta i_n) \quad (5.3)$$

где Δi_k — алгебраическая разность уклонов сопрягающих элементов профиля криволинейного очертания в диапазоне 0,5‰-2,0‰; Δi_n — наибольшая алгебраическая разность уклонов смежных элементов в соответствии с таблицей 5.1, ‰; l_n — наименьшая длина элементов профиля по таблице 5.1, м. Общая длина участка сопряжения профилем криволинейного очертания должна быть не менее суммы длин элементов профиля, запроектированного в соответствии с допускаемыми или предельно допускаемыми нормами таблицы 5.1.

5.1.6 Элементы продольного профиля железнодорожного пути принимаются с округлением: уклоны — до 0,1‰; длины — до 1 м; отметки — до 0,01 м.

5.1.7 Смежные элементы продольного профиля следует сопрягать вертикальной кривой радиусом R_v , м, приведенным в таблице 5.2.

Таблица 5.2 — Радиусы вертикальных кривых

Категория железнодорожного пути	Радиус вертикальной кривой, R_v м, не менее	Вертикальные кривые допускаются не устанавливать при Δi , ‰, менее
Основные нормы при проектировании возводимых железнодорожных путей, реконструкции и возведении дополнительных главных путей		
Скоростная	20000	2,0
Пассажирская, Особогрузонапряженная, I, II	15000	2,3
III	10000	2,8
IV	8000	3,1
Допускаемые нормы в трудных условиях при проектировании реконструкции и возведении дополнительных главных путей		
Скоростная	17000	2,1
Пассажирская, Особогрузонапряженная, I, II	10000	2,8
III	8000	3,1
IV	6000	3,6

Вертикальные кривые следует размещать вне переходных кривых, а также вне пролетных строений мостов и путепроводов с безбалластной проезжей частью. При этом наименьшее расстояние от переломов продольного профиля до начала или конца переходных кривых и концов пролетных строений должно быть не менее тангенса вертикальной кривой, T_v , м, который следует определять по формуле:

$$T_v = R_v \cdot \Delta i / 2000 \quad (5.4)$$

где Δi — алгебраическая разность уклонов на переломе профиля, ‰.

5.1.8 В случае, если алгебраическая разность уклонов смежных элементов продольного профиля превышает значения, установленные таблицей 5.1, допускается сопрягать такие элементы вертикальными кривыми радиусом R_v , м, который назначается из условия:

$$R_v \geq (l_n / \Delta i_n) \cdot 1000 \quad (5.5)$$

где Δi_n — наибольшая алгебраическая разность уклонов смежных элементов, ‰; l_n — наименьшая длина элементов профиля, м. Вертикальные кривые с радиусом R_v не менее 40000 м допускается располагать вне зависимости от размещения переходных кривых в плане.

5.1.9 При проектировании реконструкции особогрузонапряженных железнодорожных путей и железнодорожных путей I-III категорий в случаях, когда применение указанных в таблицах 5.1 и 5.2 требований приводит к необходимости переустройства существующего земляного полотна или искусственных сооружений допускается при технико-экономическом обосновании применение норм для железнодорожного пути следующей более низкой категории. При этом для железнодорожных путей особогрузонапряженной категории применяют нормы проектирования, соответствующие I категории.

5.1.10 Продольный профиль в выемках длиной более 400 м, за исключением участков выемок в многолетнемерзлых грунтах, следует проектировать уклонами одного направления или уклонами разного направления выпуклого очертания с крутизной уклонов не менее 2‰. Продольный профиль в выемках, устраиваемых в многолетнемерзлых грунтах, независимо от их длины, следует проектировать уклонами одного направления, либо выпуклого очертания, с крутизной уклонов не менее 4‰.

5.1.11 Для предотвращения снежных заносов железнодорожного пути продольный профиль следует проектировать в виде насыпи, при этом бровка земляного полотна должна возвышаться над уровнем расчетной толщины снежного покрова не менее чем на 0,7 м на однопутных и 1,0 м на двухпутных железнодорожных путях. Допускается уменьшать высоту насыпи над уровнем расчетной толщины снежного покрова до значений, приведенных в таблице 5.3.

Таблица 5.3 — Высота насыпи над уровнем расчетной толщины снежного покрова (м)

Орография местности и направление преобладающего снеготранспорта	Высота насыпи при числе главных путей	
	один	два
Равнина, наветренные склоны косогоров, водоразделы при незначительном отклонении (до 30°) направления преобладающих метелей от нормали к оси железнодорожного пути	0,50	0,75
Понижение, подветренные склоны косогоров при значительном отклонении (45°-60°) направления преобладающих метелей от нормали к оси железнодорожного пути	0,60	0,90

Примечание — В качестве расчетной принимается толщина снежного покрова, имеющая вероятность превышения: 2% для железнодорожных путей скоростных, пассажирских, особогрузонапряженных, I и II категорий; 3% для III категории; 5% для IV категории и станционных путей.

5.1.12 Продольный профиль железнодорожного пути на участках распространения подвижных песков следует проектировать преимущественно в виде насыпей высотой не менее 0,9 м, предусматривая соответствующие меры защиты.

5.1.13 Продольный профиль железнодорожного пути на слабых, биогенных и пучинистых грунтах следует проектировать с учетом обеспечения стабильности земляного полотна согласно ТКП 45-3.03-163.

5.1.14 Продольный профиль железнодорожного пути на подходах к водопропускным сооружениям через водотоки в пределах их разлива, а также при расположении трассы вдоль рек и водоемов следует проектировать из условия обеспечения возвышения бровки земляного полотна над наивысшим расчетным уровнем воды не менее чем на 0,5 м.

5.1.15 Длина участка затяжного спуска не должна превышать длины, проходимой поездом без остановок по условиям нагрева тормозных колодок и колес подвижного состава и истощимости автотормозов. В случае необходимости продолжения затяжного спуска следует предусматривать место для остановки поезда на раздельном пункте с путевым развитием.

5.1.16 Продольный профиль дополнительного главного пути, располагаемого на общем земляном полотне с междупутным расстоянием до 6,5 м с существующим путем, следует проектировать на прямых участках из условия обеспечения одинакового уровня головок рельсов обоих путей (с учетом выполнения реконструкции или капитального ремонта). Разность уровней головок рельсов смежных главных путей не должна превышать 15 см.

5.1.17 Продольный профиль железнодорожного пути на мостах и трубах проектируется с учетом требований СН 3.03.01.

5.1.18 Продольный профиль в тоннеле проектируется с учетом требований ТКП 45-3.03-238 и требований настоящего пункта. Руководящий уклон или уклон усиленной тяги, принятый для открытых участков трассы, допускается сохранять в тоннеле при его длине менее 300 м.

Таблица 5.4 — Коэффициенты уменьшения величины уклона в тоннеле

Длина тоннеля, км	Коэффициент уменьшения величины уклона
От 0,3 до 1,0	0,90
Свыше 1,0 до 3,0	0,85
Свыше 3,0	0,80-0,75 (в зависимости от длины тоннеля)

5.2 План железнодорожного пути (трассы) на перегонах

5.2.1 При проектировании возводимых железнодорожных путей, дополнительных главных путей и реконструкции существующих железнодорожных путей следует предусматривать постоянное значение радиуса круговой кривой. Значения радиусов круговых кривых в плане следует назначать в соответствии с требованиями таблицы 5.5.

Таблица 5.5 — Радиусы круговых кривых в плане (м)

Категория железнодорожного пути	Основные значения радиусов, не менее	Допускаемые значения радиусов, не менее	Предельно допускаемые значения радиусов, не менее
Скоростная	2500	1200	800
Пассажирская, Особогрузонапряженная, I, II	2000	1000	350
III	1500	800	300
IV	1000	600	300

Примечание — 1 В особо трудных условиях при технико-экономическом обосновании допускается применять значение радиусов кривых в плане не менее 200 м. 2 При проектировании реконструкции железнодорожных путей в качестве основных значений радиусов принимаются допускаемые значения радиусов для возводимых путей.

Максимальное значение радиуса круговой кривой следует принимать не более 10000 м, за исключением участков с малыми углами поворота до 00°14'. Малые углы поворота (менее 00°14') при реконструкции и при возведении дополнительных главных путей должны быть устранены.

5.2.2 Прямые участки железнодорожного пути и круговые кривые, а также составные кривые различных радиусов следует сопрягать переходными кривыми. Длина переходных кривых определяется расчетом с учетом принятой величины возвышения наружного рельса, максимальных скоростей движения поездов на данном участке, допускаемой скорости подъема колеса на возвышение наружного рельса, допускаемого значения непогашенного ускорения и скорости его нарастания.

5.2.3 Величину возвышения наружного рельса следует принимать не менее 15 мм и не более 140 мм. Предельно допускаемое значение возвышения наружного рельса должно быть не более 150 мм.

5.2.4 Полученную расчетом величину возвышения наружного рельса следует проверять на соблюдение нормативного значения непогашенного поперечного ускорения из условия:

$$a_{np} \leq [a_{np}] \quad (5.6)$$

где $[a_{np}]$ — допускаемое значение непогашенного поперечного ускорения, м/с²; a_{np} — непогашенное ускорение, определяемое для полученной расчетом величины возвышения наружного рельса, м/с².

$$a_{np} = V^2 / (13 \cdot R) - 0,0061 \cdot h \quad (5.7)$$

где V — допустимая скорость движения поезда в кривой, км/ч; R — радиус круговой кривой, м; h — принятая величина возвышения наружного рельса в кривой, мм.

Таблица 5.6 — Допускаемые значения непогашенного ускорения

Категория железнодорожного пути	Для пассажирских поездов, не более, м/с ²	Для грузовых поездов, в диапазоне, м/с ²
Скоростная, Пассажирская	0,7	от -0,4 до 0,3 включ.
Особогрузонапряженная	0,7	от -0,2 до 0,3 включ.

I, II, III, IV	0,7	от -0,3 до 0,3 включ.
----------------	-----	-----------------------

5.2.5 Расчет длины переходной кривой следует выполнять из условий:

— непревышения нормативного значения уклона отвода возвышения наружного рельса по формуле:

$$l \geq h / [i] \quad (5.8)$$

— непревышения нормативного значения скорости нарастания непогашенного поперечного ускорения по формуле:

$$l \geq a_{\text{нп}} V_{\text{max}} / (3,6 [\Psi]) \quad (5.9)$$

где $[\Psi]$ — нормативное значение скорости нарастания непогашенного ускорения, м/с³, определяемое по таблице 5.7; $[i]$ — нормативное значение уклона отвода возвышения наружного рельса, ‰, определяемое по таблице 5.8; V_{max} — скорость движения наиболее быстроходного поезда в кривой, км/ч.

Таблица 5.7 — Нормативные значения скорости нарастания непогашенного ускорения

Скорость движения наиболее быстроходного поезда в кривой, км/ч	Нормативное значение скорости нарастания непогашенного ускорения $[\Psi]$, м/с ³	
	Основные значения	Допускаемые в трудных условиях значения
До 140	Не более 0,6	—
141-200	Не более 0,4	Не более 0,6

Таблица 5.8 — Нормативные значения уклонов отвода возвышения наружного рельса

Максимальная скорость поезда в кривой, км/ч	Нормативные значения уклонов отвода возвышения наружного рельса, $[i]$, ‰	
	Основные значения	Допускаемые в трудных условиях значения
200	0,6	0,5
180	0,5	0,6
160	0,7	0,5
140	0,7	0,9
120	1,0	0,8
100	1,2	1,0
80	1,0	1,5
60	1,0	2,1
40	1,0	2,7
25	1,0	3,0

Примечание — Значения уклонов отвода возвышения наружного рельса при проектировании возводимых железнодорожных путей, дополнительных главных путей, реконструкции существующих железнодорожных путей ограничены скоростью подъема колеса на возвышение наружного рельса: не более 28 мм/с — основное значение; не более 35 мм/с — допускаемое значение.

5.2.6 Прямые вставки между начальными точками переходных кривых следует назначать не менее величины, указанной в таблице 5.9.

Таблица 5.9 — Длина прямой вставки между кривыми (м)

Категория железнодорожного пути	Основные значения между кривыми, направленными		Допускаемые в трудных условиях значение между кривыми, направленными	
	в разные стороны	в одну сторону	в разные стороны	в одну сторону
Скоростная	150/150	150/150	100/100	100/100

Пассажирская	150/150	150/150	75/50	100/75
Особогрузонапряженная	125/75	125/100	50/50	75/50
I, II	150/150	150/150	50/50	75/75
III	125/75	125/100	50/50	75/50
IV	75/50	100/50	50/30	50/30

Примечание — В числителе указаны длины прямых вставок, применяемые при проектировании возводимых железнодорожных путей. В знаменателе указаны длины прямых вставок, применяемые при проектировании реконструкции и дополнительных главных путей.

5.2.7 Элементы плана следует принимать с округлением: длины элементов плана — до 0,01 м; радиусы круговых кривых — до 1 м; углы поворота — до 00°00'01". Возвышение наружного рельса следует принимать кратно 5 мм.

5.2.8 Расстояния между осями главных путей двух- и многопутных железнодорожных путей следует принимать в соответствии с требованиями ГОСТ 9238.

5.3 Размещение отдельных пунктов с путевым развитием и путевых постов

5.3.1 Размещение разъездов, обгонных пунктов и промежуточных станций при проектировании возводимых и реконструкции существующих железнодорожных путей должно обеспечивать требуемые пропускную и провозную способности на десятый год эксплуатации.

5.3.2 На новых двухпутных железнодорожных путях обгонные пункты и промежуточные станции следует размещать с учетом соотношения скоростей, размеров и характера грузового и пассажирского движения, величины межпоездного интервала, условий обеспечения ремонта железнодорожного пути, но не реже, чем через 40 км.

5.3.3 На однопутных железнодорожных путях, которые в перспективе 10 лет эксплуатации предусматривается переустроить в двухпутные при размещении разъездов и промежуточных станций необходимо также учитывать требования 5.3.2.

5.3.4 Примыкание новой железнодорожной линии к существующей железнодорожной линии следует предусматривать к отдельному пункту с путевым развитием в одной из его горловин. Примыкание на перегоне допускается с устройством нового отдельного пункта.

5.3.5 При проектировании реконструкции железнодорожных путей, на которых предусматривается в перспективе 10 лет эксплуатации увеличение длины поезда, выбор отдельных пунктов с путевым развитием, подлежащих удлинению приемо-отправочных путей, должен обеспечить пропуск заданных размеров движения поездов.

5.3.6 Примыкание проектируемых двухпутных вставок на однопутных участках следует предусматривать как к отдельным пунктам с путевым развитием, так и на перегонах с устройством в этих местах путевых постов.

5.4 Продольный профиль и план железнодорожного пути (трассы) на отдельных пунктах

5.4.1 Новые отдельные пункты с путевым развитием следует располагать на горизонтальной площадке или на уклонах крутизной не более 2,5‰. В особо трудных условиях разъезды, обгонные пункты и промежуточные станции допускается располагать на уклонах крутизной более 2,5‰, но не более 10‰.

5.4.2 Продольный профиль в пределах полезной длины приемо-отправочных путей новых отдельных пунктов с путевым развитием необходимо проектировать трехэлементным, вогнутого (ямообразного) очертания. Величина против уклонов должна быть не более 2,5‰.

5.4.3 В трудных и особо трудных условиях железнодорожные пути в продольном профиле разъездов и обгонных пунктов допускается располагать на уклонах до руководящего включительно, но крутизной не более 10‰.

5.4.4 Норма полезной длины приемо-отправочных путей на отдельных пунктах с путевым развитием определяется по формуле:

$$l_{\text{пот}} = n_{\text{ваг}} \cdot 14 + l_{\text{лок}} + l_{\text{неточ}} \quad (5.10)$$

где $n_{\text{ваг}}$ — количество условных вагонов в составе поезда, усл. ваг; 14 — длина условного вагона, м; $l_{\text{лок}}$ — длина наибольшего обращающегося на участке поездного локомотива, м; $l_{\text{неточ}}$ — резервное расстояние на неточность установки, м, следует принимать не менее 10 м.

5.4.5 Продольный профиль и план главных путей на отдельных пунктах с путевым развитием и путевых постах, а также на подходах к ним, следует проектировать в соответствии с требованиями 5.1 и 5.2 для железнодорожного пути соответствующей категории.

5.4.6 Участки перед входными сигналами отдельных пунктов с путевым развитием на протяжении не менее нормы полезной длины приемо-отправочных путей следует проектировать на уклонах, обеспечивающих удержание поезда вспомогательными тормозами локомотива и трогание поезда с места.

5.4.7 Наименьшую длину элементов продольного профиля главных, приемо-отправочных путей с безостановочным пропуском поездов со скоростью более 50 км/ч следует принимать в соответствии с таблицей 5.1 и 5.1.5.

5.4.8 Стрелочные переводы на главных и приемо-отправочных путях отдельных пунктов следует располагать вне пределов вертикальной кривой, вне переходных кривых, а также вне пролетных строений мостов и путепроводов с безбалластной проезжей частью.

5.4.9 Развязки подходов в железнодорожных узлах и соединительные пути допускается располагать на спусках с уклоном, превышающим ограничивающий, но не превышающим наибольшее значения уклона.

5.4.10 На стрелочных съездах новых отдельных пунктов с путевым развитием уровни головок рельсов главных путей должны быть одинаковыми.

5.4.11 Железнодорожные пути у погрузочно-разгрузочных платформ и площадок следует располагать на уклонах не более 2,5‰.

5.4.12 Вытяжные пути за пределами горловин станции следует проектировать на горизонтальной площадке или на спуске крутизной не более 2,5‰ в сторону обслуживаемых ими путей.

5.4.13 Величина уклонов соединительных железнодорожных путей, путей для перестановки вагонов должна обеспечивать трогание с места и движение маневровых составов заданной массы.

5.4.14 Профиль сортировочных устройств и обслуживаемых ими сортировочных путей проектируется в соответствии с требованиями 11.2.

5.4.15 Расстояние от ворот здания или начала грузового фронта до кривой в плане должно быть не менее наибольшей длины вагона.

5.4.16 Раздельные пункты с путевым развитием следует располагать на прямых участках железнодорожного пути в плане.

5.4.17 Новые раздельные пункты с путевым развитием на существующих железнодорожных путях следует размещать в прямых участках.

5.4.18 Вновь строящиеся и реконструируемые вытяжные пути следует располагать на прямой или круговых кривых радиусом не менее 600 м.

5.4.19 На железнодорожных путях, предназначенных для движения по поездным сигналам, между обращенными в разные стороны круговыми кривыми радиусом 250 м и менее следует предусматривать прямые вставки в плане длиной не менее 15 м.

5.4.20 Стрелочные переводы и глухие пересечения на станционных железнодорожных путях следует располагать на прямых участках пути.

5.4.21 Сопряжение круговых кривых на приемо-отправочных путях следует проектировать без переходных кривых и возвышения наружного рельса (при отсутствии безостановочного пропуска поездов со скоростью более 50 км/ч).

5.4.22 Радиусы закрестовинных кривых следует предусматривать не менее радиуса переводной кривой прилегающего стрелочного перевода.

5.4.23 Радиусы круговых кривых на внутристанционных, соединительных и ходовых локомотивных путях следует принимать не менее 200 м. В круговых кривых, радиусом менее 350 м, ширина колеи должна соответствовать требованиям таблицы 5.10.

Таблица 5.10 — Ширина колеи в круговых кривых

Радиус круговой кривой в плане, м	Ширина колеи, мм
349-300	1530
299 и менее	1535

5.4.24 Другие требования к продольному профилю и плану в зависимости от конкретного вида раздельного пункта с путевым развитием изложены в разделе 11.

5.5 Продольный профиль и план железнодорожного пути при проектировании капитального ремонта

5.5.1 Принадлежность железнодорожного пути к определенной категории не влечет необходимости приведения всех параметров подлежащих капитальному ремонту участков к нормам и требованиям, приведенных в 5.1, 5.2, 5.4.

5.5.2 Требования к продольному профилю железнодорожного пути на перегонах при проектировании капитального ремонта

5.5.2.1 Требования к продольному профилю регламентируются 5.1. Продольный профиль железнодорожного пути, подлежащего капитальному ремонту, проектируется с сохранением существующего руководящего уклона.

5.5.2.2 Продольный профиль проектируется в соответствии с требованиями 5.1.4 и 5.1.5. Наибольшая алгебраическая разность уклонов смежных элементов продольного профиля и их наименьшая длина при проектировании капитального ремонта устанавливается в зависимости от категории железнодорожного пути в соответствии с таблицей 5.1, при этом в качестве основных норм проектирования применяются допускаемые нормы в трудных условиях. Уменьшенную длину элементов определяют по формуле:

$$l = l_n (\Delta i_1 + \Delta i_2) / (2 \cdot \Delta i_n) \quad (5.11)$$

5.5.2.3 Сопряжение смежных элементов продольного профиля в вертикальной плоскости следует выполнять в соответствии с требованиями 5.1.7. При проектировании капитального ремонта железнодорожного пути в трудных условиях радиус вертикальных кривых допускается уменьшать.

5.5.2.4 Проектирование капитального ремонта на многопутных участках следует выполнять с учетом требований 5.1.16.

5.5.3 Требования к плану железнодорожного пути на перегонах при проектировании капитального ремонта железнодорожного пути

5.5.3.1 Требования к плану регламентируются 5.2 с учетом особенностей данного подраздела.

5.5.3.2 При проектировании капитального ремонта следует предусматривать выправку пути в плане, ликвидацию составных кривых.

5.5.3.3 Переходные кривые следует устраивать в соответствии с требованиями 5.2.2-5.2.5.

5.5.3.4 Величину возвышения наружного рельса следует принимать в соответствии с требованиями 5.2.3, 5.2.4.

5.5.3.5 При проектировании капитального ремонта длина переходной кривой должна удовлетворять условиям (5.8) и (5.9). Нормативное значение уклона отвода возвышения наружного рельса в переходных кривых следует принимать в соответствии с таблицей 5.11.

Таблица 5.11 — Значения уклона отвода возвышения наружного рельса в переходных кривых в зависимости от установленных скоростей движения при проектировании капитального ремонта железнодорожного пути

Скорость движения поездов, км/ч		Значения уклонов отвода возвышения наружного рельса i, ‰, не более	
пассажирских	грузовых	Основные значения	Допускаемые значения
200	90	0,9	0,6
180	90	0,6	1,0
160	90	0,7	1,1
140	90	0,9	1,2
120	90	1,0	1,4
100	90	1,2	1,6
80	75	1,5	2,1
60	-	2,1	2,5
40	-	2,7	3,1
25	-	3,0	3,2

Примечание — Значения уклонов отвода возвышения наружного рельса при проектировании капитального ремонта ограничены скоростью подъема колеса на возвышение: не более 35 мм/с — основное значение; не более 50 мм/с — допускаемое значение.

При невозможности выполнения условия (5.8), допускается устройство отвода возвышения наружного рельса с учетом обеспечения условия:

$$\Psi \leq [\Psi] \quad (5.12)$$

где Ψ — фактическое значение скорости нарастания непогашенного ускорения, м/с³, определяемое по формуле:

$$\Psi = |a_{nn2} - a_{nn1}| \cdot V_{max} / (3,6 l) \quad (5.13)$$

5.5.3.6 Длина прямой вставки между переходными кривыми смежных круговых кривых должна соответствовать требованиям 5.2.6. В особо трудных условиях допускается отсутствие прямой вставки. В этом случае должны быть выполнены условия (5.6) и (5.12). Нормативные значения непогашенного поперечного ускорения a_{nn} и скорости его нарастания $[\Psi]$ следует принимать по таблице 5.12.

Таблица 5.12 — Нормативные значения непогашенного поперечного ускорения и скорости его нарастания при устройстве сопряжений кривых в плане

Характеристика сопряжений			Нормативное непогашенное поперечное ускорение, $[a_{nn}]$, м/с ²	Нормативная скорость нарастания непогашенного поперечного ускорения, $[\Psi]$, м/с ³
Переходные кривые	Прямая вставка	Кривые направлены		
отсутствуют	имеется или отсутствует	в одну или разные стороны	0,4	0,3
имеются	25 м и более	в одну или разные стороны	0,7	0,6
	менее 25 м	в одну или разные стороны	0,7	0,3
	отсутствует	в одну сторону	0,7	0,3
		в разные стороны	0,7	0,6

5.5.4 Продольный профиль и план на отдельных пунктах при капитальном ремонте железнодорожного пути

5.5.4.1 Проектные решения по продольному профилю и плану при проектировании капитального ремонта с изменением отметок профиля должны приниматься с соблюдением требований 5.4.6 и 5.4.11.

5.5.4.2 При капитальном ремонте путей отдельных пунктов с путевым развитием следует обеспечивать уклоны не более 2,5‰ в пределах их полезной длины.

5.5.4.3 При проектировании капитального ремонта приемо-отправочных путей железнодорожных станций, расположенных на уклонах более 2,5‰, следует предусматривать меры против самопроизвольного ухода вагонов.

5.5.4.4 При капитальном ремонте железнодорожного пути расстояния между главными путями в пределах станций должны быть доведены до 4800 мм на прямых с соответствующим уширением в кривых в соответствии с требованиями ГОСТ 9238.

5.5.4.5 Увеличение расстояний между смежными путями в пределах станций проводится только в том случае, когда это не вызывает необходимости реконструкции других станционных путей или сооружений.

5.5.4.6 Укладываемые стрелочные переводы и их взаимное положение на станции должны обеспечивать проектные скорости движения по прямому и боковому направлениям и соответствовать требованиям 7.3.4.

6 Земляное полотно

6.1 Общие положения

6.1.1 Земляное полотно следует проектировать на основе материалов инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-гидрометеорологических, гидрогеологических и гидрологических изысканий. При необходимости, в сложных условиях, следует выполнять натурные определения деформативных и прочностных свойств грунтов основания.

При проектировании необходимо обеспечивать заданный уровень надежности по прочности, стабильности и устойчивости земляного полотна при минимальных затратах, а также максимальном сохранении ценных земель, минимальном ущербе природной среде.

Необходимые сооружения и устройства инженерной защиты (снегозащитные, противообвальные, охранные лесополосы и др.) могут располагаться как в полосе отвода железной дороги, так и за ее пределами в специально выделенных охранных зонах по согласованию с местными органами исполнительной власти и владельцами земель.

6.1.2 При проектировании земляного полотна должны быть приняты комплексные решения по выбору и назначению:

- конструкции земляного полотна в зависимости от категории железнодорожной линии, инженерно-геологических и природных условий с учетом деления территории Республики Беларусь на дорожно-климатические районы согласно приложению А, а также способов производства работ;

- грунта для насыпей с учетом вида и состояния грунтов основания, высоты проектируемой насыпи, а также разведанных запасов грунтов, дальности их возки, наличия поблизости отходов промышленного производства, пригодных для сооружения земляного полотна;

- вида и конструкции водоотводных устройств соответственно расчетным расходам поверхностного стока и гидрогеологическим условиям;

- типа укрепления откосов земляного полотна и водоотводов с учетом местных условий;

- комплекса устройств и мероприятий по защите пути от вредного воздействия природных факторов.

6.1.3 При проектировании земляного полотна следует принимать нагрузку от подвижного состава и верхнего строения пути с учетом перспективных условий эксплуатации дороги. В необходимых случаях следует проверять устойчивость откосов, прочность основной площадки и основания насыпей, их деформативность в части непревышения допустимых значений деформаций равномерного морозного пучения и обратимых (упругих) и остаточных осадок оснований насыпей.

6.1.4 Для обеспечения надежности конструкций земляного полотна и расширения сферы применения местных грунтов следует предусматривать:

- уплотнение до нормируемой плотности грунта в насыпях, в необходимых случаях — под основной площадкой в выемках и на нулевых местах;

- устройство защитного слоя из дренирующих грунтов под балластной призмой;

- применение геотекстильных материалов (на основной площадке под защитным слоем, в конструкциях укрепления откосов, а также на слабых основаниях);

- использование теплоизоляционных материалов для предотвращения морозных деформаций (пенопласты, шлаки и т. п.);

- надежное обеспечение отвода поверхностных и подземных вод от земляного полотна (в том числе с применением дренажей мелкого заложения, водоотводных лотков);

- применение инженерных способов защиты откосов насыпей (пляжные откосы, посев трав, железобетонные укрепления, химическое закрепление поверхностного слоя грунта);

- обсыпку откосов насыпей и выемок крупнообломочным и скальным грунтом.

6.1.5 В связи с современными требованиями по увеличению скоростей движения поездов и увеличению нагрузок на оси подвижного состава необходимо не только учитывать деформационные показатели конструкций земляного полотна, но и производить проверки прочности основания под балластным слоем на виброустойчивость при принимаемых скоростях движения поездов.

6.2 Грунты для земляного полотна

6.2.1 Характеристика природных условий и дорожно-климатическое районирование Республики Беларусь.

Природные условия района строительства дороги характеризуются комплексом погодно-климатических факторов с учетом деления территории Республики Беларусь на три дорожно-климатических района в соответствии с таблицей 6.1 и приложением А.

Таблица 6.1 — Дорожно-климатические районы

Дорожно-климатические районы	Примерные географические границы	Краткая характеристика дорожно-климатического района
1 район — северный, влажный	Севернее линии Поставы – Борисов – Кричев	Распространяется в пределах Поозерского оледенения, характеризуется холмисто-моренным рельефом; климат относительно прохладный, с суммой градусо-дней мороза 614–808, средней годовой температурой воздуха от 4,4 °С до 5,3 °С, годовым количеством осадков от 750 до 860 мм и возможностями испарения, не превышающими 600 мм в год
2 район — центральный, умеренно-влажный	Южнее границы 1-го района до линии Щучин – Старобин – Гомель	Распространяется в пределах Сожского оледенения, занимает Белорусскую гряду и прилегающие к ней возвышенное плато, равнины и гряды; климат мягкий, с суммой градусо-дней мороза 387–740, средней годовой температурой воздуха от 5,3 °С до 6,5 °С, годовым количеством осадков от 650 до 750 мм и возможностями испарения около 635 мм в год
3 район — южный, неустойчиво влажный	Южнее границы 2-го района	Распространяется в пределах Днепровского оледенения, занимает Полесскую низменность. Характеризуется равнинным, сильно пониженным, заболоченным рельефом; климат теплый, с суммой градусо-дней мороза 319–646, средней годовой температурой воздуха от 6,5 °С до 7,4 °С, годовым количеством осадков от 600 до 650 мм и возможностями испарения от 650 до 700 мм в год

6.2.2 Естественные основания

6.2.2.1 Оценку естественных оснований по условиям их увлажнения при выборе грунтов для насыпей и проектировании земляного полотна следует производить с учетом таблицы 6.2.

Таблица 6.2

Тип основания	Характерные признаки
Сухое	Условия для поверхностного стока хорошие; глинистые грунты на глубине до 1 м имеют влажность не более ($W_p + 0,25I_p$), грунтовые воды отсутствуют или залегают на глубине более 2 м от поверхности земли
Сырое	Условия для поверхностного стока плохие; грунты водонасыщенные песчаные, глинистые; глинистые грунты в предморозный период имеют влажность на глубине до 1 м включ. от ($W_p + 0,25I_p$) до ($W_p + 0,75I_p$), а уровень грунтовых вод на глубине более 1 м от поверхности земли; признаки поверхностного заболачивания
Мокрое	Поверхностный сток отсутствует; грунты глинистые, торфы, илы, сапропели; глинистые грунты в предморозный период имеют влажность на глубине до 1 м, равную ($W_p + 0,75I_p$) и более, а уровень грунтовых вод на глубине до 1 м от поверхности земли; имеются выходы грунтовых вод на поверхность земли или длительно стоящие (более 20 сут) поверхностные воды

6.2.2.2 В зависимости от прочности грунтов, их влажности, степени однородности, а также значений расчетных нагрузок естественные основания насыпей следует подразделять на прочные, недостаточно прочные и слабые. При этом должны учитываться возможные изменения свойств грунтов в условиях эксплуатации.

К прочным относятся естественные основания, представленные скальными и крупнообломочными грунтами (независимо от условий увлажнения), а также маловлажными и

влажными песками и глинистыми грунтами твердой и полутвердой консистенции, преимущественно сухие согласно таблице 6.2, при которых не наблюдается деформаций основания под нагрузкой, требующих осуществления специальных мероприятий.

К недостаточно прочным относятся основания преимущественно сырые согласно таблице 6.2, сложенные неоднородными, переслаивающимися по протяжению грунтами, низкие насыпи на которых могут иметь неравномерное пучение и небольшие осадки, что необходимо учитывать при проектировании.

К слабым относятся мокрые согласно таблице 6.2 естественные основания, сложенные переувлажненными грунтами, насыпи на которых могут иметь осадки значительные по величине и неравномерные во времени, а также терять устойчивость. Для предотвращения деформаций необходимо предусматривать специальные конструктивные решения.

6.2.3 Грунты

6.2.3.1 Грунты, используемые в строительстве железных дорог, должны подразделяться в соответствии с СП 5.01.04.

Грунты для сооружения насыпей подразделяются по степени увлажнения в соответствии с таблицей 6.3. При этом к грунтам с допустимой влажностью относят грунты, влажность которых соответствует требованиям таблицы 6.10.

Таблица 6.3 — Разновидности грунтов по степени увлажнения

Разновидности грунтов по степени увлажнения	Влажность
Недоувлажненные	Менее $0,9W_o$
Нормальной влажности	От $0,9W_o$ до $W_{дон}$ включ.
Повышенной влажности	Св. $W_{дон}$
Переувлажненные	W_{max}

Примечание — Условные обозначения, примененные в таблице:

W_o — оптимальная влажность грунта;

$W_{дон}$ — допустимая влажность грунта;

W_{max} — максимально возможная влажность грунта при коэффициенте уплотнения 0,9.

Грунты для верхней части земляного полотна следует дополнительно подразделять по составу (глинистые грунты и осадочные нецементированные грунты по таблицам 6.4 и 6.5), набухаемости, относительной просадочности и склонности к морозному пучению в соответствии с приложением Б.

Таблица 6.4 — Классификация глинистых грунтов для проектирования и сооружения земляного полотна железных дорог

Тип грунтов	Вид грунтов	Показатели	
		Содержание песчаных частиц, % по массе	Число пластичности I_p , %
Супесь	Легкая крупная	Св. 50	1–7
	Легкая	50	1–7
	Пылеватая	От 50 до 20 включ.	1–7
	Тяжелая пылеватая	Менее 20	1–7
Суглинок	Легкий	Св. 40	7–12
	Легкий пылеватый	40 и менее	7–12
	Тяжелый	Св. 40	12–17
	Тяжелый пылеватый	40 и менее	12–17
Глина	Песчанистая	Св. 40	17–27
	Пылеватая	40 и менее	17–27

	Жирная	Не нормируется	Св. 27
--	--------	----------------	--------

Примечания

1 Для супесей легких крупных учитывается содержание песчаных частиц размером от 2 до 0,25 мм, для остальных грунтов — от 2 до 0,05 мм.

2 При содержании в грунте от 15 % до 25 % по массе частиц крупнее 2 мм к наименованию видов глинистых грунтов добавляется слово «с галькой» (щебнем) либо «с гравием» (дресвой).

3 При содержании в грунте от 25 % до 50 % по массе частиц крупнее 2 мм к наименованию видов глинистых грунтов добавляется слово «гравелистый» (при окатанных частицах) или «щебенистый» (при неокатанных частицах).

4 При содержании в грунте органического вещества от 5 % до 10 % по массе к наименованию видов глинистых грунтов добавляется слово «с примесью органического вещества».

6.2.3.2 К подгруппе глинистых грунтов относятся также лессовидные грунты, которые по числу пластичности делят на супеси, суглинки и глины (грунты с числом пластичности более 1, однородные, преимущественно макропористые, содержащие более 50 % частиц размером от 0,05 до 0,005 мм, легко- и среднерастворимые соли и карбонаты кальция).

Таблица 6.5 — Классификация осадочных несцементированных грунтов для проектирования и сооружения земляного полотна железных дорог

Тип грунтов	Распределение частиц по крупности, % от массы сухого грунта
Крупнообломочные грунты:	
валунный (при преобладании неокатанных частиц — глыбовый)	Масса частиц крупнее 200 мм составляет более 50 %
галечниковый (при преобладании неокатанных частиц — щебенистый)	Масса частиц крупнее 10 мм составляет более 50 %
гравийный (при преобладании неокатанных частиц — дресвяный)	Масса частиц крупнее 2 мм составляет более 50 %
Песчаные грунты:	
песок гравелистый	Масса частиц крупнее 2 мм составляет более 25 %
песок крупный	Масса частиц крупнее 0,5 мм составляет более 50 %
песок средней крупности	Масса частиц крупнее 0,25 мм составляет более 50 %
песок мелкий	Масса частиц крупнее 0,1 мм составляет 75 % и более
песок пылеватый	Масса частиц крупнее 0,1 мм составляет менее 75 %

6.2.3.3 К подгруппе озерных грунтов относят илы — грунты с числом пластичности более 1 %, представляющие водонасыщенный осадок водоемов, имеющий влажность выше границы текучести и коэффициент пористости более 0,9.

6.2.3.4 Лессовидные грунты и илы делят на виды по коэффициенту пористости.

6.2.3.5 К особым грунтам следует относить: торфяные и заторфованные; сапропели, илы согласно приложению В; лессы; аргиллиты и алевролиты; мергели; глинистые мергели и мергелистые глины; черноземы; техногенные грунты (отходы промышленности).

6.2.3.6 К слабым грунтам следует относить связные грунты, имеющие прочность на сдвиг в условиях природного залегания менее 0,075 МПа (при испытаниях прибором вращательного среза) или модуль осадки более 50 мм/м при нагрузке 0,25 МПа (модуль деформации ниже 5,0 МПа). При отсутствии данных испытаний к слабым грунтам следует относить торф и заторфованные грунты, илы, сапропели, глинистые грунты с показателем текучести более 0,5.

6.2.3.7 К дренирующим следует относить грунты, имеющие при максимальной плотности при стандартном уплотнении по ГОСТ 22733 коэффициент фильтрации не менее 0,5 м/сут и содержание менее 10 % по массе частиц размером менее 0,1 мм.

Оценка водопроницаемости грунтов возможна по показателям гранулометрического состава. К дренирующим грунтам с $K_{\phi} \geq 0,5$ м/сут относятся крупнообломочные грунты с песчаным заполнителем, пески гравелистые, крупные, средней крупности, если в перечисленных грунтах содержание частиц

размером менее 0,1 мм не превышает 10 % по массе. При большем содержании в них частиц размером менее 0,1 мм определение коэффициента фильтрации является обязательным.

При технико-экономическом обосновании с разрешения заказчика допускается применение в качестве дренирующего грунта песков мелких и пылеватых, содержащих более 10 % частиц размером менее 0,1 мм, если коэффициент фильтрации их не менее 0,5 м/сут.

Для крупнообломочных грунтов с песчаным заполнителем коэффициент фильтрации устанавливается на основании испытаний заполнителя.

6.2.3.8 Учитывая сложные и изменяющиеся во времени условия работы грунтов в конструкции земляного полотна, глинистые грунты дополнительно к классификации по СП 5.01.04 подразделяются по степени просадочности, набухаемости и пучинистости в соответствии с приложением Б, что следует учитывать при проектировании земляного полотна.

6.2.3.9 Пески со степенью неоднородности менее 4 в соответствии с СП 5.01.04, а также мелкие пески с содержанием не менее 90 % по массе частиц размером от 0,10 до 0,25 мм следует относить к однородным.

6.2.4 Грунты для насыпей

6.2.4.1 Грунты для насыпей следует применять с учетом их свойств и состояния, особенностей природных условий в пределах участка размещения проектируемого объекта, а также места нахождения запасов грунта согласно таблицам 6.4 и 6.5.

Допускается использовать местные грунты, в том числе техногенные (отходы производства): металлургические шлаки, золошлаковые смеси, материалы породных отвалов и др., пригодные для сооружения земляного полотна.

Для насыпей во всех условиях можно применять грунты, состояние которых под воздействием природных факторов практически не изменяется или изменяется незначительно и не влияет на прочность и устойчивость земляного полотна.

6.2.4.2 Грунты, состояние и свойства которых существенно изменяются под воздействием природных факторов, допускаются к использованию в качестве материала для насыпей с учетом ограничений согласно таблице 6.6.

Таблица 6.6

Вид грунта	Область применения	Ограничения по применению
Скальные слабовыветривающиеся и выветривающиеся, неразмягчаемые, крупнообломочные и крупнообломочные с песчаным заполнителем, пески дренирующие, металлургические шлаки	Во всех случаях, в том числе для отсыпки в воду в открытые водоемы	Без ограничения
Мелкие недренирующие и пылеватые пески, супеси легкие	Во всех случаях, в том числе на болотах в заполненные водой котлованы. При отсыпке в открытые водоемы требуются дополнительные конструктивные и технологические решения	Ограничения по минимальному возвышению бровки насыпей на сырых и мокрых основаниях; по условиям отсыпки в воду; для супесей — ограничения по влажности
Глинистые грунты, крупнообломочные грунты с глинистым заполнителем, легковыветривающиеся размягчаемые скальные грунты (за исключением перечисленных ниже)	Во всех случаях при влажности, не превышающей установленные нормы; на сухом основании — без ограничения высоты насыпей, на сыром и мокром основаниях — для насыпей высотой не менее установленной	Ограничения по минимальному возвышению бровок насыпей на сырых и мокрых основаниях и по влажности грунтов в период производства земляных работ; не допускаются для применения под основную площадку
Глинистые грунты с $W_L > 0,4$; тальковые, хлоритовые и глинистые сланцы, техногенные грунты	Допускаются для отсыпки ядра насыпи на сухом основании	Требуется индивидуальное проектирование. Не допускаются для применения под основную площадку, для отсыпки на сырые и мокрые основания, для подтопляемых насыпей

Возможность и целесообразность применения таких грунтов устанавливаются в зависимости от местных условий и технико-экономических соображений с учетом обоснованного выбора конструкций насыпей, а также способов защиты земляного полотна от разрушающего действия природных факторов.

6.2.4.3 При применении техногенных грунтов в проектах должны предусматриваться мероприятия по обеспечению стабильности основной площадки и по защите откосов от ветровой и водной эрозии.

6.2.4.4 Не допускается применять для насыпей следующие грунты:

- глинистые с влажностью, превышающей допустимую согласно таблице 6.10;
- глинистые сильнонабухающие, жирные глины согласно приложению Б;
- торф, ил, мел, заторфованные грунты, содержащие более 15 % органических веществ;
- грунты заторфованные (содержащие органические вещества в количестве от 10 % до 15 %) — для верхнего трехметрового слоя насыпей;
- грунты с примесью органических веществ (в количестве от 3 % до 10 %) — для верхнего метрового слоя насыпи (под основной площадкой);
- грунты, содержащие гипс в количестве, более 30 % — для насыпей на сухом основании, более 20 % — для насыпей на мокром основании, более 5 % — для подтопляемых насыпей.

Перечисленные грунты разрешается использовать в исключительных случаях для дорог IV категории при соответствующем технико-экономическом обосновании при обязательном осуществлении мер, обеспечивающих требуемую устойчивость земляного полотна.

6.2.4.5 Для нижней части постоянно подтопленных насыпей, при сооружении которых требуется отсыпка грунта в воду, рекомендуется применять крупнообломочные грунты (в том числе с песчаным заполнителем), пески гравелистые, крупные, средней крупности. Допускаются также мелкие и пылеватые пески и супеси легкие при условии ограничений по крутизне откосов и технологии производства работ. При этом отметка верха отсыпки указанных грунтов назначается с учетом высоты капиллярного поднятия.

Для периодически подтопляемых насыпей, при отсыпке их на незатопленное основание, нижнюю подтопляемую часть насыпи следует отсыпать из дренирующих грунтов или супесей легких крупных.

6.2.4.6 Для насыпей, возводимых средствами гидромеханизации рекомендуется использовать гравийно-галечниковые, песчано-гравелистые и песчаные грунты. Возможность применения пылеватых песков, а также супесей определяется проектом с учетом обогащения состава грунтов при их намыве, при этом в теле возводимой насыпи содержание частиц размером менее 0,1 мм должно быть не более 15 % по массе.

6.2.5 Нормы уплотнения грунтов земляного полотна

6.2.5.1 В проектах необходимо предусматривать уплотнение грунтов при сооружении земляного полотна:

- для насыпей из всех видов грунтов, за исключением слабовыветривающихся, на дорогах всех категорий;
- в основаниях насыпей высотой до 0,5 м и под основной площадкой в выемках и «нулевых местах», в тех случаях, когда естественная плотность грунтов ниже нормируемой, на дорогах III категории и выше.

6.2.5.2 Требуемую в земляном полотне для песчаных и глинистых грунтов плотность сухого грунта ρ_d , г/см³, следует определять по формуле

$$\rho_d = K_y \rho_{d,max}$$

где K_y — минимальный коэффициент уплотнения, принимаемый по таблице 6.7;

$\rho_{d,max}$ — максимальная плотность сухого грунта, г/см³, определяемая методом стандартного уплотнения по ГОСТ 22733.

При этом необходимо проверять пригодность грунта карьера (резерва) по условиям его влажности в соответствии с таблицей 6.10.

6.2.5.3 Уменьшение при проектировании коэффициента уплотнения по сравнению с нормами, приведенными в таблице 6.7, допускается в исключительных случаях при невозможности или экономической нецелесообразности его достижения (при наличии грунтов повышенной влажности или грунтов малой влажности).

Таблица 6.7

Вид земляного полотна	Глубина расположения слоя от основной площадки, м	Коэффициент уплотнения K_y	
		Для дорог I, II категории и дополнительные главные пути	III, IV категории
Насыпи: верхняя часть	До 1,0 включ.	0,98; 0,95*	0,95; 0,92*
	Св. 1,0	0,95; 0,92	0,95**; 0,90
Выемки, основания, насыпи высотой до 0,5 м	До 0,5 включ.	0,98; 0,95*	0,95; 0,92*
	Св. 0,5	0,95; 0,92*	0,95; 0,92*

* Для насыпей из однородных песков.

** На участках с сильнопересеченным рельефом, на участках периодического подтопления насыпей, а также в пределах участков длиной до 100 м на подходах к мостам.

Для подъездных путей коэффициент уплотнения по всей высоте насыпи устанавливается 0,90. Для скоростных и особоагруженных линий коэффициент уплотнения определяется расчетом.

При этом следует предусматривать в проекте дополнительные мероприятия, обеспечивающие общую устойчивость земляного полотна и прочность его основной площадки (уположенные откосы, песчаные подушки, бермы, прослойки геотекстильных материалов, запас на осадку и др.).

6.2.5.4 Уплотнение отсыпаемых в насыпи песчаных и глинистых грунтов обеспечивается соблюдением установленной технологии производства работ (заданной толщины уплотняемого слоя, количества проходов уплотняющих машин и механизмов) и корректировки ее на основании предварительного пробного уплотнения в соответствии с [32].

6.2.5.5 Для насыпей, возводимых из глинистых грунтов и песков с коэффициентом уплотнения $K_y \leq 0,95$, насыпей, сооружаемых способом гидромеханизации, а также из крупнообломочных грунтов, следует предусматривать запас на осадку за счет уплотнения грунтов тела насыпи в соответствии с требованиями таблицы 6.8.

Большие значения запаса относятся к насыпям, возводимым в короткие сроки (до 6 мес), из грунтов с влажностью, близкой к предельно допустимой согласно таблице 6.10.

В случаях невозможности отсыпки насыпей с полным запасом на осадку на участках, где это приводит к превышению руководящего уклона более чем на 0,002 (на подходах к мостам и др.), следует предусматривать уширение основной площадки, обеспечивающее возможность подъема пути до проектных отметок после завершения осадки.

Таблица 6.8

Характеристика грунтов и условия возведения насыпей	Запас, % от проектной высоты насыпи
Пески и глинистые грунты, отсыпаемые с коэффициентом уплотнения: $K_y = 0,95$	0,5
$K_y = 0,90$	1–2,5
Глинистые грунты повышенной влажности ($0,25 < I_L \leq 0,5$)	2–3
Пески и песчано-гравелистые грунты, укладываемые в насыпи способом гидронамыва	0,75–1,5

6.2.5.6 При сооружении земляного полотна в зимнее время запас на осадку за счет уплотнения грунтов тела насыпей следует принимать в соответствии с подразделом 6.14.

6.2.5.7 Фактический объем грунта $V_{н.ф}$, необходимого для сооружения насыпей, в тех случаях, когда требуемая плотность грунта в теле насыпи больше естественной плотности грунта в резерве (карьере), определяют по формуле

$$V_{н.ф} = V_n K_{y1}$$

где V_n — объем проектируемой насыпи, м³;

K_{y1} — коэффициент относительного уплотнения грунта в теле насыпи, определяемый по формуле

$$K_{y1} = \rho_{d,n} / \rho_{d,p}$$

здесь $\rho_{d,n}$ и $\rho_{d,p}$ — плотность сухого грунта, г/см³, соответственно требуемая для насыпи и естественная плотность (карьера).

Для ориентировочного предварительного определения объема грунта в резервах (карьерах), выемках, необходимого для возведения насыпей с требуемой плотностью грунтов, коэффициент относительного уплотнения K_{y1} может быть принят по таблице 6.9.

При возведении насыпи гидромеханизированным способом объем требуемого грунта в карьере следует определять в соответствии с [33].

Таблица 6.9

Заданный коэффициент уплотнения насыпи K_y	Коэффициент относительного уплотнения K_{y1} для грунтов		
	Пески, супеси, пылеватые суглинки	Суглинки, глины	Лессы и лессовидные грунты
1,00	1,10	1,05	1,30
0,95	1,05	1,00	1,15
0,90	1,00	0,95	1,10

6.2.6 Нормы влажности грунтов

6.2.6.1 Влажность глинистых грунтов необходимо учитывать при установлении коэффициента уплотнения и оценки возможности использования этих грунтов в земляном полотне.

Для насыпей следует применять грунты, имеющие преимущественно оптимальную влажность W_o и близкую к ней.

Значения оптимальной влажности определяют по ГОСТ 22733.

6.2.6.2 Максимальная допустимая влажность грунта, при которой обеспечивается нормируемая плотность согласно таблице 6.6, устанавливается по кривой стандартного уплотнения. Ориентировочно она может быть определена по таблице 6.10.

6.2.6.3 Глинистые грунты, находящиеся в тугопластичном состоянии ($0,25 < I_L \leq 0,50$) используются для сооружения земляного полотна при соблюдении требований 6.5.3, 6.7.2.

Грунты, находящиеся в мягкопластичном состоянии ($0,50 < I_L \leq 0,75$), допускается использовать лишь по индивидуальным проектам на основании технико-экономических расчетов.

6.2.6.4 При влажности глинистых грунтов, мелких и пылеватых песков менее $0,75-0,80W_o$ их необходимо увлажнять.

При определении количества воды, необходимой для увлажнения грунта, следует учитывать климатические и погодные условия района строительства и ориентироваться на обеспечение при уплотнении влажности грунта, соответствующей 0,9–1,0 от оптимальной влажности.

Таблица 6.10 — Допустимая влажность грунтов при уплотнении

Грунты	Допустимая влажность $W_{доп}$, доля от оптимальной влажности, при требуемом коэффициенте уплотнения грунта		
	1,0 - 0,98 Св. 1,0	0,95	0,90
Пески пылеватые; супеси легкие крупные	1,30	1,60	1,60
Супеси легкие и пылеватые	1,20	1,35	1,60
Супеси тяжелые пылеватые; суглинки легкие и легкие пылеватые	1,10	1,30	1,50

Суглинки тяжелые и тяжелые пылеватые, глины	1,00	1,20	1,30
---	------	------	------

Примечания

1 При возведении насыпей из непылеватых песков в летних условиях допустимая влажность не ограничивается.

2 Настоящие ограничения не распространяются на насыпи, возводимые гидронамывом.

3 При возведении насыпей в зимних условиях влажность должна быть, как правило, не более $1,3W_o$ при песчаных и непылеватых супесчаных; $1,2W_o$ при супесчаных пылеватых и суглинках легких и $1,1W_o$ для других связных грунтов.

4 Значение допустимой влажности грунта может уточняться с учетом технологических возможностей имеющихся в наличии конкретных уплотняющих средств.

6.3 Основные конструктивные параметры земляного полотна

6.3.1 Общие положения

6.3.1.1 Поперечное очертание основной площадки проектируемого однопутного земляного полотна из недренлирующих грунтов без устройства защитного слоя, а также из мелких и пылеватых песков следует назначать в виде трапеции с шириной поверху 2,3 м, высотой 0,15 м, и с основанием, равным ширине земляного полотна, а поперечное очертание верха двухпутного земляного полотна в виде треугольника высотой 0,2 м с основанием, равным ширине земляного полотна, как приведено на рисунке 6.3.1.

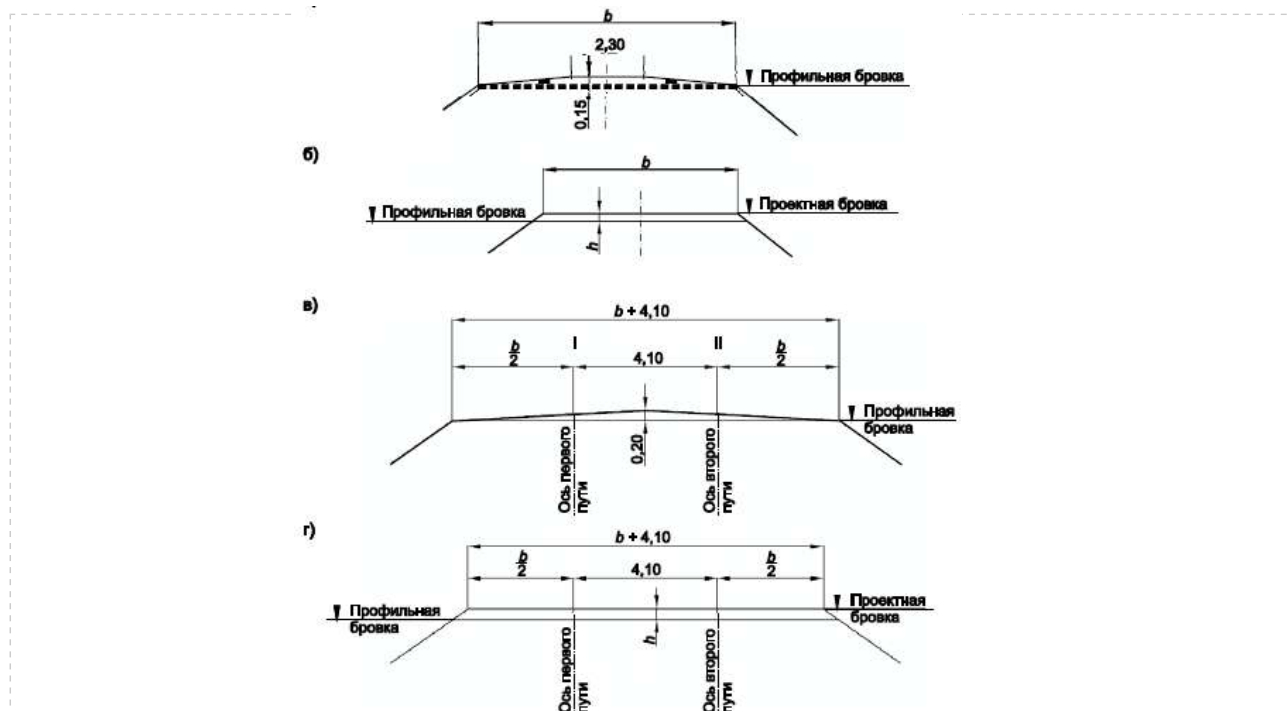


Рисунок 6.3.1 — Поперечные очертания основной площадки земляного полотна на прямых участках пути на перегонах:

- а — для однопутного земляного полотна из недренлирующих грунтов без защитного слоя;
- б — то же, из дренирующих грунтов;
- в — для двухпутного земляного полотна из недренлирующих грунтов;
- г — то же, из дренирующих грунтов

Основную площадку одно- и двухпутного земляного полотна из крупнообломочных грунтов с песчаным заполнителем, дренирующих песков (кроме мелких и пылеватых) следует проектировать горизонтально, так же, как и верх защитного слоя, отсыпаемого из указанных грунтов под балластной призмой.

При использовании для защитного слоя мелких и пылеватых песков верх земляного полотна следует проектировать в виде сливной призмы (аналогично верху земляного полотна из глинистых грунтов). Конструкцию защитного слоя из указанных грунтов, возможность и целесообразность их применения устанавливают на основании расчетов.

6.3.1.2 Ширину земляного полотна поверху (основной площадки) новых железных дорог на прямых участках пути в пределах перегонов следует принимать в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса.

6.3.1.3 Выемки глубиной более 6 м, располагаемые в скальных грунтах, а также располагаемые на крутых косогорах и на прижимах рек, независимо от высоты откосов на линиях II категории и выше следует проектировать под два пути.

Ширину земляного полотна многопутных железных дорог следует назначать с учетом уширенного расстояния между осями второго и третьего (четвертого) путей. При соответствующем технико-экономическом обосновании третий и четвертый пути допускается проектировать и на раздельном земляном полотне.

6.3.1.4 Ширину земляного полотна насыпей, возводимых на слабых основаниях, и насыпей, возводимых с запасом на осадку, следует устанавливать с расчетом обеспечения требуемых размеров согласно подразделу 6.6 после полной осадки.

6.3.2 Защитный слой

6.3.2.1 Для земляного полотна из глинистых грунтов всех видов с влажностью на границе текучести $W_L > 0,23$, кроме супесей, содержащих песчаные частицы размером от 2 до 0,05 мм в количестве более 50% по массе, следует предусматривать усиление конструкции в зоне основной площадки: устройство под балластной призмой защитного слоя из дренирующего грунта или из дренирующего грунта в комбинации с геотекстильными материалами. Защитный слой из дренирующего грунта (с геотекстильными материалами или без них) следует применять также при использовании глинистых грунтов всех разновидностей при повышенной влажности ($I_L > 0,25$).

6.3.2.2 Для устройства защитного слоя следует применять дренирующие грунты: крупнообломочные (с фракциями не более 0,2 м) с песчаным заполнителем, пески (за исключением мелких пылеватых).

Применение недренирующих мелких и пылеватых песков допускается в исключительных случаях, обоснованных технико-экономическими расчетами, при отсутствии в зоне строительства требуемых кондиционных грунтов. При этом конструкцию защитного слоя и его толщину устанавливают индивидуальным проектом.

Поверхность глинистого грунта в основании защитного слоя на новых линиях следует планировать с двусторонним уклоном 0,04 от оси полотна в сторону откосов.

Верх защитного слоя планируется в соответствии с 3.1: горизонтально при дренирующих грунтах; в виде сливной призмы при песках мелких и пылеватых, как приведено на рисунке 6.3.2.

6.3.2.3 Толщина защитного слоя под балластной призмой устанавливается на основании расчетов в зависимости от вида грунта земляного полотна и его состояния, категории железной дороги и с учетом вида грунта защитного слоя, глубины промерзания грунтов.

Расчеты по определению толщины защитного слоя выполняют исходя из двух условий:

- обеспечения заданной прочности основной площадки, исключающей появление деформаций под воздействием поездной нагрузки выше допустимых значений;
- ограничения деформаций пути под воздействием морозного пучения или набухания сильнонабухающих грунтов (при $W_L > 0,40$).

Толщину защитного слоя, м, следует назначать по большему из полученных расчетом значений, но не менее:

- 0,8 — для суглинков и глин;
- 0,5 — для супесей.

Методики расчетов приведены в приложении Г.

6.3.2.4 На участках примыкания защитных слоев к земляному полотну из скальных и других дренирующих грунтов, а также к искусственным сооружениям для исключения неравномерности морозного пучения следует предусматривать сопряжения, которые должны обеспечивать плавный переход в продольном направлении, соответствующий нормам текущего содержания пути.

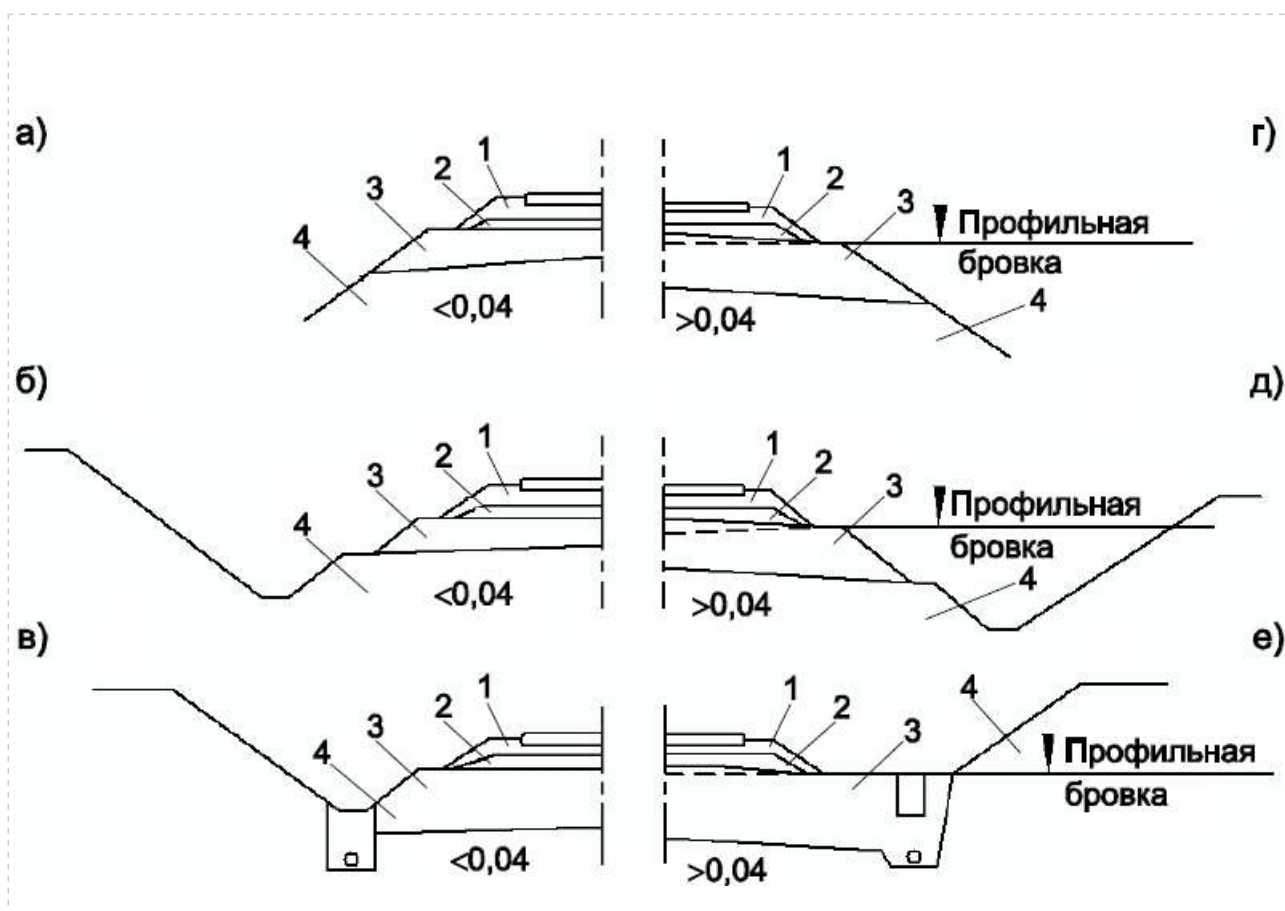


Рисунок 6.3.2 — Земляное полотно из глинистых грунтов, характеризуемых $W_L > 0,23$ с защитным слоем:

а, б, в — насыпи и выемки с защитным слоем из дренирующих песчано-гравийных грунтов;
 г, д, е — то же, с защитным слоем из мелких и пылеватых песков
 1 — балласт щебеночный; 2 — балласт песчано-гравийный; 3 — защитный слой; 4 — глинистый грунт

6.3.2.5 В пределах отдельных пунктов на главных, приемо-отправочных и подгорочных путях и на стрелочных улицах защитный слой, в случае его необходимости, устраивается из дренирующего грунта с обязательной укладкой геотекстильных материалов, при этом конструкция верха земляного полотна проектируется индивидуально.

6.3.3 Высота насыпей, глубина выемок и крутизна их откосов

6.3.3.1 Максимальные значения высоты насыпей и глубины выемок определяют технико-экономическими расчетами при проектировании продольного профиля с учетом обеспечения наилучших условий охраны окружающей среды. При этом в качестве сравниваемых решений принимают: для насыпей — виадук (эстакада), а для выемок — тоннель.

6.3.3.2 Минимальную высоту насыпей следует назначать с учетом условий предотвращения заносимости снегом и песком, пучинообразования, обеспечения прочности основной площадки на участках сырых и мокрых оснований, а также возможности механизации производства работ.

6.3.3.3 Крутизну откосов насыпей и выемок следует назначать в зависимости от инженерно-геологических и климатических условий, вида грунта, его состояния, высоты откосов земляного полотна с учетом намечаемого укрепления откосов.

6.3.3.4 Значения крутизны откосов применительно к типовым конструкциям земляного полотна для обычных наиболее часто встречающихся условий приведены в настоящем техническом кодексе.

6.4 Основные положения проектирования

6.4.1 При проектировании земляного полотна применяют:

- типовые конструктивные решения для участков с простыми инженерно-геологическими и топографическими условиями в соответствии с [34];
- индивидуальные проекты, разрабатываемые для отдельных участков со сложными инженерно-геологическими условиями, указанными в 6.3.2, а также при проектировании земляного полотна с заданными нестандартными параметрами, когда требуется проверка устойчивости и прочности земляного полотна и его основания;
- групповые поперечные профили, разрабатываемые для применения на ряде участков со сложными и многократно повторяющимися на рассматриваемой линии инженерно-геологическими условиями. При этом земляное полотно с уточненными на основании выполненных расчетов параметрами (по сравнению с типовыми поперечными профилями) не требует индивидуального обоснования для каждого объекта.

6.4.2 Индивидуальные проекты применяют для следующих объектов и условий:

- насыпи высотой более 12 м из раздробленных скальных грунтов, крупнообломочных грунтов, из песков и из глинистых твердых и полутвердых грунтов;
- насыпи высотой более 6 м из крупнообломочных грунтов с глинистым тугопластичным заполнителем; из глинистых грунтов тугопластичной консистенции, а также насыпи на слабых основаниях, а также при выходе ключей в пределах основания;
- насыпи в пределах болот I и III типов глубиной более 4 м и болот II типа глубиной более 3 м, а также при поперечном уклоне минерального дна болот I типа круче 1:10, II типа — 1:15, III типа — 1:20, болот с торфом неустойчивой консистенции, не поддающихся классификации;
- насыпи на поймах рек, на участках пересечения водоемов и водотоков, на участках временного подтопления, а также на участках земляного полотна, расположенных вдоль водотоков, водоемов, водохранилищ и морей;
- насыпи на косогорах круче 1:5, сложенных скальными грунтами, на косогорах круче 1:3, сложенных дисперсными грунтами, а также на косогорах крутизной от 1:5 до 1:3 при высоте низовых откосов более 12 м;
- выемки при высоте откосов более 12 м;
- выемки в глинистых переувлажненных грунтах с показателем текучести $I_L > 0,5$ или вскрывающие водоносные горизонты;
- выемки глубиной более 6 м в глинистых грунтах в районах избыточного увлажнения;
- выемки в сильнонабухающих грунтах, в других (в том числе искусственных) грунтах, резко снижающих устойчивость откоса и прочность основной площадки при воздействии климатических факторов и динамических воздействиях (глинистые грунты с влажностью на границе текучести более 0,4), а также насыпи, проектируемые с использованием указанных грунтов;
- земляное полотно на пучиноопасных участках (места с перемежающимися разнородными по своим пучинистым свойствам грунтами в зоне промерзания; насыпи высотой до 3 м на основании с мелкобугристым рельефом; участки с локальным увлажнением пучинистых грунтов, концевые участки скальных выемок, участки с нарушением температурного режима);
- земляное полотно в местах активных склоновых процессов (на участках с наличием или возможным развитием оползней, обвалов, осыпей, оврагов);
- земляное полотно на участках с развитием естественных или искусственных подземных полостей (горные выработки, карсты);
- земляное полотно в местах пересечения его трубопроводами;

— земляное полотно, при сооружении которого используются гидромеханизация и взрывные способы производства работ, а также земляное полотно с элементами геотекстильных и теплоизоляционных материалов в конструкции;

— земляное полотно, пристраиваемое к существующему при наличии на последнем балластных корыт и лож на основной площадке, балластных шлейфов на откосах существующей насыпи из недренирующих грунтов, которые невозможно удалить при нарезке уступов и на участках наблюдающихся или наблюдавшихся деформаций эксплуатируемого пути;

— насыпи и выемки на участках с грунтами, подверженными разжижению при динамическом воздействии;

— насыпи при насыщенных водой грунтах основания и переходные участки от насыпей к выемкам на косогорах круче 1:2.

6.4.3 При проектировании земляного полотна необходимо учитывать влияние климатических условий района при наиболее неблагоприятном сочетании внешних факторов, а также специфические условия проявления деформаций на эксплуатируемых участках земляного полотна в районе проектируемой линии.

Проект земляного полотна разрабатывается на основании материалов, характеризующих топографические и инженерно-геологические условия объекта, отражающих его специфические особенности, и должен содержать:

— решение по конструкции земляного полотна и способам его защиты от вредного воздействия внешних факторов, с указанием границ их применимости;

— мероприятия по охране окружающей среды (обеспечение экологического равновесия), требования по технологии производства работ;

— технико-экономическое обоснование принятых решений, характеристики рассмотренных вариантов при наличии альтернативных решений.

Указанные материалы должны быть отражены на чертежах (продольном и поперечных профилях; детали конструкции на отдельных чертежах) и в пояснительной записке в соответствии с СН 1.02.01.

По крупным объектам (оползневой косогор, пересечение водоема, глубокое болото и др.) материал оформляется в виде отдельного раздела проекта.

6.4.4 В зависимости от специфики объекта расчетом проверяются: устойчивость земляного полотна (общая, а при необходимости и местная), стабильность основания, прочность и деформативность конструкции принятых защитных устройств.

При проверке устойчивости земляного полотна следует учитывать снижение прочностных характеристик грунтов под влиянием вибродинамического воздействия поездов.

Рекомендации по методике расчета устойчивости откосов и примеры расчетов приведены в приложении Д.

6.4.5 Для установления расчетных характеристик грунтов могут быть использованы положения СП 5.01.01, а также данные, полученные на основании анализа состояния аналогичных конструкций, успешно эксплуатируемых в условиях, подобных рассматриваемым.

При разработке проекта земляного полотна обязательно натурное определение расчетных характеристик грунтов и других исходных данных по материалам инженерно-геологического, гидрогеологического и гидрологического обследования объекта.

6.4.6 Программа обследования составляется в зависимости от специфики объекта и решаемой задачи, с учетом степени изученности участка размещения объекта. Объем работ и порядок обработки материалов устанавливаются в соответствии с действующими ТНПА.

6.4.7 Размеры и очертания поперечного профиля земляного полотна следует назначать с учетом обеспечения механизации всех производственных процессов, предусматривать технологические полки шириной не менее 5 м на подлежащих укреплению высоких откосах выемок и насыпей по [32].

6.5 Насыпи

6.5.1 Общие положения

6.5.1.1 Конструкцию насыпей следует проектировать в зависимости от их высоты, вида, свойств и состояния применяемого грунта, поперечного уклона местности, инженерно-геологических, гидрогеологических, климатических условий и способов производства земляных работ. Для типовых решений очертания насыпей необходимо назначать в соответствии с требованиями таблицы 6.11, настоящего ТКП, руководствуясь поперечными профилями, приведенными на рисунке 6.5.1. В соответствии с требованиями подраздела 6.3 следует предусматривать усиление конструкций насыпи в рабочей зоне путем устройства защитного слоя под балластной призмой.

6.5.1.2 Для насыпей на сухом и прочном основании допускаются все грунты, пригодные для их возведения согласно таблице 6.2.5. При этом следует, как правило, использовать грунт из ближайших выемок, притрассовых карьеров и резервов, а при его отсутствии — техногенные грунты.

Таблица 6.11

Вид грунта	Крутизна откосов при высоте насыпи, м		
	до 6 включ.	в нижней части высотой от 6 до 12 включ.	в верхней части высотой 6 включ.
Крупнообломочные с песчаными заполнителями, пески гравелистые, крупные и средней крупности, металлургические шлаки	1:1,5	1:1,5	1:1,5
Пески мелкие и пылеватые, глинистые грунты (в том числе лессовидные) твердой и полутвердой консистенции, крупнообломочные с глинистым заполнителем такой же консистенции, раздробленные скальные легковыветривающиеся ¹⁾	1:1,5	1:1,75	1:1,5
Глинистые грунты тугопластичной консистенции и крупнообломочные грунты с глинистым заполнителем такой же консистенции ²⁾	1:2 ³⁾	Определяется расчетом	
Глинистые грунты (в том числе лессовидные) в районах избыточного увлажнения ⁴⁾ , а также пески однородные и пески пылеватые ²⁾	1:1,75	1:2	1:1,75
Пески мелкие (барханные) в районах с засушливым климатом ⁴⁾	1:2	1:2	1:2

- 1) При высоте насыпи более 12 м — по расчету.
- 2) Для глинистых грунтов полутвердой и тугопластичной консистенции, а также песков мелких и пылеватых следует принимать данные таблицы как минимальные и проверять расчетом, учитывая снижение прочностных и деформативных характеристик грунтов при вибродинамическом воздействии.
- 3) Для железных дорог IV категории — 1:1,75.
- 4) К районам избыточного увлажнения относятся территории, в пределах которых среднегодовое количество выпадающих осадков значительно превышает возможную испаряемость с поверхности суши; к районам с засушливым климатом — территории, на которых количество осадков значительно меньше возможной испаряемости (по абсолютной величине менее 300 мм).

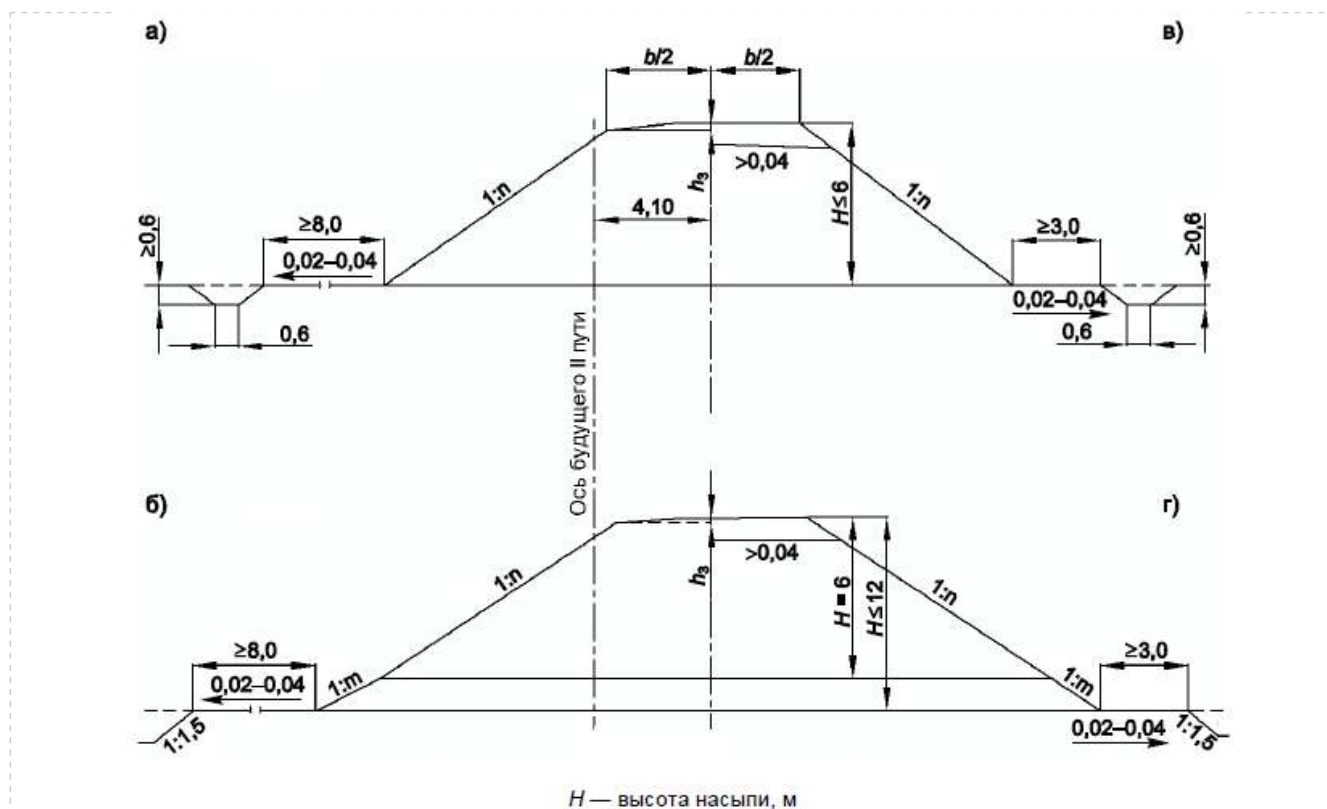


Рисунок 6.5.1 — Поперечные профили насыпей из недреннующих грунтов при поперечном уклоне местности не круче 1:5:

а — насыпь без защитного слоя, $H \leq 6$; б — то же, $6 < H \leq 12$ м; в — насыпь с защитным слоем, $H \leq 6$; г — то же, $6 < H \leq 12$

6.5.1.3 При соответствующем обосновании допускается проектирование насыпей из разнородных грунтов. При этом в случае расположения песка (за исключением защитного слоя в основной площадке) над глинистым грунтом поверхности последнего необходимо придавать поперечный уклон от 0,04 до 0,10 от середины к краям насыпи. Поверхность слоя песка, расположенного под слоем глинистого грунта, подлежит выравниванию без придания уклонов. Каждый слой отсыпаемого грунта должен располагаться по всей ширине насыпи (исключение составляют случаи устройства защитных экранов на откосах). Сопряжение в продольном направлении слоев разнородных грунтов должно осуществляться с уклоном не круче 0,15–0,20 при высоте насыпи над сопрягаемыми слоями более глубины промерзания; сопряжение разнородных грунтов в уровне защитного слоя следует предусматривать с продольным уклоном в соответствии с 6.3.2.4.

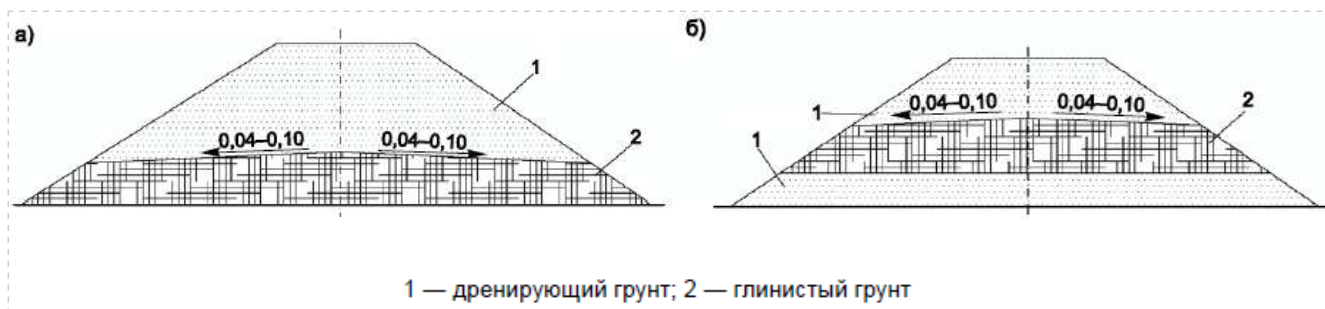


Рисунок 6.5.2 — Схемы возможного расположения разнородных грунтов в насыпях:
а — дренарующий грунт расположен над глинистым; б — глинистый грунт находится между слоями дренающего

6.5.1.4 Для насыпей, отсыпаемых из скальных слабовыветривающихся и выветривающихся грунтов (горной массы), а также из крупнообломочных (валунных и глыбовых) грунтов, верхний слой мощностью не менее 0,5 м следует проектировать из гравийно-галечниковых или щебенистых грунтов, наиболее крупные фракции в которых не должны превышать 0,2 м. В нижележащих слоях насыпи максимально допустимый размер камня устанавливается при пробном уплотнении в зависимости от принятой толщины отсыпаемого слоя.

6.5.1.5 При проектировании насыпей из глинистых грунтов, характеризующихся влажностью на границе текучести $W_L \geq 0,40$, а также из других специфических грунтов, в том числе техногенных (прочностные свойства которых в конструкции под воздействием природных факторов могут значительно снижаться), необходимо предусматривать отсыпку верхнего слоя из песков, а также создание защитного экрана на откосах.

6.5.1.6 При проектировании пересечений железнодорожной линии с трубопроводами последние должны быть реконструированы или переустроены, при этом предусматривают надземную (на опорах или эстакадах) или подземную их прокладку.

Устройство переходов трубопроводов в теле насыпи запрещается.

6.5.1.7 Состав работ по подготовке оснований насыпей следует назначать с учетом высоты проектируемой насыпи и поперечного уклона местности. Во всех случаях подлежит удалению и складированию почвенно-растительный слой с площади основания насыпи для последующего использования его в природоохранных целях (в том числе для покрытия откосов земляного полотна, рекультивации карьеров).

В местах, где срезка почвенно-растительного слоя нецелесообразна вследствие низкого уровня его плодородия, необходимо предусматривать удаление дерна в основании насыпей высотой до 0,5 м на равнинных участках и косогорах крутизной до 1:10, а также в основании насыпей высотой до 1 м на косогорах крутизной от 1:10 до 1:5.

В лесных районах при подготовке основания под насыпи необходимо предусматривать удаление валежника; при высоте насыпи до 1 м обязательна

сплошная корчевка пней и удаление мохового покрова; при большей высоте насыпей пни могут быть оставлены, но спилены так, чтобы высота их не превышала 0,2 м.

6.5.1.8 В пределах косогоров крутизной от 1:5 до 1:3, независимо от высоты насыпей, требуется нарезка уступов в соответствии с рисунком 6.5.3. Ширина уступов принимается равной от 1 до 4 м. Поверхности уступов следует придавать поперечный уклон в низовую сторону от 0,01 до 0,02, стенки уступов при их высоте до 1 м можно проектировать вертикальными, а при высоте до 2 м — с наклоном около 1:0,5.

Нарезка уступов не предусматривается для насыпей, размещаемых на косогорах, сложенных дренирующими грунтами и не имеющих растительного покрова.

Необходимость подготовки основания насыпей, размещаемых на косогорах, сложенных скальными грунтами, следует устанавливать в зависимости от местных условий.

При небольшой высоте насыпей на косогорах, а также на участках полувыемок и полунасыпей следует обеспечивать однородные грунтовые условия под основной площадкой в пределах зоны промерзания за счет частичной замены естественных грунтов насыпными (в том числе дренирующими) для исключения неравномерного пучения, как приведено на рисунке 6.5.2. При этом толщина слоя насыпного грунта (минимальное возвышение бровки насыпи h_{min}) должна быть не менее указанной в таблице 6.12.

Таблица 6.12

В метрах

Грунт, используемый для насыпи	Минимальное возвышение бровки насыпи h_{min} при расчетной глубине промерзания			
	1,0	1,5	2,0	2,5
Пески средней крупности, дренирующие мелкие	$\frac{0,9}{0,6}$	$\frac{1,1}{0,8}$	$\frac{1,4}{1,1}$	$\frac{1,6}{1,3}$
Мелкие недренирующие и пылеватые пески, супеси песчанистые	$\frac{1,2}{1,0}$	$\frac{1,5}{1,2}$	$\frac{1,8}{1,4}$	$\frac{2,0}{1,6}$
Суглинки и глины, пылеватые тяжелые супеси	$\frac{1,6}{1,3}$	$\frac{1,9}{1,5}$	$\frac{2,1}{1,7}$	$\frac{2,4}{2,0}$

Примечание — В числителе — возвышение бровки насыпи над расчетным уровнем грунтовых вод или длительно (более 20 сут) стоящих поверхностных вод. В знаменателе — возвышение бровки насыпи над поверхностью земли при сыром основании или над уровнем кратковременно (менее 20 сут) стоящих поверхностных вод.

Указанные минимальные возвышения бровки насыпей должны быть обеспечены после завершения осадки грунтов основания.

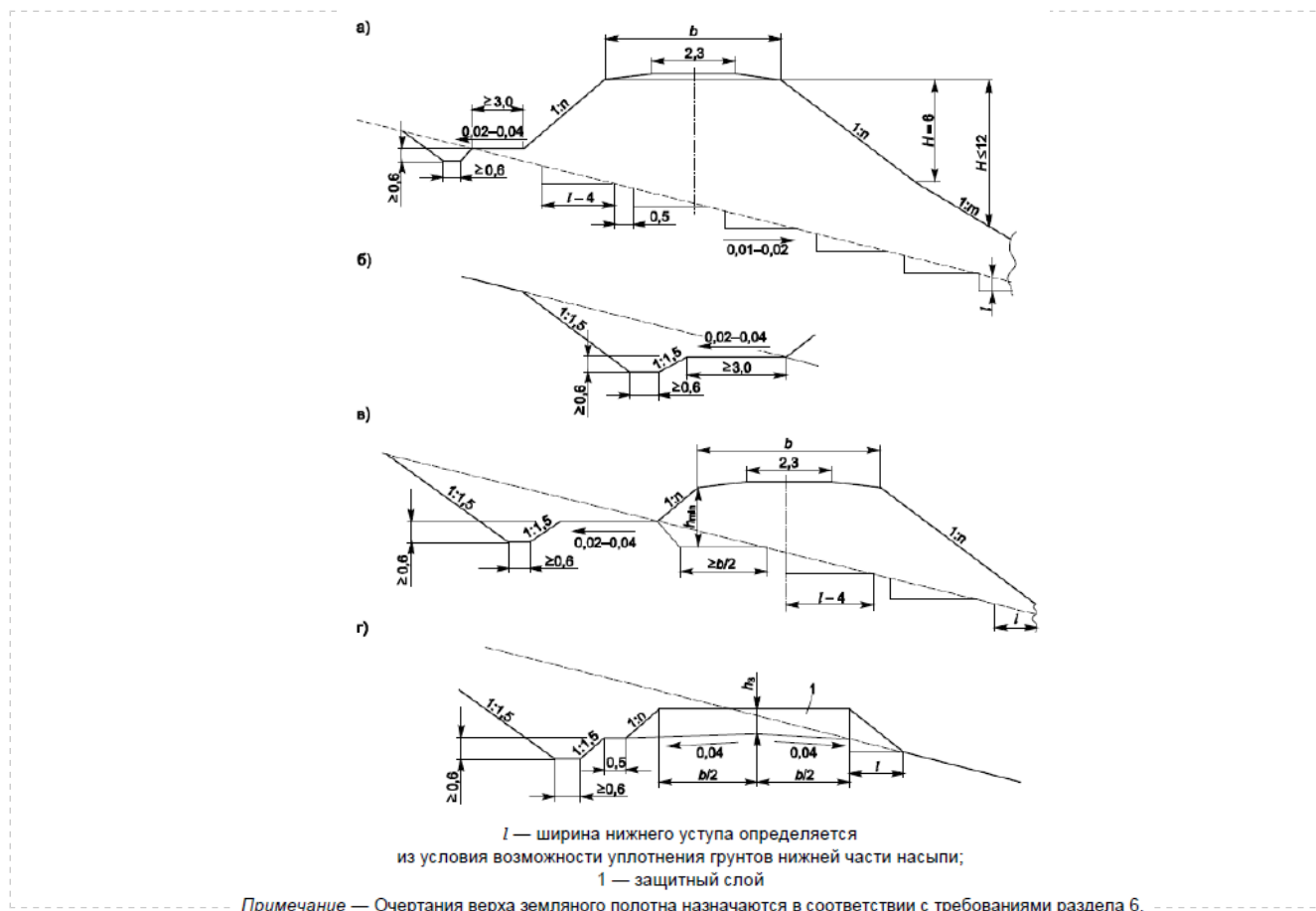


Рисунок 6.5.3 — Поперечные профили насыпей на косогорах крутизной от 1:5 до 1:3:

а — насыпь с высотой низового откоса до 12 м; б — деталь нагорной канавы с бермой в грунте естественного сложения; в — низкая насыпь на косогоре; г — полунасыпь-полувыемка

6.5.2 Насыпи на сыром и мокром основаниях

6.5.2.1 Насыпи на сыром и мокром основаниях следует проектировать преимущественно из дренирующих грунтов. При использовании мелких и пылеватых песков и глинистых грунтов следует предусматривать мероприятия, обеспечивающие устойчивость и прочность земляного полотна и его основания: осушение грунтов основания посредством углубленных канав, дренажей, прослоев из дренирующих грунтов, геотекстильных материалов; устройство берм.

6.5.2.2 Бровка насыпей должна возвышаться над уровнем длительно (более 20 сут) стоящих поверхностных вод или над максимальным расчетным уровнем грунтовых вод, а при сырых основаниях — над поверхностью земли должна возвышаться на величину, достаточную для предохранения основной площадки от пучения и просадок. Размер этого возвышения следует устанавливать в зависимости от вида грунтов, высоты капиллярного поднятия, глубины промерзания в районе строительства, но не менее значений, указанных в таблице 6.12.

Для насыпей из суглинков и глин возможно некоторое уменьшение указанных высот при условии устройства капилляропрерывателя.

Глубину промерзания следует принимать по приложению П или по данным местных гидрометеостанций.

За расчетный уровень грунтовых вод следует принимать расчетный осенний, а при отсутствии необходимых данных — наивысший возможный уровень, определяемый по верхней границе оглеения грунтов.

Возвышение бровки насыпей дорог IV категории допускается уменьшать по сравнению с требованиями таблицы 6.12 на основании данных опыта эксплуатации дорог в районе строительства, но не более чем в 1,5 раза.

6.5.2.3 Для насыпей на слабых и недостаточно прочных основаниях необходимо выполнять проверку устойчивости откосов насыпей и стабильности грунтов основания, определять интенсивность осадок основания. В обоснованных технико-экономических расчетах случаях следует предусматривать мероприятия по сокращению сроков стабилизации.

6.5.3 Насыпи из глинистых грунтов повышенной влажности

6.5.3.1 Глинистые грунты повышенной влажности (тугопластичные с показателем текучести $0,25 < I_L \leq 0,50$) допускается применять для насыпей типовых конструкций при их высоте до 6 м, как приведено на рисунке 6.5.4, на естественном сухом или осушаемом основании при крутизне откосов, указанной в настоящем ТКП. При высоте насыпей из этих грунтов более 6 м, а также при переувлажненных грунтах (с показателем текучести $I_L > 0,50$), независимо от высоты насыпей, требуется индивидуальное проектирование, установление способов снижения их влажности.

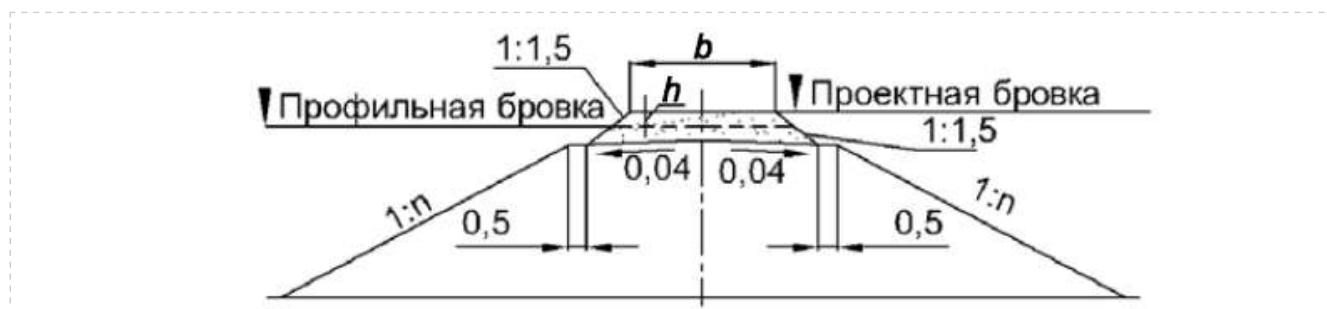


Рисунок 6.5.4 — Типовой поперечный профиль насыпи высотой до 6 м из глинистых грунтов тугопластичной консистенции ($0,25 < I_L \leq 0,5$)

6.5.3.2 В проектах насыпей из грунтов повышенной влажности и осушаемых переувлажненных необходимо предусматривать мероприятия, учитывающие возможность последующей повышенной осадки грунтов тела насыпи, — конструктивный запас по высоте, в соответствии с таблицей 6.2.8, или по ширине верха насыпи.

При сравнении возможных вариантов следует учитывать затраты на подготовку (осушение) грунтов и повышенные эксплуатационные расходы в первые годы работы таких насыпей.

6.5.3.3 Для осушения грунтов повышенной влажности и переувлажненных возможно применение следующих способов:

— естественное просушивание грунтов в летний и осенний периоды, если климатические условия (температура, ветер, отсутствие атмосферных осадков) являются благоприятными и стабильными во времени;

— осушение грунтов неактивными добавками (топливные золы, шлаки, отходы горнорудной промышленности) или путем чередования слоев грунта (переувлажненного и сухого) из двух источников;

— осушение грунта активными добавками (негашеной известью, цементом, золой-уноса, гипсом, безводной кристаллической фосфорной кислотой и др.). При этом максимальный эффект достигается при сооружении насыпей из пылеватых песков, супесей, легких суглинков, использовании конструктивных решений по [35].

6.6 Насыпи на болотных грунтах

6.6.1 Общие положения

6.6.1.1 Насыпи на болотах следует проектировать с учетом:

- категории дороги;
- типа и глубины болота;
- уклона минерального дна болота и вида слагающих его грунтов;
- вида грунтов и материалов, используемых для сооружения насыпи;
- высоты насыпи;
- рельефа местности.

6.6.1.2 При проектировании и строительстве земляного полотна следует различать три основных типа болот:

- I — заполненные торфом и другими болотными грунтами устойчивой консистенции, сжимающимися под нагрузкой от насыпи высотой до 3 м;
- II — заполненные торфом и другими болотными грунтами разной консистенции, в том числе выдавливающимися под нагрузкой от насыпи высотой 3 м;
- III — заполненные болотными грунтами в разжиженном состоянии, выдавливающимися под нагрузкой, с торфяной коркой (сплaviной) или без нее.

Тип болот необходимо устанавливать по данным инженерно-геологических изысканий на основании:

- геологического разреза на глубину не менее 1 м ниже поверхности минерального дна;
- физико-механических характеристик торфа и других болотных грунтов.

При установлении типа болот могут быть использованы данные приложения В.

6.6.1.3 При проектировании насыпей на болотах необходимо обеспечивать:

- непревышение допустимых расчетных значений упругих осадок насыпей на дорогах скоростных, особогрузонапряженных, I–III категорий 2 мм, IV категории 3 мм;
- ограничение, по возможности, сроков осадки грунтов основания насыпей строительным периодом.

Пересечение болот трассой железной дороги следует предусматривать в узких местах, преимущественно на участках с меньшей глубиной и минимальным поперечным уклоном минерального дна.

6.6.1.4 Для сооружения насыпей на болотах следует использовать преимущественно дренирующие грунты для всей насыпи или ее нижней части.

При отсутствии таких грунтов допускается применять для сооружения насыпей на болотах I и II типов мелкие недренирующие пески, пылеватые пески и супеси легкие крупные.

Проектировать насыпи из указанных грунтов следует в соответствии с поперечными профилями, приведенными на рисунках 6.6.1 – 6.6.5.

Использование тяжелых супесей и суглинков для отсыпки нижней части насыпи (в зоне выторфовывания) допускается в исключительных случаях на болотах I и II типов с обязательным усилением конструкции земляного полотна и при технико-экономическом обосновании, учитывающем, помимо первоначальных строительных затрат, повышенные расходы на содержание земляного полотна и верхнего строения пути в период временной эксплуатации.

Для отсыпки верхней части насыпи (выше уровня болота на 0,5 м) допускаются все грунты, пригодные для возведения насыпей, при условии обеспечения необходимого возвышения бровки.

6.6.1.5 Возвышение бровки насыпи над поверхностью болота следует назначать, м, не менее:

- 0,8 — при полном удалении торфа в основании;
- 1,2 — при частичном выторфовывании;
- 2,0 — для мелких и пылеватых песков и супесей легких крупных.

6.6.2 Особенности изысканий железных дорог на участках залегания слабых грунтов

6.6.2.1 Целью инженерно-геологического обследования является получение данных, необходимых для обоснования положения трассы и назначения конструкции и технологии сооружения земляного полотна.

6.6.2.2 При инженерно-геологическом обследовании с учетом требований СН 1.02.01 необходимо:

- установить границы участка со слабыми грунтами в пределах зоны возможного расположения трассы;

- выявить строение слабой толщи (ее стратиграфические особенности), в том числе наличие включений (валуны, пни и т. п.), а также характер подстилающих пород и рельеф их кровли;

- установить физико-механические характеристики грунтов, слагающих слабую толщу, необходимые для определения их строительного типа, типа основания по устойчивости и для расчета конструкции насыпи;

- выявить особенности гидрогеологического режима толщи.

6.6.2.3 Для получения требуемых данных выполняются:

- топографическая съемка участка;

- проходка зондировочных и опорных скважин с отбором проб грунтов нарушенного и ненарушенного сложения и испытания грунтов в условиях их природного залегания (без отбора монолитов);

- лабораторные испытания проб грунтов нарушенного сложения с определением основных показателей состава и состояния грунтов и испытания монолитов для определения характеристик механических свойств грунтов (параметров, характеризующих сопротивление сдвигу, сжимаемость и скорость уплотнения грунта и показателей плотности);

- камеральная обработка материалов обследования, включающая составление отчетной документации.

6.6.2.4 Отчетная документация оформляется в виде паспорта, включающего:

- план участка с изолиниями мощности слабой толщи;

- геологические разрезы по оси вариантов трассы и по характерным поперечникам с нанесенными на них результатами определения основных показателей состава и состояния грунтов и механических испытаний грунтов в условиях природного залегания;

- результаты лабораторных испытаний грунтов слабой толщи;

- пояснительную записку.

В пояснительной записке должны быть указаны: подробное описание участка, включая его происхождение; источники питания грунтовых вод; состав и состояние грунтов слабой толщи; данные о растительно-корневом покрове, пнистости, наличии поверхностного водоотвода; данные о постоянных водотоках и о проходе весенних вод; данные о характере пород, слагающих дно толщи, и рельефе дна. В пояснительной записке дают оценку строительным свойствам слабых грунтов, выделяют расчетные (однотипные) участки, расчетные слои (т. е. слои, единообразные по инженерно-геологическим свойствам) и дают расчетные значения механических характеристик грунтов для этих слоев.

На основе количественной оценки механических свойств грунтов слабой толщи должна быть произведена предварительная оценка слабой толщи как основания насыпи.

Пояснительная записка должна содержать также сведения о поведении и состоянии существующих дорог, расположенных в пределах данного участка, состоянии земляного полотна, конфигурации основания насыпи; сведения о резервах грунта, намечаемых для использования при возведении насыпи на участке залегания слабых грунтов, с указанием характеристик этих грунтов.

6.6.2.5 В результате обобщения всех данных обследования должно быть сделано заключение о принципиальной возможности или невозможности (нецелесообразности) использования слабой толщи в качестве основания и указаны конструкции, которые могут рассматриваться в качестве конкурирующих вариантов при дальнейшей разработке проекта.

6.6.2.6 Состав и объем работ, выполняемых при обследовании, методика их выполнения, применяемые способы определения свойств грунтов и аппаратура зависят от стадии проектирования и этапа изысканий.

6.6.2.7 При составлении технико-экономического расчета необходимо иметь данные о границах, глубине и типе болота, а также знать категорию проектируемой дороги и тип покрытия.

6.6.2.8 При разработке проектной документации необходимо иметь следующие материалы инженерно-геологических изысканий:

— геологический профиль болота по оси дороги и на расчетных поперечниках с указанием стратиграфического строения болотной залежи и положения уровня грунтовых вод;

— основные физические (влажность, плотность, коэффициент пористости, степень разложения, содержание органических веществ и карбонатов кальция (CaCO_3)) и механические (сопротивление сдвигу по крыльчатке, результаты компрессионных или штамповых испытаний) характеристики выделенных однородных слоев болотной залежи;

— геотехнические модели болотной залежи, построенные с использованием статистических методов обработки результатов испытаний применительно к расчету устойчивости, и осадки с выделенными слоями и расчетными показателями;

— характеристики грунтов минерального дна болота (гранулометрический состав и водопроницаемость);

— расчетные характеристики (прочностные и деформационные) грунтов земляного полотна и материалов конструктивных слоев дорожной одежды.

6.6.2.9 Во всех случаях при изысканиях следует стремиться обойти участки со слабыми грунтами или, при невозможности обхода, пересечь их в наиболее узком месте и с меньшей мощностью слабых грунтов. Варианты трассы намечают по картам масштаба 1:25000 (1:10000) или по материалам аэрофотосъемки с последующим осмотром на месте назначенных вариантов.

6.6.2.10 На пересечении трассой участков слабых грунтов должны быть сняты план масштаба 1:5000–1:1000 с сечением рельефа через 0,25–0,5 м, продольные и поперечные профили и проведен первый этап инженерно-геологического обследования.

Реперы на участках слабых грунтов закладывают на возвышенных местах, в плотных минеральных грунтах, где исключается возможность их осадки или смещения.

6.6.3 Оценка возможности использования болотной залежи в качестве основания насыпи

6.6.3.1 Возможность использования болотной залежи в качестве основания насыпи устанавливают в зависимости от типа основания по устойчивости. На первом этапе расчета тип основания по устойчивости и характер специальных мероприятий, необходимых для использования болотного грунта в качестве основания проектируемой насыпи, определяют в зависимости от состава строительных типов болотных грунтов, слагающих болотную залежь по таблице 6.13.

Таблица 6.13 — Тип основания по устойчивости

Строительные типы грунтов, слагающих болотную залежь	Тип основания по устойчивости	Преобладающая деформация грунта наиболее слабого слоя	Возможность использования болотной залежи в качестве несущего слоя
Только тип 1	I	Сжатие	Можно использовать
Тип 2 обязателен. Возможно наличие типа 1	II	При быстрой отсыпке — сдвиг (выдавливание, выпор); при медленной — сжатие	Можно использовать при постепенном загрузении
Тип 3а обязателен. Возможно наличие типов 1 и 2	IIIА	При быстрой отсыпке — сдвиг (выдавливание, выпор); при медленной — сжатие и частичное выдавливание	Можно использовать при постепенном загрузении
Преимущественно тип 3б. Возможно наличие других типов	IIIБ	При любой скорости отсыпки — сдвиг (выдавливание, выпор)	Нельзя использовать (следует изменить конструкцию насыпи или удалить слабый грунт)

Примечание — При толщине наиболее слабого слоя менее 5% от общей мощности болотной залежи его наличие при определении типа основания по устойчивости не учитывают.

6.6.3.2 Строительный тип болотного грунта определяют по таблице 6.14 в зависимости от величины сопротивления сдвигу, устанавливаемой путем испытаний с помощью крыльчатки в условиях природного залегания.

Таблица 6.14

Разновидность болотного грунта по состоянию	Осушенный (уплотненный) или маловлажный	Средней влажности	Очень влажный	Избыточно влажный и жидкие образования
Сопротивление сдвигу по крыльчатке τ , МПа	Св. 0,015	От 0,010 до 0,015 включ.	От 0,005 до 0,010 включ.	До 0,005
Строительный тип болотного грунта	1	2	3а	3б

6.6.3.3 После определения толщины проектируемой насыпи тип основания по устойчивости уточняют специальным расчетом, который приведен ниже.

6.6.4 Насыпи на болотах I типа (основаниях I типа по устойчивости)

6.6.4.1 На болотах I типа насыпи высотой до 3 м следует проектировать с полным или частичным удалением торфа из основания с заменой его минеральным грунтом.

Полное удаление торфа необходимо предусматривать на болотах глубиной до 2 м при высоте насыпей до 3 м, как приведено на рисунке 6.6.1.

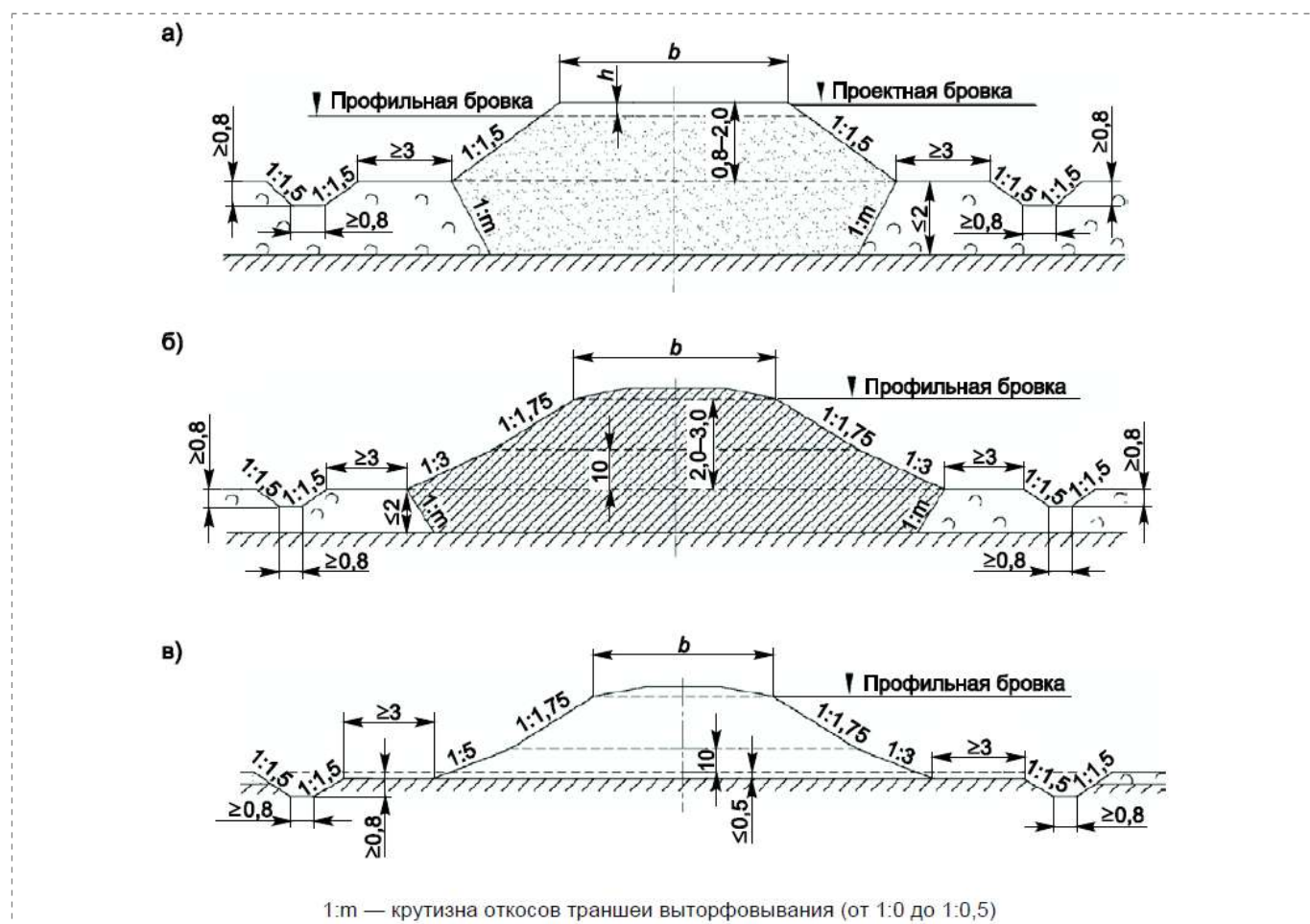


Рисунок 6.6.1 — Поперечные профили насыпей высотой до 3 м с предварительным выторфовыванием на болотах I типа глубиной до 2 м при поперечном уклоне основания не круче 1:10:

а — из дренирующих грунтов; б, в — из мелких и пылеватых песков, песчаных супесей

Частичное удаление торфа применяют на болотах глубиной до 2 м при высоте насыпи более 2 м, а также на болотах глубиной до 4 м, как приведено на рисунке 6.6.2. При этом глубину траншеи выторфовывания необходимо назначать исходя из условий, чтобы сумма высоты насыпи над поверхностью болота и глубины траншеи выторфовывания была не менее 3,5 м для дорог I–III категорий и не менее 3 м для дорог IV категории. При этом отношение суммарной мощности насыпного слоя с учетом расчетной осадки к толщине уплотненного слоя торфа должно быть не менее 2:1. Крутизну откоса траншеи выторфовывания следует устанавливать в зависимости от способа производства работ в пределах от 1:0 до 1:0,5.

Для дорог IV категории параметры допускается уменьшать исходя из условий обоснованного снижения сметной стоимости с учетом местных особенностей.

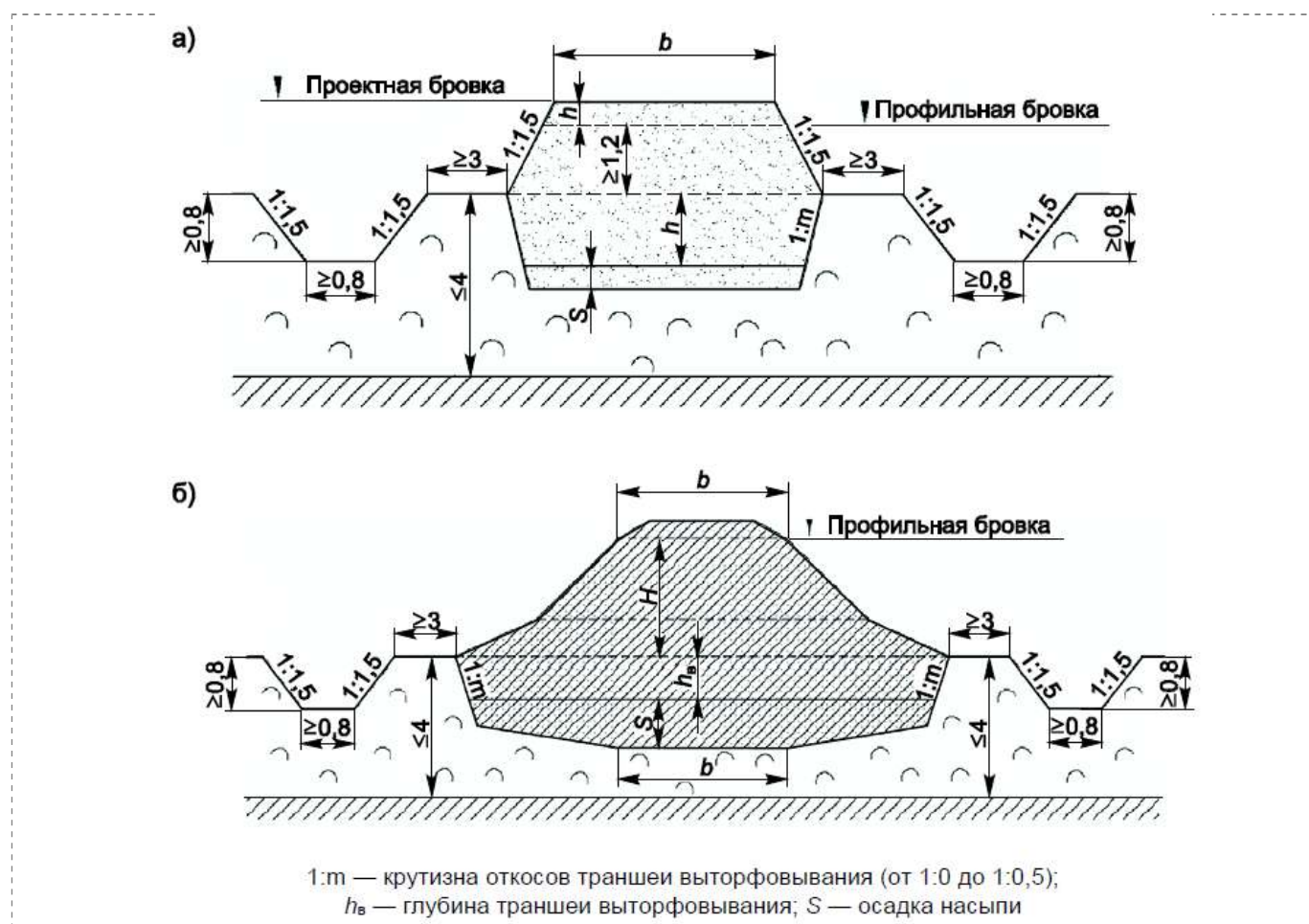


Рисунок 6.6.2 — Поперечные профили насыпей высотой от 2 до 3 м с частичным выторфовыванием на болотах I типа глубиной от 2 до 4 м при поперечном уклоне минерального дна болота не круче 1:10:
а — из дренирующих грунтов; б — из мелких и пылеватых песков, песчанистых супесей

6.6.4.2 Насыпи высотой 3 м и более на болотах I типа следует проектировать в соответствии с поперечными профилями, приведенными на рисунке 6.6.3, с использованием торфа в качестве естественного основания насыпи. При больших высотах насыпей и глубинах болот насыпи могут быть запроектированы с бермами с учетом технико-экономического обоснования.

При этом обязательной является проверка расчетом упругой осадки насыпей.

В случае превышения допустимого значения упругой осадки (см. 6.6.1.3) следует предусматривать усиление конструкции — увеличение толщины насыпи за счет увеличения ее высоты или частичной замены торфа в основании насыпи грунтом. Толщина насыпи определяется по оси пути и включает в себя: высоту насыпи над поверхностью болота, глубину траншеи выторфовывания и осадку торфа под насыпью.

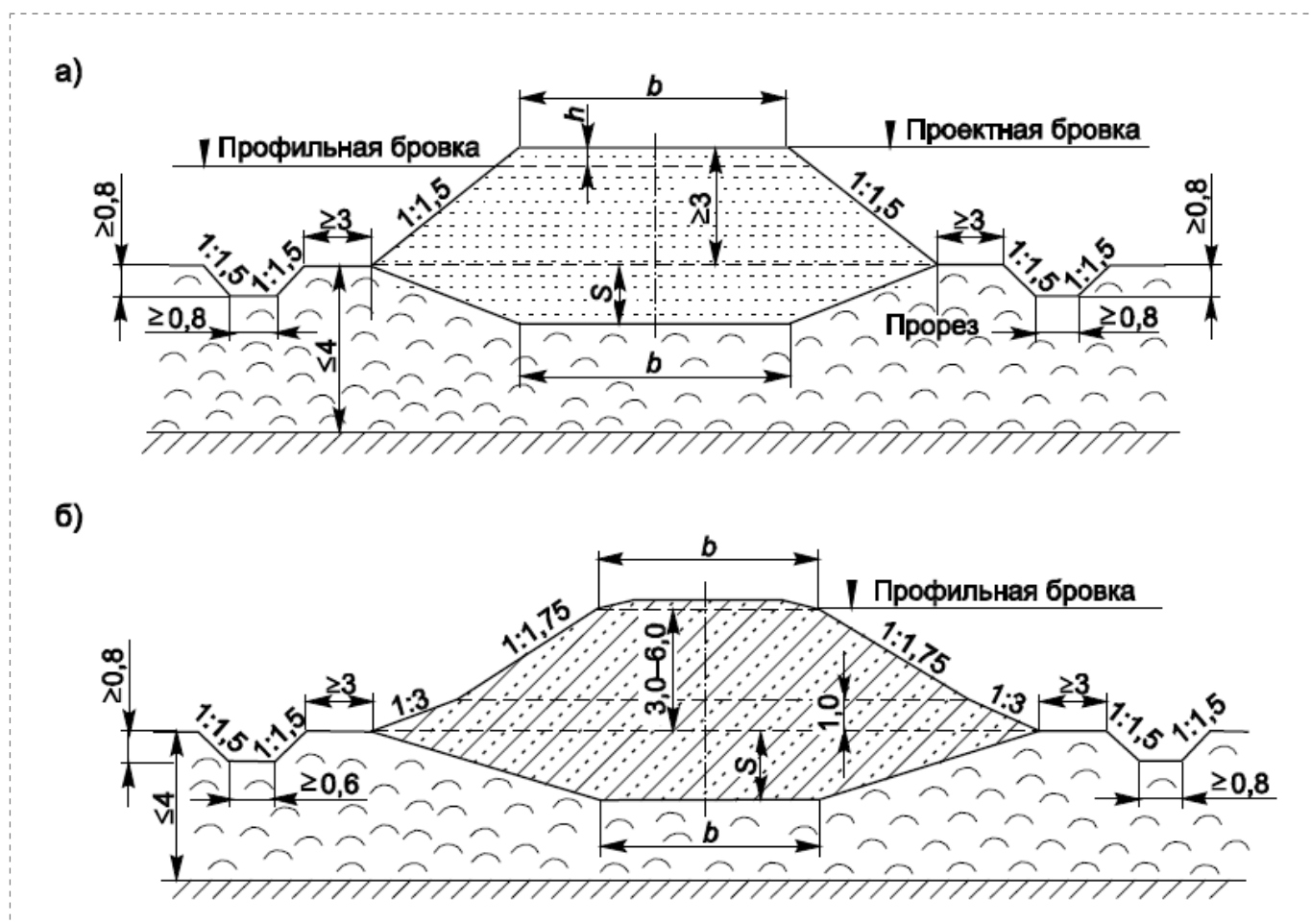


Рисунок 6.6.3 — Поперечные профили насыпей высотой более 3 м на болотах I типа глубиной до 4 м при поперечном уклоне минерального дна болота не круче 1:10:

а — из дренирующих грунтов; б — из мелких и пылеватых песков, песчанистых супесей

6.6.4.3 Проверку неперевышения допустимых упругих осадок следует проводить и при частичном выторфовывании при высоте насыпи менее 3 м, если отношение толщины насыпи к толщине обжатого торфа в основании менее 3:1 на дорогах I–III категорий и менее 2:1 на дорогах IV категории и подъездных путях.

Методика расчета представлена в [36].

6.6.4.4 При оставлении торфа в основании насыпей (полном или частичном) объем земляных работ по возведению насыпей следует определять с учетом осадки насыпи вследствие сжимаемости торфа в ее основании.

Осадку насыпей при любом сочетании их высоты и мощности слоев торфа в основании можно определить расчетом в соответствии с рекомендациями приложения Е.

Значение осадки у краев траншей выторфовывания S при проектировании насыпей из пылеватых песков и легких супесей (см. рисунок 6.6.2) допускается принимать равной 20% от толщины обжимаемого слоя торфа.

На стадии технико-экономических исследований для предварительных расчетов при сравнении вариантов трасс, определении оптимального сочетания глубины выторфовывания и высоты насыпи над поверхностью болота ориентировочно осадку основания насыпей высотой до 4 м на болоте глубиной до 4 м допускается определять в соответствии с таблицей 6.15.

Таблица 6.15

Толщина обжимаемого слоя торфа, м	Осадка S , % от толщины обжимаемого слоя торфа, под насыпями высотой	
	до 3 м при частичном выторфовывании	от 3 до 4 м на естественном основании
2	40	50
Св. 2 до 4	35	40

6.6.5 Насыпи на болотах I, II и III типов (типы основания по устойчивости II, IIIA и IIIB)

6.6.5.1 Насыпи из дренирующих грунтов на болотах I и II типов глубиной до 3 м следует проектировать с расчетом полного удаления торфа устойчивой консистенции и посадки насыпи на минеральное дно болота, применительно к поперечным профилям, приведенным на рисунке 6.6.4а).

Глубину канав-торфоприемников следует назначать равной толщине растительно-корневого покрова, но не менее 1 м.

При использовании для сооружения насыпей на болотах I и II типов мелких и пылеватых песков и легких крупных супесей следует предусматривать полное удаление торфа в основании, как приведено на рисунке 6.6.4б).

Вырезается растительно-корневой покров, после чего разрыхляются нижележащие слои и удаляется всплывающий торф за пределы траншеи выторфовывания. Нижняя часть насыпи (ниже поверхности болота) сооружается путем отсыпки грунта в воду. При такой технологии взамен торфоприемников с двух сторон насыпи нарезаются водоотводные каналы. Указанные работы рекомендуется выполнять в зимнее время.

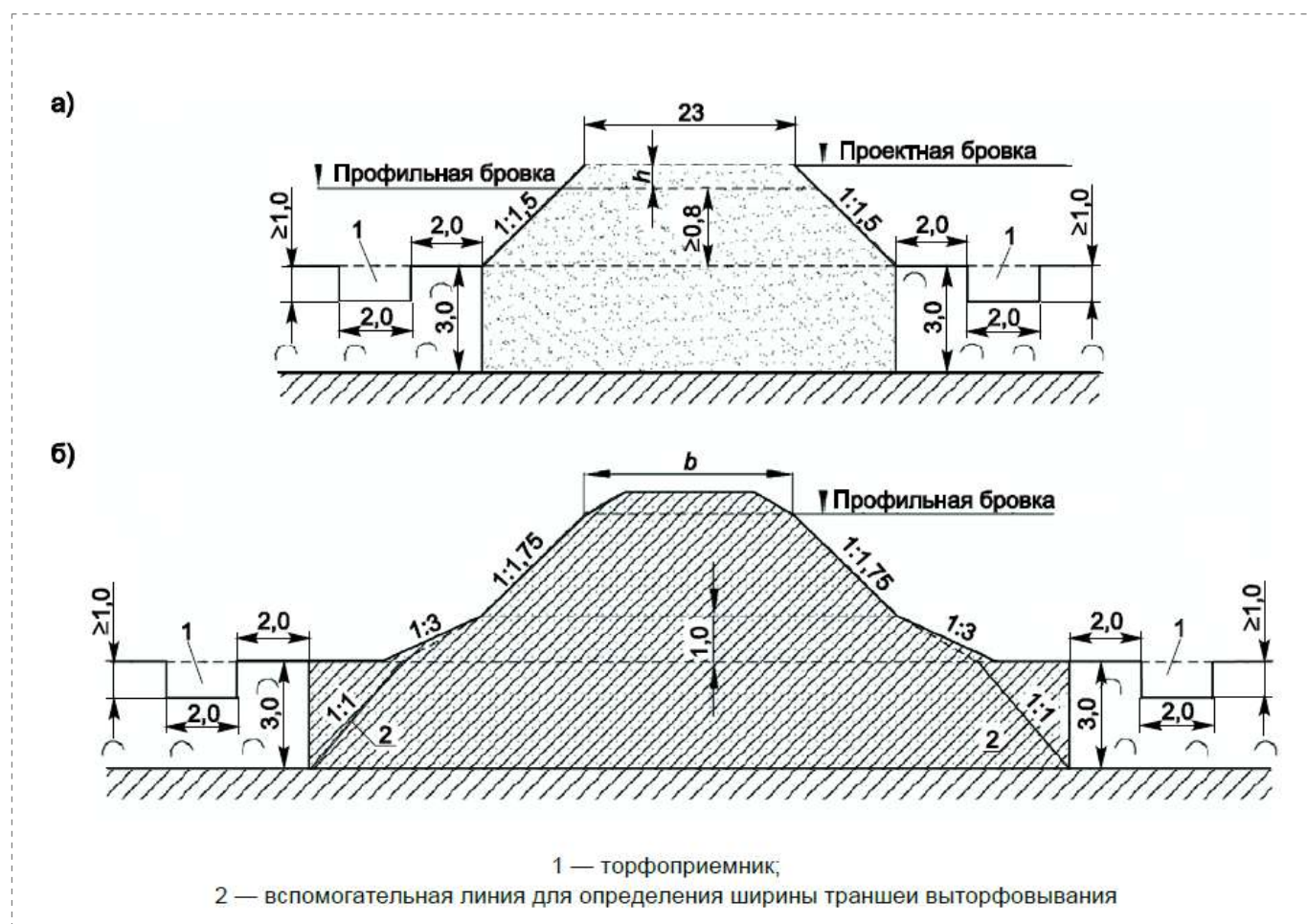


Рисунок 6.6.4 — Поперечные профили насыпей на болотах II типа глубиной до 3 м при поперечном уклоне основания не круче 1:15:

а — из дренирующих грунтов; б — из мелких и пылеватых песков, песчанистых супесей

При проектировании насыпей на болотах всех типов, сооружаемых способом гидромеханизации, следует рассматривать варианты конструкции насыпи с пляжными откосами. Высоту пляжного откоса в месте сопряжения его с откосом насыпи следует принимать равной 1 м над основанием насыпи.

6.6.5.2 Насыпи на болотах III типа глубиной до 4 м следует проектировать, предусматривая использование минерального дна болота в качестве основания земляного полотна, с учетом предварительного удаления торфяной корки (рисунок 6.6.5) или без удаления. В последнем случае толщина насыпи с учетом ее части, расположенной ниже уровня болота, должна быть не менее 3 м над поверхностью торфяной корки, при этом следует вдоль подошвы откоса насыпи предусматривать устройство прорезов на всю толщину растительного слоя.

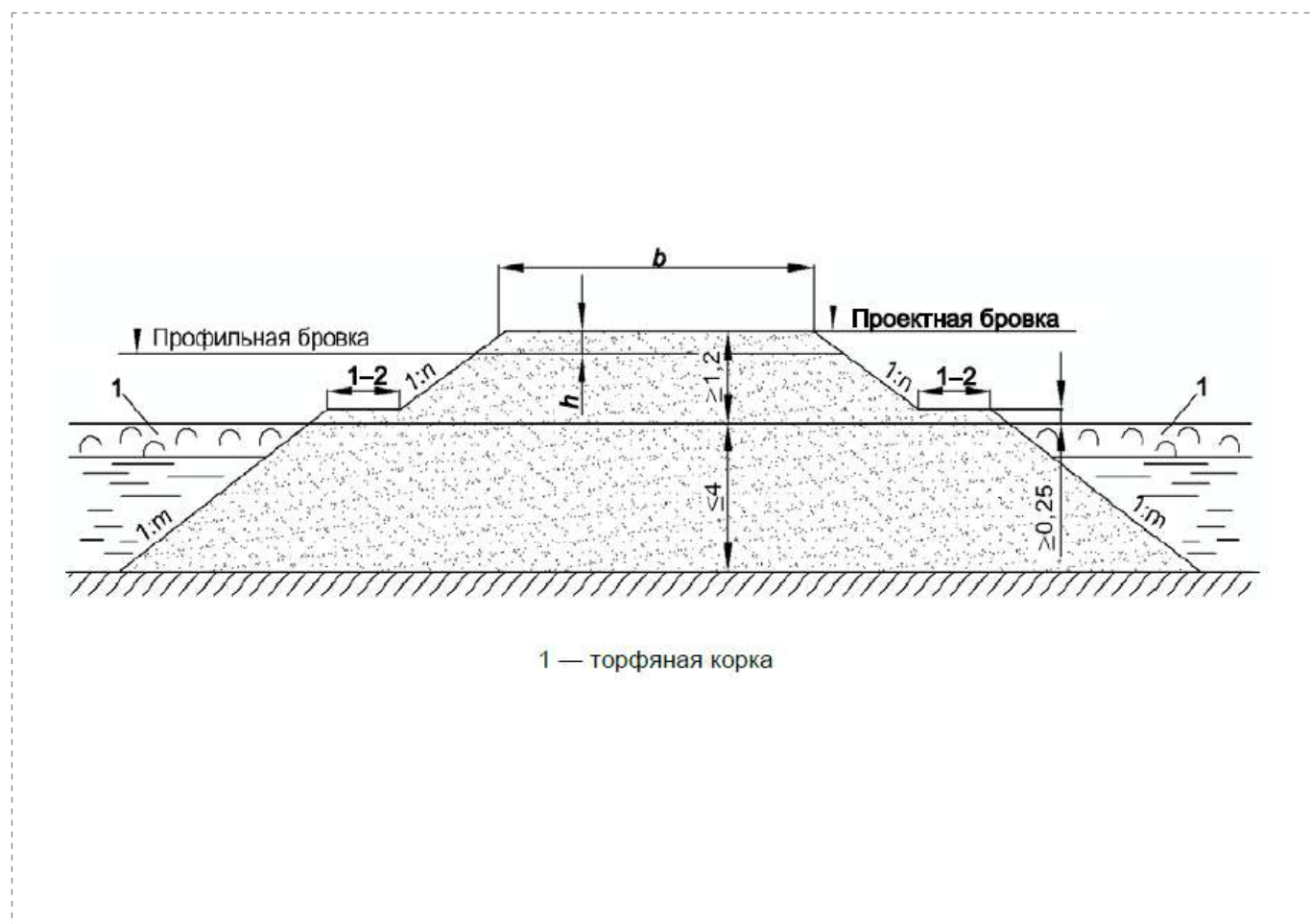


Рисунок 6.6.5 — Поперечный профиль насыпи на болотах III типа глубиной до 4 м при поперечном уклоне основания не круче 1:20

Осадку насыпи за счет сжатия торфяной корки допускается определять в соответствии с требованиями, приведенными в таблице 6.15.

Крутизну откосов насыпей выше поверхности болота следует назначать в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса и таблицы 6.16 с учетом угла естественного откоса под водой.

Таблица 6.16

Вид грунта	Крутизна откосов ниже уровня болота
Песок мелкий и пылеватый	1:3
Песок гравелистый, крупный и средней крупности	1:1,75
Крупнообломочные грунты (галечниковый, гравийный, щебенистый, дресвяный)	1:1,5

Примечание — При гидронамыве насыпей крутизна откосов устанавливается проектом.

6.6.5.3 При проектировании насыпей на болотах с сохранением торфа в основании могут быть применены конструктивно-технологические мероприятия, направленные на обеспечение устойчивости насыпи, стабильности грунтов основания, снижение значения общих и упругих осадок и т. д.

Основными из этих мероприятий являются:

- устройство берм или уположенных откосов;
- устройство в основании вертикальных грунтовых свай или свай из других материалов, в том числе конструкций ростверкового типа;
- устройство настилов под насыпью или армирование самой насыпи, в том числе геотекстильными материалами;
- устройство дренажных прорезей или вертикальных дрен;
- увеличение высоты насыпи или глубины выторфовывания;
- мероприятия для предотвращения сползания насыпи при наклонном дне болота (выравнивание дна, устройство упорных каменных призм и др.);
- использование геотекстильных материалов, укладываемых непосредственно на поверхность болота или на выравнивающий слой грунта (для перераспределения нагрузки, выравнивания осадки и предупреждения локального продавливания насыпного грунта в основании).

6.6.5.4 Проектирование насыпей из местных глинистых грунтов должно выполняться в соответствии с требованиями 6.6.1.4 при крутизне откосов в нижней части насыпи не круче 1:2, с устройством защитного слоя под балластной призмой согласно 6.3.2.1. При расчетах устойчивости насыпи следует учитывать снижение прочностных характеристик грунтов, вызываемое особенностями условий производства земляных работ.

6.6.5.5 На дорогах высокой грузонапряженности, высокоскоростных, а также при ускоренных темпах строительства для создания равнопрочного по протяжению земляного полотна на болоте I типа и смежных с ним участках рекомендуется рассматривать варианты проектирования насыпей высотой до 2 м на болотах I типа глубиной до 3 м с полным удалением торфа в основании.

6.6.5.6 При проектировании насыпей на болотах с оставлением торфа в основании обязательна проверка непревышения допустимого значения упругих осадок грунтов основания насыпи, а также интенсивности осадок по [36].

Для таких объектов необходимо предусматривать испытания готового земляного полотна пробными нагрузками согласно приложению Ж.

6.7 Выемки

6.7.1 Выемки при благоприятных инженерно-геологических условиях

6.7.1.1 Конструкцию выемок следует назначать в зависимости от их глубины, вида и свойств грунта, климатических условий района строительства, с учетом способов производства работ. При проектировании выемок следует учитывать потребность грунтов для сооружения смежных насыпей и при недостаточности грунтов — рассматривать варианты расширения выемок под карьеры.

Для типовых решений очертания выемок следует принимать, руководствуясь поперечными профилями, приведенными на рисунках 6.7.1 – 6.7.5, крутизну откосов назначать по таблице 6.17.

Для усиления конструкции земляного полотна в выемках и на «нулевых местах» следует при глинистых грунтах, характеризующихся влажностью на границе текучести $W_L > 0,23$ предусматривать устройство защитного слоя в соответствии с 6.3.2.

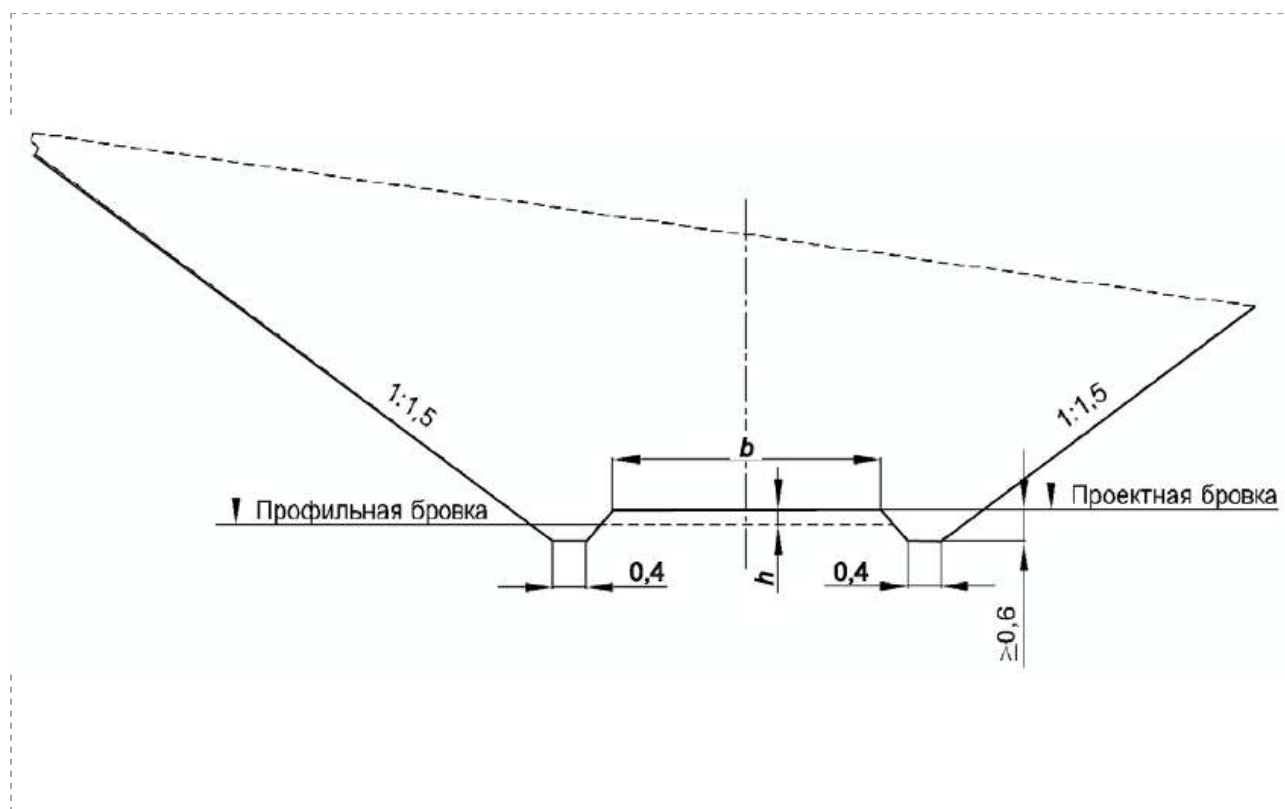
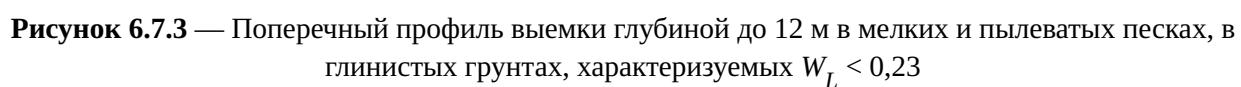


Рисунок 6.7.1 — Поперечный профиль выемки глубиной (высотой верхового откоса) до 12 м в крупнообломочных, крупнообломочных с песчаным заполнителем и песчаных дренирующих грунтах



Примечание — Ширина закуветной полки при высоте откоса от 2 до 6 м — 1 м, при высоте откоса от 6 до 12 м — 2 м.

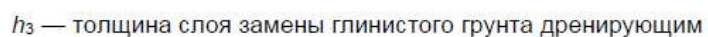


Рисунок 6.7.4 — Поперечный профиль выемки глубиной (высотой верхового откоса) до 12 м в глинистых тугопластичных грунтах ($0,25 < I_L < 0,50$)

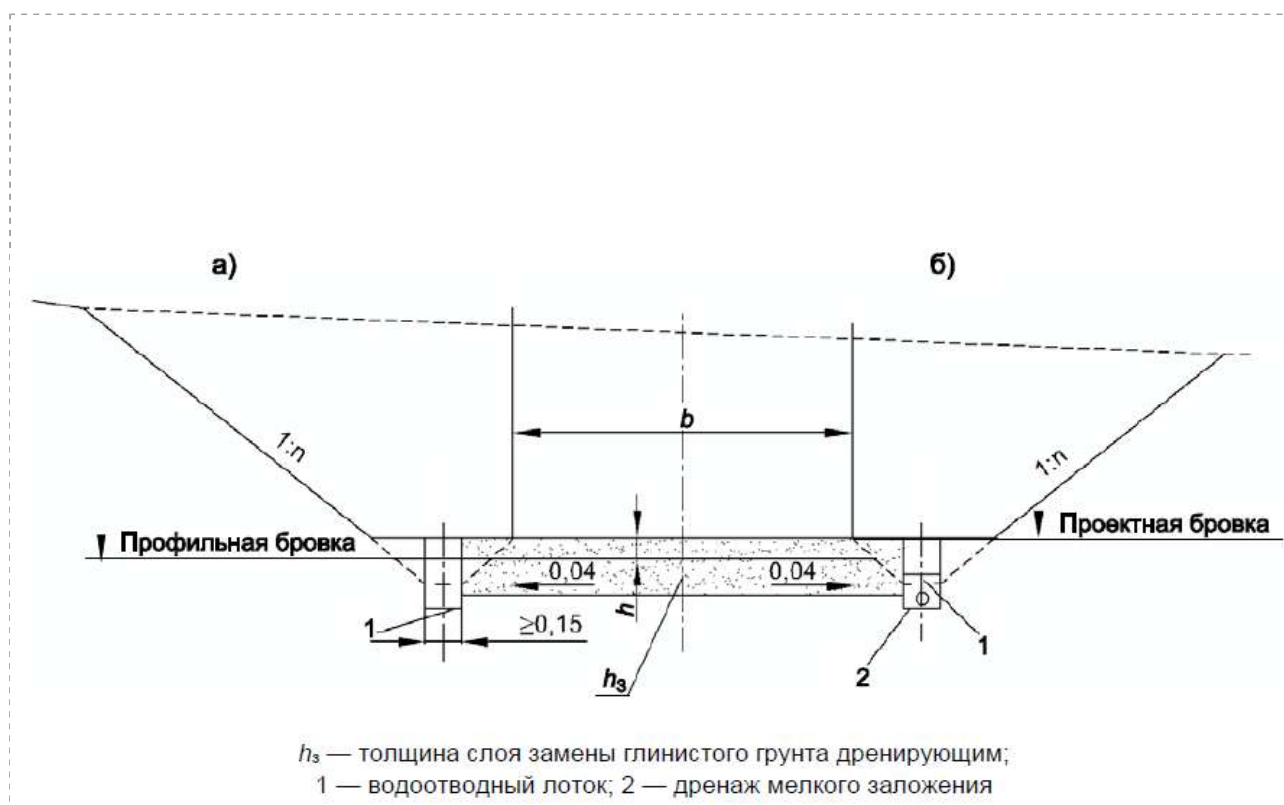


Рисунок 6.7.5 — Поперечный профиль выемки глубиной (высотой верхового откоса) до 12 м в глинистых тугопластичных грунтах с врезной подушкой:
а — с железобетонным лотком; б — с лотком и дренажом мелкого заложения

Таблица 6.17

Вид грунта	Высота откосов выемок, м	Крутизна откосов выемок
Скальные слабовыветривающиеся	До 12 включ.	1:0,2
Скальные выветривающиеся		1:0,5–1:1
Скальные легковыветривающиеся		1:1,5
Крупнообломочные, песчаные, глинистые (в том числе лессовидные) твердой, полутвердой, тугопластичной консистенции		1:1,5
Глинистые грунты в районах избыточного увлажнения		1:2
Пески мелкие (барханные) в засушливых районах		1:1,75–1:2
Лессы на неорошаемых участках в районах с засушливым климатом		1:0,1–1:0,5
Лессы вне районов с засушливым климатом		1:0,5–1:1,5

6.7.1.2 При проектировании выемок глубиной более 2 м в глинистых грунтах, мелких и пылеватых песках и легковыветривающихся скальных грунтах следует предусматривать закуветные полки шириной от 1 до 2 м (см. рисунок 6.7.5); при глубине выемок более 6 м в легковыветривающихся скальных грунтах следует предусматривать кювет-траншеи шириной понизу 4 м, глубиной 0,6 м.

Для выемок в районах избыточного увлажнения при указанных грунтах, а также в выемках с крутыми откосами в сухих лессах закуветные полки следует предусматривать при всех высотах откосов.

6.7.1.3 При проектировании выемок в сильнонабухающих грунтах, жирных глинах, в глинистых грунтах, характеризующихся влажностью на границе текучести $W_L > 0,4$, необходимо разрабатывать индивидуальные решения по защите откосов и замене указанных грунтов под основной площадкой.

При этом решающее значение для обеспечения устойчивости конструкции имеет своевременное (без задержки) выполнение укрепительных работ.

6.7.2 Выемки в глинистых грунтах повышенной влажности и переувлажненных

6.7.2.1 Крутизна откосов выемок в глинистых грунтах повышенной влажности (тугопластичных, $0,25 < I_L < 0,5$) назначается по настоящему техническому кодексу. Конструкция выемок, прорезающих массивы переувлажненных глинистых грунтов (мягкопластичных, $I_L > 0,5$), определяется по индивидуальному проекту с проверкой расчетом общей и местной устойчивости.

6.7.2.2 При замене грунта в основной площадке на «нулевых местах» и в выемках, разрабатываемых в глинистых грунтах повышенной влажности и переувлажненных, толщина защитного слоя, устраиваемого из дренирующих грунтов под балластной призмой, устанавливается расчетом по рекомендациям приложения В.

6.7.2.3 Замена глинистых грунтов на основной площадке в выемке дренирующими грунтами может быть осуществлена не только путем устройства накладных, но и врезных конструкций защитного слоя (см. рисунки 6.7.4, 6.7.5).

При врезной конструкции защитного слоя (см. рисунок 6.7.5) в качестве водоотвода могут быть использованы: железобетонные лотки, двухъярусные лотки, лотки в комбинации с дренажами неглубокого (или глубокого) заложения.

6.8 Насыпи в условиях подтоплений

6.8.1 Насыпи на участках подтопления следует проектировать с учетом постоянного или периодического воздействия водных масс водотоков или водоемов, которое проявляется в виде обводнения грунта тела насыпей, размывающего воздействия, вызываемого течением водного потока или волнением, разрушения и загромождения откосов земляного полотна льдом.

6.8.2 На прижимных участках трассы, где размещение земляного полотна ограничено с одной стороны крутыми косогорами, а с другой водотоками (и водоемами), в большинстве случаев не имеющими прибрежных террас по технико-экономическим соображениям, предпочтительно проектирование земляного полотна прислоненными насыпями.

На прижимных участках следует проверять достаточность возвышения бровки земляного полотна, установленной в соответствии с 6.8.3, на условиях заторных и зажорных явлений.

6.8.3 Бровка земляного полотна на подходах к водопропускным сооружениям через водотоки в пределах их разлива, при расположении железнодорожных линий вдоль водотоков, озер, водохранилищ, а также бровка оградительных и водораздельных дамб должны возвышаться над максимальным уровнем воды при пропуске наибольшего паводка с учетом подпора, наката волны на откос, ветрового нагона, приливных и ледовых явлений не менее чем на 0,5 м, а бровка незатопляемых регуляционных сооружений и берм не менее чем на 0,25 м.

Наивысший расчетный уровень воды следует определять по СП 3.04.03, исходя из вероятности превышения:

1:300 (0,33 %) — на скоростных, особогрузонапряженных линиях и линиях I-III категорий общей сети;

1:100 (1 %) — на линиях IV категории общей сети;

1:50 (2 %) — на подъездных путях IV категории.

На подъездных путях, где по технологическим причинам не допускается перерыв движения, в обоснованных случаях вероятность превышения наивысшего расчетного уровня воды следует принимать равной 1:100 (1 %).

Подпор следует определять с учетом возможного размыва русла под мостом, но не более чем на 50 % полного размыва.

Высоту ветрового нагона и высоту наката волн следует определять по СН 3.04.01 для обеспечения указанных выше расчетных уровней воды.

Для малых мостов и труб расход допускается определять с учетом аккумуляции воды перед сооружением.

6.8.4 Откосы и подошвы насыпей и берм на подходах к мостам и трубам, откосы регуляционных сооружений и конусов мостов в пределах подтопления должны быть укреплены от воздействия льда, волны и течения воды.

Границы отдельных частей крепления и их тип (мощность) следует рассчитывать по эпюрам волновых нагрузок по СН 3.04.01, исходя из обеспеченности расчетного шторма. При расчетах мощности крепления на волновые воздействия обеспеченность расчетной высоты волны принимается 5 % в системе расчетного шторма обеспеченности 4 % (1 раз в 25 лет).

Верх крепления доводится до бровки откоса, если ее отметка определена из гидрологических условий водотока по 6.8.3, или до той же отметки на откосе при более высокой насыпи. В конструкциях крепления следует предусматривать меры, исключающие затекание воды под крепление с вышерасположенной части откоса.

Тип и мощность крепления определяют по условиям, соответствующим расчетным расходам воды. Вероятности превышения расходов и соответствующих им уровней воды на пике паводков, при которых действуют указанные факторы, следует принимать в зависимости от категорий дорог:

- на линиях III и более высоких категорий и на всех линиях, не допускающих по технологическим причинам перерыва движения, 1:100 (1 %);
- на линиях IV категории — 1:50 (2 %).

Пример расчета воздействия ветровых волн, выполненный в соответствии с требованиями СН 3.04.01, приведен в приложении Р.

Для защиты подтопляемых насыпей от размывов могут применяться конструкции пассивного и активного типов (пляжные откосы, бермы, дамбы).

В соответствии с условиями эксплуатации и действующими нагрузками назначаются способы защиты подтопляемых откосов насыпей в соответствии с рекомендациями настоящего технического кодекса и [37].

6.8.5 Для защиты откосов от размывающего воздействия при расчетной скорости течения водотока 4-5 м/с наиболее целесообразно использовать крупнообломочные грунты. При отсутствии такого материала, а также при скорости течения свыше 4-5 м/с следует проектировать в качестве защиты инженерные конструкции (сборные и монолитные железобетонные покрытия, жесткие и гибкие покрытия, защитные и подпорно-оседающие стены, сборные железобетонные ряжи, береговые ограждения и др.).

Для снижения размывающего воздействия потока на земляное полотно при высокой скорости течения предусматривают устройство поперечных сооружений (бун, шпор, полузапруд и др.). Целесообразность применения и порядок их размещения на объекте, а также необходимость срезки противоположного берега рекомендуется проверять моделированием речного потока.

В пределах между поперечными сооружениями для укрепления откосов насыпи следует применять способы защиты, учитывающие снижение скорости течения в этих зонах.

6.8.6 Защитные конструкции из крупнообломочных грунтов (несортированной горной массы) могут быть запроектированы в виде защитных берм и уширенных защитных призм.

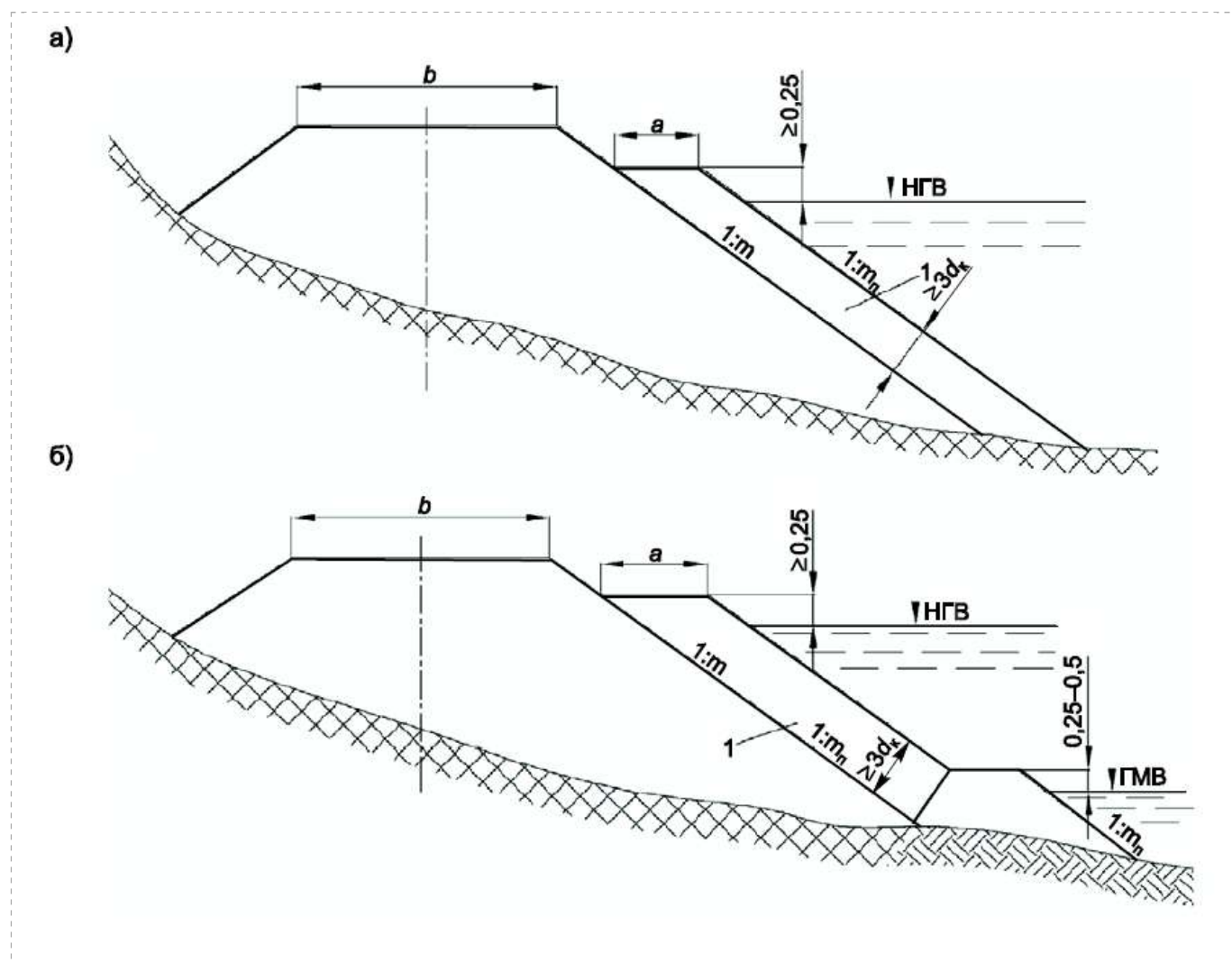
Основным типом укрепления является конструкция в виде защитной призмы (берм), как приведено на рисунке 6.8.1, которая отсыпается из несортированной горной массы, содержащей не менее 50 % камней расчетного диаметра d_k . Толщину защитного слоя следует принимать не менее трех расчетных диаметров при ширине призмы поверху не менее 1 м. При невозможности по местным условиям одновременной отсыпки ядра насыпи и защитной призмы ширину ее поверху следует назначать не менее 3 м.

Определение d_k , приведенного к диаметру шара, производится в зависимости от скорости течения водотока и крутизны откоса по приложению К. При этом одновременно обосновывается заложение наружного откоса защитной призмы m_n на основании технико-экономических расчетов.

На вогнутых участках русла реки, в северных районах, где откосы насыпи могут подвергаться интенсивному воздействию ледохода, следует предусматривать защитную призму шириной поверху не менее 3 м с внешним откосом не круче 1:2.

При размываемых грунтах основания следует у подошвы насыпи предусматривать упорную призму рисберму, как приведено на рисунке 6.8.1, б); требования к крупности камня такие же, как и для камня защитной призмы на откосе согласно приложению Л.

Конструкция упорной призмы определяется по расчету.



1 — несортированная горная масса, содержащая камень расчетной крупности $d_K \geq 50 \%$;

m_n — заложение наружного откоса защитной призмы

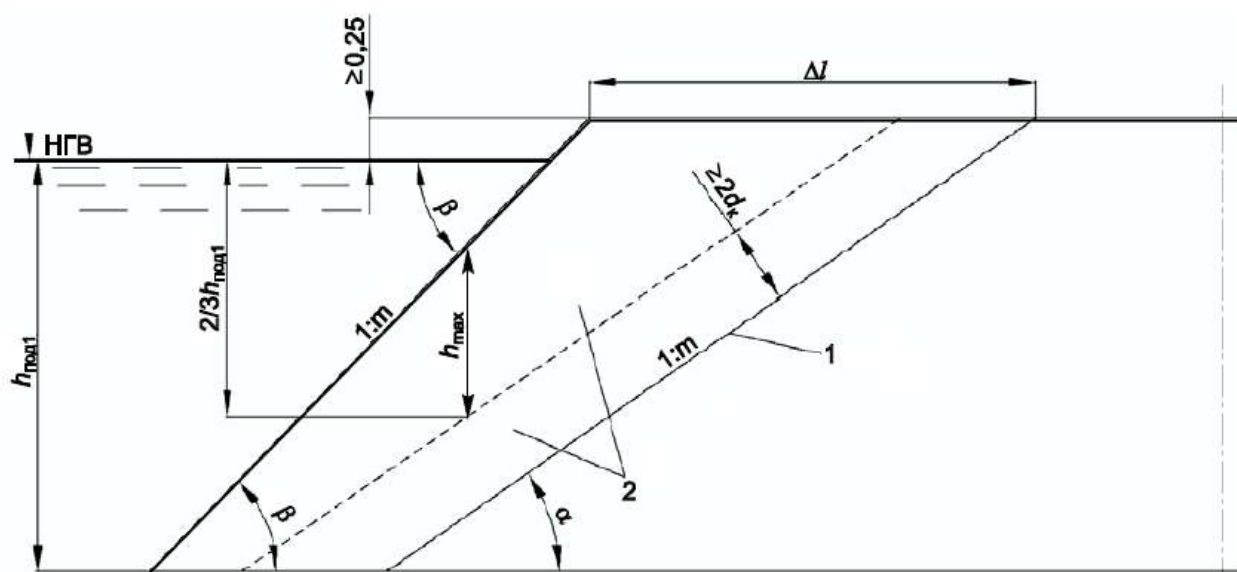
Рисунок 6.8.1 — Конструкция укрепления подтопленного откоса насыпи несортированной горной массой в виде защитной призмы:

а) при неразмываемых грунтах основания; б) при размываемых грунтах основания

6.8.7 Уширенные защитные призмы рекомендуются для защиты откосов от паводковых вод и ледохода на железных дорогах III и IV категорий при расчетной скорости течения до 4 м/с и высоте насыпей не более 10 м, как приведено на рисунке 6.8.2. Эта конструкция создается путем пересыпки под углом естественного откоса несортированной горной массы, содержащей обломки диаметром не менее 25 %. Эта конструкция рассчитана на последующее частичное ее переформирование под воздействием паводковых вод и ледохода с образованием на откосе самоотстойки из крупного камня.

Целесообразность устройства такой конструкции определяется технико-экономическим расчетом.

Размер камня для защиты откоса от размыва текущим потоком определяют в соответствии с приложением К, а размер уширенной защитной призмы Δl — с использованием приложения Л.



1 — контур защищаемого откоса;

2 — несортированная горная масса, содержащая $d_K \geq 25 \%$;

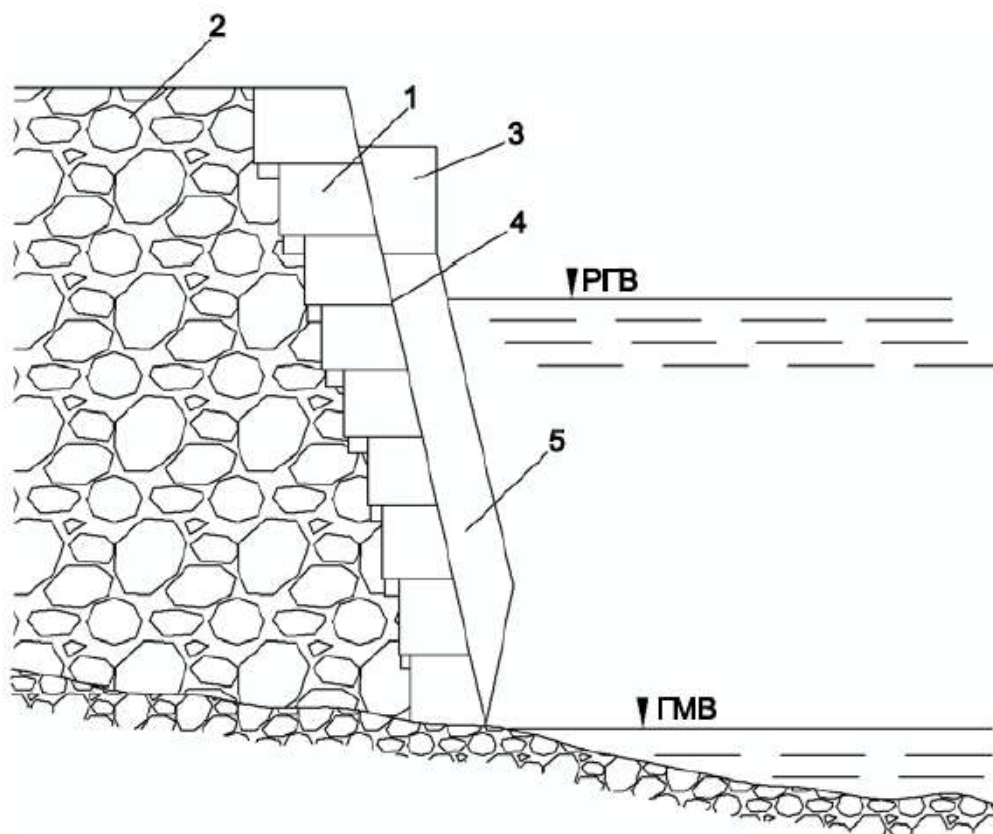
h_{max} — максимальная высота уступа при размыве

Рисунок 6.8.2 — Конструкция укрепления подтопленного откоса насыпи несортированной горной массой, отсыпаемой под углом естественного откоса в виде уширенной защитной призмы

6.8.8 Гибкие железобетонные покрытия различной толщины от 5 до 15 см целесообразны при ожидаемых неравномерных осадках откосов насыпей и их заложении не круче 1:2. Они располагаются в границах от расчетных отметок верха крепления до меженного уровня. В зоне меженного горизонта необходимо создание упора в виде каменной призмы, устойчивой к воздействию потока и льда. В подводной части берегового склона применяют покрытия толщиной 5 см на подложке из геотекстиля по [38].

6.8.9 Защитные стены следует применять для укрепления земляного полотна при расположении на стесненных участках русла при высоких скоростях течения; их проектируют с фундаментом, заглубляемым на величину, не менее расчетной глубины размыва.

Подпорно-оседающие стены являются бесфундаментной разновидностью продольных берегоукрепительных сооружений. Они состоят из одевающих стен и оседающих массивов, как приведено на рисунке 6.8.3. Основным преимуществом этой конструкции по сравнению с защитными стенами является отсутствие фундамента, что резко снижает их стоимость и трудоемкость работ в соответствии с [39].



- 1 — сборная одевающая стена из блоков; 2 — насыпь (или защищаемый берег);
 3 — противовес (наращенный участок оседающего массива);
 4 — прокладка из толя; 5 — сборно-монолитный оседающий массив

Рисунок 6.8.3 — Конструкции сборной подпорно-оседающей стены

6.8.10 Для укрепления следует назначать конструкции, приведенные в [37]: каменные наброски различных модификаций; бетонные плиты (при высоте волн до 0,7 м и слабом ледоходе); железобетонные разрезные плиты (при высоте волн до 1,0-1,5 м); железобетонные плиты, омоноличиваемые по контуру и монолитные железобетонные плиты (при волнах высотой до 3 м); железобетонные гибкие покрытия (при волнах до 1,5 м); берегозащитные стены и др. Укрепляемые плитами откосы насыпей должны быть не круче 1:2. Особое внимание при защите от волнобоя уделяется подготовке под плиты — обратному фильтру, выполняемому по расчету. Для устройства обратного фильтра применяются щебенисто-гравийно-песчаные грунты, а также геотекстильные материалы в соответствии с приложением М.

В качестве защитных конструкций от волнового воздействия следует рассматривать пляжные откосы, волноломы, волноотбойные стены, буны и др.

6.8.11 При применении на подтопляемых объектах бетонных и железобетонных укрепительных конструкций в необходимых случаях следует предусматривать защиту их от истирающего воздействия гравийно-галечниковым материалом.

6.8.12 При наличии больших неиспользуемых территорий и широких возможностей применения гидромеханизации вышеуказанные защитные конструкции в обоснованных технико-экономических расчетах случаях могут быть заменены пляжными откосами.

Крутизну пляжных откосов следует устанавливать по расчету.

В расчетах следует учитывать кратковременность и периодичность подтопления откосов и реальные условия образования волны в пойме, а также воздействие продольного течения при паводке.

6.8.13 Снижение воздействия ветровой волны на откос оказывает произрастающая на пойме древесная растительность. Влияние растительности как один из элементов укрепления подтопляемых откосов следует учитывать, если ее высота превышает расчетную глубину воды более чем на 0,7 высоты волны.

6.9 Резервы, кавальеры, банкеты

6.9.1 Резервы

6.9.1.1 Резервы, размещаемые вдоль насыпей, следует проектировать в случаях непригодности или нехватки для отсыпки насыпей грунта из смежных выемок и технико-экономической нецелесообразности использования выемок-карьеров или транспортирования грунта из других карьеров.

6.9.1.2 Не допускается размещать резервы в пределах отдельных пунктов с путевым развитием, населенных пунктов, в местах расположения путевых зданий и переездов, на участках развития карста, а также, как правило, в поймах рек. Смежные участки резервов в пределах отдельных зданий и переездов следует соединять канавами, лотками или трубами.

6.9.1.3 Расположение резервов относительно проектируемой насыпи следует назначать согласно таблице 6.18 с учетом поперечного уклона местности. Расстояние между внешней бровкой резерва и границей полосы отвода должно быть не менее 1 м.

Таблица 6.18

Поперечный уклон местности	Расположение резервов	
	оптимальное	допустимое
Положе 1:10	С двух сторон	С одной стороны
От 1:10 до 1:5 включ.	С нагорной стороны	С двух сторон
Круче 1:5	Резервы не проектировать	С нагорной стороны по отдельным решениям с расчетом общей устойчивости косогора и насыпи после устройства резерва

6.9.1.4 Между подошвой откоса насыпи и бровкой резерва необходимо оставлять берму шириной не менее 3 м. У насыпей высотой до 2 м на сухом основании ширину берм разрешается уменьшать до 1 м.

Со стороны будущего второго пути железных дорог I–III категорий ширину берм следует назначать равной 8,0 м.

Бермам с нагорной стороны необходимо придавать поперечный уклон от 0,02 до 0,04 в сторону резерва за счет срезки или присыпки грунта (см. рисунок 6.5.3).

6.9.1.5 Резервы необходимо, как правило, включать в общую систему водоотводных устройств, ограждающих земляное полотно от воздействия поверхностной воды, и предусматривать отдельные выпуски воды из резервов в пониженные места прилегающей местности согласно требованиям подраздела 6.10.

6.9.1.6 Замкнутые резервы без водоотводов допускается применять на участках с дренирующими грунтами в районах с засушливым климатом (исключая районы просадочных грунтов) и в районах расположения подвижных песков. В подвижных песках резервы следует проектировать преимущественно узкими и глубокими, их рекомендуется размещать с подветренной стороны.

6.9.1.7 Дну резервов, входящих в общую систему водоотводных устройств, необходимо придавать поперечный и продольный уклоны. Поперечный уклон должен быть не менее 0,02, а продольный — не менее 0,002. Дно резерва при его ширине до 10 м следует проектировать односкатным, с поперечным уклоном от земляного полотна, а при ширине более 10 м — двускатным, с уклоном от краев резерва к его середине.

Максимальный продольный уклон резерва с низовой стороны насыпи не должен превышать 0,008, а для легкоразмываемых грунтов — 0,005. Уклон дна резервов с нагорной стороны насыпей следует назначать по расчету в зависимости от вида грунта, количества и скорости течения воды.

В случаях, когда по условиям рельефа местности продольный уклон дна резерва получается круче допустимого по размываемости грунта, резервы следует проектировать отдельными участками с

максимальным допустимым уклоном дна. Между соседними участками резерва необходимо оставлять полосы ненарушенного грунта шириной не менее 3 м и предусматривать в них устройство укрепленных канав с перепадами высотой до 0,5 м.

6.9.1.8 Размеры резервов следует определять исходя из объема требуемого грунта и уклона, необходимого для обеспечения стока, с учетом параметров, применяемых для сооружения насыпей машин и механизмов, и условий охраны окружающей среды.

При невозможности или нецелесообразности увеличения глубины резерва, используемого в качестве водоотвода, для пропуска воды следует проектировать водоотводную канаву с размещением ее в пониженной части резерва.

Откосы резервов следует проектировать не круче 1:1,5. Переходы от одной ширины резерва к другой следует назначать за счет отклонения полевого откоса под углом около 15°.

6.9.1.9 На поймах рек закладка резервов, как правило, не допускается. В исключительных случаях устройство резервов производится по индивидуальному проекту, причем:

- расположение резервов необходимо увязывать с регуляционными сооружениями;
- расстояние между нижним концом резерва и урезом меженных вод должно быть не менее 10 м;
- отметку дна резервов следует назначать выше уровня меженных вод;
- для выпуска воды из резерва необходимо предусматривать устройство канавы;
- бермы между подошвой насыпи и бровкой резерва следует назначать не менее 4 м.

Со стороны насыпи в резервах следует оставлять выступы в виде траверс и укреплять откос, если при паводке возможно течение воды вдоль резерва.

6.9.1.10 Сосредоточенные резервы — грунтовые карьеры, располагаемые в удалении от насыпи, следует проектировать с соблюдением требований по максимально возможному сохранению окружающей среды в соответствии с указаниями подраздела 6.15. Необходимо предусматривать планировку откосов после выработки карьера с учетом последующей посадки деревьев, использования карьера под водоем или для других народнохозяйственных целей.

Размеры и конфигурация карьеров назначаются с учетом потребности в грунте, его состояния и в соответствии с требованиями техники безопасности, а также с учетом их последующего использования для хозяйственных целей.

6.9.2 Кавальеры

6.9.2.1 Кавальеры необходимо предусматривать в случаях непригодности или технико-экономической нецелесообразности использования грунта из выемки для насыпей, а также при отсутствии в непосредственной близости от выемки пониженных мест рельефа, которые могут быть использованы для размещения непригодного или излишнего грунта. При проектировании кавальеров следует учитывать также необходимость соблюдения требований по максимально возможному сохранению окружающей среды в соответствии с указаниями подраздела 6.15 и предусматривать срезку растительного слоя с площади, занимаемой кавальером.

Размещение грунта в кавальерах не допускается:

- на территории станционных площадок, населенных пунктов и промышленных предприятий;
- в местах, где кавальеры могут способствовать снежным или песчаным заносам пути, в том числе вдоль мелких выемок;
- с нагорной стороны полувыемок;
- в тех случаях, когда нагрузка от кавальера может вызвать нарушение общей устойчивости откосов выемки.

6.9.2.2 Кавальеры следует проектировать в соответствии с рисунком 6.9.1 и размещать в зависимости от поперечного уклона местности согласно таблице 6.19, с учетом условий заносимости снегом, а также свойств и состояния грунта прорезаемой выемки и подлежащего укладке в кавальер.

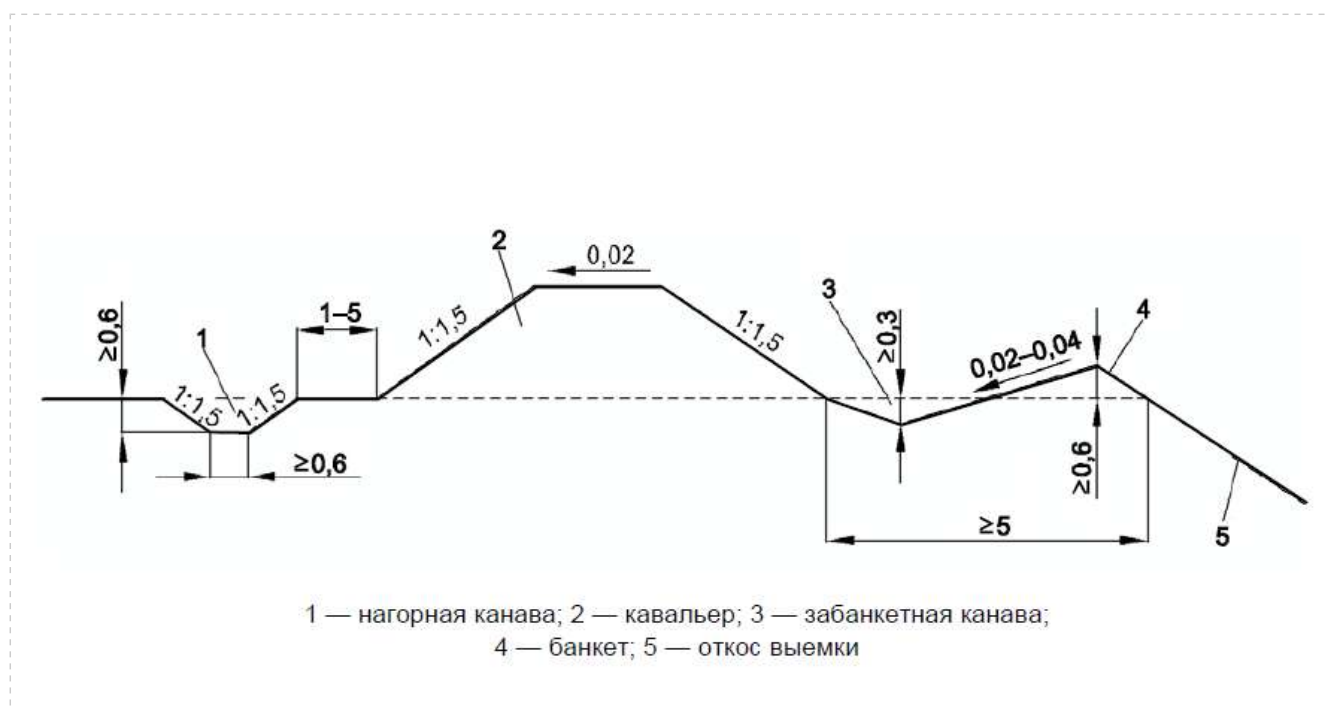


Рисунок 6.9.1 — Схема размещения банкетов, кавальеров, забанкетных и нагорных канав

Таблица 6.19

Поперечный уклон	Расположение кавальеров	
	оптимальное	допустимое
Положе 1:5	С двух сторон	С одной стороны
От 1:5 до 1:3 включ.	С низовой стороны	С верховой стороны с проверкой расчетом общей устойчивости сооружения
Круче 1:3	Необходимо устанавливать с учетом местных условий и с проверкой расчетом общей устойчивости сооружения	

6.9.2.3 Размеры кавальеров (высоту и ширину понизу) определяют в зависимости от объема отсыпаемого в них грунта, параметров применяемых машин и механизмов, условий охраны окружающей среды и физико-механических характеристик отсыпаемого грунта. Откосы кавальеров следует проектировать с заложением не круче 1:1,5; верху кавальеров придают поперечный уклон не менее 0,02 в полевую сторону.

Кавальеры с низовой стороны выемки должны иметь разрывы шириной не менее 3 м через каждые 50 м и в пониженных местах. Площадке между бровкой выемки и откосом кавальера придается уклон в сторону разрывов.

6.9.2.4 Расстояние от подошвы кавальера до бровки откоса проектируемой выемки, а на участках устройства в ближайшей перспективе второго пути — до бровки откоса выемки для будущего пути должно быть не менее 5 м. На участках с глинистыми переувлажненными грунтами, в том числе при наличии верховодки, это расстояние должно быть не менее $(5 + H) \geq 10$ м, где H — высота откоса проектируемой выемки.

6.9.2.5 В пределах полувыемок, а также отдельных пунктов, размещенных на крутых косогорах, лишний или непригодный для насыпей грунт следует размещать с низовой стороны полотна, причем верх отсыпки необходимо проектировать ниже бровки земляного полотна не менее чем на 0,5 м, с поперечным уклоном от 0,02 до 0,04 от полотна, с проверкой устойчивости пути.

6.9.2.6 Если в разделе проекта охраны окружающей среды (ООС) устройство кавальеров не предусмотрено, как защитное мероприятие необходимо производить отсыпку грунтов слоями до 1 м и

планировку каждого слоя бульдозером. После завершения отсыпки поверхность кавальеров следует укреплять посевом многолетних трав.

6.9.3 Банкеты

6.9.3.1 Банкеты и забанкетные каналы необходимы для отвода поверхностной воды с площади между нагорным откосом выемки и подошвой кавальера и защиты откосов выемок от размыва.

Банкеты и забанкетные каналы следует проектировать треугольной формы в соответствии с рисунком 6.9.1. Они образуются путем планирования поверхности полосы между бровкой откоса выемки и подошвой кавальера с продольным уклоном не менее 0,005 и поперечным уклоном в сторону кавальера от 0,02 до 0,04. При наличии местных понижений необходимо предусматривать организованный выпуск воды из забанкетной канавы по откосу в кювет.

В пределах пологих косогоров, а также у неглубоких выемок, когда устройство банкетов и забанкетных канав нецелесообразно, проектом необходимо предусматривать планировку поверхности косогора на полосе шириной около 3 м, прилегающей к бровке выемки, с приданием поверхности поперечного уклона к выемке не менее 0,02 и укрепление ее посевом трав.

6.9.3.2 Банкеты с забанкетными канавами не следует проектировать на косогорах крутизной 1:5 и более, а также у выемок в лессовых грунтах.

Водоотводные устройства в этих случаях необходимо проектировать индивидуально с учетом местных условий.

6.10 Устройства для отвода поверхностных и грунтовых вод

6.10.1 Общие положения

6.10.1.1 В пределах перегонов и отдельных пунктов следует проектировать устройства для отвода от земляного полотна поверхностных вод и (в необходимых случаях) для понижения уровня грунтовых вод.

6.10.1.2 Отвод поверхностных вод следует предусматривать:

от насыпей — резервами;

канавами (продольными и поперечными водоотводными, осушительными) или от откосов выемок и полувыемок — канавами (нагорными и забанкетными);

от основной площадки земляного полотна в выемках и полувыемках и с откосов выемок — кюветами, лотками, кювет-траншеями и траншеями, кюветами и лотками в комбинации с дренажами мелкого заложения.

Поверхностные воды необходимо отводить к ближайшему водопропускному сооружению или в сторону от земляного полотна в пониженные места рельефа.

С нагорной стороны полотна должен быть предусмотрен сплошной продольный водоотвод от каждого пересекаемого дорогой водораздела до водопропускного сооружения или до места, от которого возможен поперечный отвод воды в сторону от земляного полотна.

Сопряжения водоотвода с руслом водотоков следует проектировать с выполнением следующих требований: в месте сопряжения канаву направлять по течению водотока (угол между осями у канавы и водотока назначать не более 45°); изменения направления канав проектировать плавными по кривой радиусом не менее 10 м.

6.10.1.3 Поперечное сечение водоотводных устройств следует назначать по расчетным расходам воды, устанавливаемым с вероятностью превышения по нормам, указанным в таблице 6.20.

Бровка водоотводов должна возвышаться над уровнем воды, соответствующим расходу указанной вероятности превышения, не менее чем на 0,2 м.

Таблица 6.20

Категория железных дорог	Вероятность превышения расчетных расходов, %, для	
	кюветов, нагорных канав и водосбросов	продольных (у насыпей) и поперечных водоотводных канав
Скоростные, особогрузонапряженные, I, II	1	4
III	3	7
IV	5	10

6.10.1.4 Максимальный продольный уклон водоотводных устройств следует назначать по расчету в зависимости от расхода воды, вида грунта, типа укрепления откосов и дна канавы и допускаемых скоростей течения по размыву. Если установленный по расчету уклон водоотвода меньше естественного уклона местности, то необходимо предусматривать устройство перепадов, а при больших расходах — быстроток и водобойных колодцев. Все водоотводные устройства на участках со сложными инженерно-геологическими условиями проектируются индивидуально.

6.10.1.5 На невысоких водоразделах двух смежных бассейнов, на полосе длиной не менее 5 м, устройство резервов и канав не допускается, если выпуск воды будет осуществлен в разные водопропускные сооружения. В необходимых случаях на таких водоразделах следует предусматривать устройство разделительной дамбы шириной поверху не менее 3 м с

заложением откосов не круче 1:2, с возвышением ее верха над расчетным уровнем воды не менее 0,25 м.

В отдельных случаях при технико-экономическом обосновании допускается пропуск расходов воды с двух бассейнов и более в одно искусственное сооружение.

6.10.1.6 Водоотводные устройства размещаются в полосе отвода так, чтобы расстояние от наружной бровки откоса водоотводного устройства до границы полосы отвода было не менее 1 м.

6.10.1.7 Водоотводные устройства в местах выхода их на склоны водотоков, оврагов и низин необходимо отводить в сторону от земляного полотна, предусматривать их укрепление или расширение русел с соответствующим уположением откосов, в необходимых случаях применяя индивидуальные решения.

6.10.1.8 При явно выраженном поперечном по отношению к земляному полотну уклоне местности (0,04 и круче) водоотводные сооружения следует проектировать только с верховой стороны.

6.10.2 Водоотводные каналы

6.10.2.1 Продольные водоотводные каналы предусматриваются с нагорной стороны у насыпей (любой высоты) при отсутствии резервов. На местности с поперечным уклоном менее 0,04 при высоте насыпей менее 2,0 м и на участках с переменной сторонностью поперечного уклона, а также на болотах водоотводные каналы следует проектировать с обеих сторон земляного полотна.

6.10.2.2 Глубина продольных водоотводных каналов и ширина их по дну определяются расчетом, но должны быть не менее 0,6 м, а на болотах соответственно не менее 0,8 м. Заложение откосов каналов принимается не круче 1:1,5.

При пересечении местных понижений допускается уменьшать глубину каналов до 0,2 м с устройством со стороны насыпи бермы шириной поверху не менее 3 м и возвышением ее бровки над расчетным уровнем воды не менее 0,25 м и с поперечным уклоном верха бермы от насыпи, равным от 0,02 до 0,04.

6.10.2.3 Продольный уклон водоотводных каналов должен быть не менее 0,003.

На болотах, речных поймах и в других случаях малого естественного уклона местности продольный уклон водоотводных каналов допускается уменьшать до 0,002, а в исключительных случаях до 0,001, если расчетом установлено, что при заполнении каналов на полный профиль обеспечивается скорость течения, исключающая заиливание.

6.10.2.4 Расстояние между подошвой откосов насыпей и внутренней бровкой продольных водоотводных каналов следует принимать не менее 3 м, а со стороны размещения будущего второго пути не менее 8 м.

Поверхности между насыпью и канавой придается поперечный уклон в сторону канавы от 0,02 до 0,04.

6.10.2.5 Поперечные каналы следует проектировать в равнинной местности в случаях, когда затруднен сток воды по продольным водоотводным канавам или требуется отвод воды из местных понижений у земляного полотна.

6.10.3 Нагорные каналы

6.10.3.1 Нагорные каналы у выемок при поперечном уклоне местности круче 0,04 устраиваются лишь с верховой стороны, а при меньшем уклоне — с двух сторон.

6.10.3.2 Ширина дна нагорных каналов и глубина их должны определяться расчетом и быть не менее 0,6 м. Заложение откосов этих каналов должно быть не круче 1:1,5. Требования, предъявляемые к продольному уклону нагорных каналов, аналогичны требованиям, предъявляемым к водоотводным канавам в соответствии с 6.10.2.2.

6.10.3.3 На местности с большой крутизной склона вдоль пути, где при проектировании приходится предусматривать перепады, быстротоки и водобойные колодцы по 6.10.1, в виде исключения допускается также ступенчатое размещение отдельных участков нагорной канавы на косогоре. При этом начало участка канавы, располагаемого ниже, следует размещать с некоторым перекрытием выхода на косогор вышерасположаемого участка канавы. Размер перекрытия и тип укрепления склона в местах выхода отдельных участков канавы необходимо назначать с учетом местных условий, расходов и скорости движения воды.

6.10.3.4 Минимальное расстояние между внутренней бровкой нагорной канавы и бровкой откоса выемки должно быть не менее 5 м, а со стороны размещения будущего второго пути не менее 9 м. Расстояние между подошвой полевого откоса кавальера и внутренней бровкой откоса нагорной канавы принимается в пределах от 1 до 5 м, в зависимости от условий снеготранспортируемости и фильтрационных свойств грунта.

6.10.4 Кюветы и лотки

6.10.4.1 Кюветы следует размещать с обеих сторон основной площадки земляного полотна в выемках. Допускается проектировать выемки без кюветов в дренирующих грунтах.

6.10.4.2 Кюветы, как правило, следует проектировать трапецеидальной формы с шириной по дну не менее 0,40 м, глубиной не менее 0,6 м. Крутизну откосов кюветов следует назначать с полевой стороны, равной крутизне откосов выемки при отсутствии закюветных полков и 1:1,5 при их наличии, а со стороны пути — 1:1,5.

6.10.4.3 Продольный уклон кюветов следует принимать равным уклону профильной бровки. В выемках, располагающихся на горизонтальных площадках и на участках с уклоном менее 0,002, уклон кюветов должен быть не менее 0,002. В таких случаях в точках водораздела глубину кюветов разрешается уменьшать до 0,2 м при сохранении ширины кюветов по дну и ширины выемки на уровне бровки земляного полотна.

Кюветам предтоннельных выемок следует придавать уклон не менее 0,002 в сторону от тоннеля.

Указанные требования к продольному уклону должны выдерживаться и при проектировании водоотводов в виде кювет-траншей и траншей.

6.10.4.4 Лотки в выемках следует применять в случаях:

- когда увеличение сечения кюветов приводит к значительному увеличению объема земляных работ по устройству выемки;
- наличия слабых и водонасыщенных грунтов, в которых устойчивость откосов кюветов не может быть обеспечена;
- стесненных условий, когда невозможно устройство углубленных кюветов или нормального их сечения.

6.10.4.5 Использование кюветов и лотков для пропуска воды из нагорных и забанкетных канав, а также из водоотводных канав при объединении искусственных водопропускных сооружений допускается в исключительных случаях при соответствующем обосновании.

При этом проект выемки необходимо разрабатывать с учетом местных условий, предусматривая:

- углубление и уширение кюветов до сечения, достаточного для пропуска суммарного расчетного расхода воды с вероятностью превышения, устанавливаемой по таблице 6.20;
- устройство берм шириной не менее 3,0 м между кюветом и основной площадкой;
- укрепление дна и откосов кюветов в соответствии с расчетными глубиной и скоростью течения воды.

6.10.5 Водоотводные устройства в пределах отдельных пунктов

6.10.5.1 Водоотводные устройства на отдельных пунктах должны обеспечивать полный и, по возможности, быстрый отвод воды с поверхности земляного полотна и балластной

призмы, а также отвод производственных вод от депо, мастерских, гидравлических кранов, снеготаялок и других производственных зданий и сооружений. При этом загрязненная вода от производственных зданий должна быть пропущена через очистные сооружения.

6.10.5.2 Поперечный поверхностный водоотвод обеспечивается посредством придания верху земляного полотна поперечного уклона в сторону продольного водоотвода.

6.10.5.3 Для продольного водоотвода следует проектировать канавы, лотки или дренажи, размещаемые на междупутьях и по краям станционной площадки. В местах пешеходных переходов и при пересечении территорий, на которых предусмотрено хождение технического персонала, необходимо проектировать закрытые канавы, лотки и водопропускные трубы.

6.10.5.4 Для отвода воды из продольных канав и лотков в водоемы или пониженные места за пределы станционных площадок необходимо предусматривать водостоки (коллекторы) с очистными сооружениями, проектируя их, по возможности, короткими, с небольшим количеством пересечений железнодорожных путей.

6.10.5.5 Минимальные размеры сечений и другие параметры водоотводных устройств и водостоков в пределах отдельных пунктов необходимо принимать согласно 6.10.1.3 – 6.10.4.3.

6.10.6 Устройства для отвода грунтовых вод

6.10.6.1 Грунтовые воды, которые могут нарушить прочность и устойчивость земляного полотна, а также стабильность основной площадки, должны быть отведены от него дренажными устройствами.

Типы устройств для понижения, перехвата и отвода грунтовых вод, их размеры и расположение необходимо проектировать на основе данных инженерно-геологического и гидрогеологического обследования, гидравлического расчета и технико-экономического сравнения возможных вариантов в зависимости от расхода, характера и глубины залегания грунтовых вод, напластования и вида грунтов, рельефа местности, расположения и размеров земляного полотна.

6.10.6.2 Понижение горизонта грунтовых вод (перехват) может осуществляться углубленными канавами, лотками, дренажами, в том числе мелкого заложения.

6.10.6.3 Дренажи мелкого заложения (глубиной до 2,0–2,5 м) используются для улучшения условий дренирования балластной призмы и защитного слоя на перегонах и станциях, а также сбора и отвода воды из периодически действующих водоносных горизонтов типа верховодки в откосах выемок или их перехвата на глубине на косогорах.

6.10.6.4 В конструкциях дренажей используются керамические, асбестоцементные, бетонные, полимерные трубы и трубофильтры в соответствии с [40].

Для предотвращения заиливания трубы возможно изготовление на заводах защитно-фильтрующей оболочки из синтетического нетканого материала. При ее отсутствии трубы обертывают защитно-фильтрующим материалом на строительной площадке.

При отсутствии защитно-фильтрующей оболочки вокруг труб устраивается дренажный фильтр из песков и мелкого щебня. Крупность дренажной засыпки и ее конструкция определяются расчетом в соответствии с [40].

6.10.6.5 Для засыпки фильтра с трубой и дренажной траншеи могут быть использованы щебень и песчано-гравийные балластные материалы по ГОСТ 7394, крупные и средней крупности пески, а также чистые мелкие пески с содержанием частиц размером менее 0,1 мм не более 10 % и имеющие коэффициент фильтрации не менее 1,0 м/сут.

6.10.6.6 Уклон дренажа должен быть не менее 0,003. При использовании полимерных труб малого диаметра рекомендуется увеличение уклона до 0,005. Выходы дренажных сооружений подлежат защите от промерзания.

6.10.6.7 Конструкция дренажных сооружений должна обеспечивать возможность прочистки их, для чего следует предусматривать смотровые колодцы (из железобетонных или полимерных колец).

При сооружении дренажей мелкого заложения с использованием полимерных дренажных труб необходимо устраивать промывочные колодцы из полимерных колец через 50–100 м по длине трубопровода и в местах перелома профиля. В местах поворота и пересечения трубчатых дренажей следует предусматривать смотровые колодцы из железобетонных колец диаметром 1 м.

6.10.6.8 Лотки глубиной от 1,0 до 2,0 м допускается проектировать многоярусной конструкции из унифицированных удлиненных элементов высотой 0,5 и 0,75 м.

При сооружении лотков в пределах участков с легкоразмываемыми, а также глинистыми грунтами необходимо предусматривать устройство за их стенками песчаного фильтра.

6.10.7 Поглощающие колодцы и испарительные бассейны

6.10.7.1 В равнинной местности, где отсутствует возможность для отвода воды из замкнутых понижений рельефа, пересекаемых дорогой, следует прорабатывать варианты устройства поглощающих колодцев или испарительных бассейнов.

6.10.7.2 Поглощающие колодцы следует проектировать в местах, где на небольшой глубине от поверхности земли залегают хорошо дренирующие грунты некарстующихся пород, мощность слоя которых достаточна для поглощения объема расчетного стока поверхностной воды.

6.10.7.3 Испарительные бассейны допускается предусматривать при грунтах, просадка которых (при замачивании) от собственного веса отсутствует или не превышает 5 см (грунты I типа по просадочности).

В качестве испарительного бассейна могут быть использованы местные понижения, впадины, выработанные карьеры и замкнутые резервы глубиной не более 0,4 м. На участках, где под испарительные бассейны будет использован резерв, проектировать насыпи без берм не допускается.

Если нельзя использовать резерв и отсутствуют местные понижения, впадины, выработанные карьеры, разрешается проектировать испарительные бассейны, размещаемые с двух сторон земляного полотна на расстоянии не менее 10 м от подошвы откоса насыпи.

Объем каждого бассейна можно назначать до 300 м^3 , а глубину — не более 1 м.

6.11 Защита и укрепление земляного полотна и водоотводных сооружений

6.11.1 Общие положения

6.11.1.1 Защиту и укрепление земляного полотна и водоотводных сооружений необходимо предусматривать с целью предохранения конструкций от разрушающего воздействия природных факторов.

6.11.1.2 Тип укрепления и конструкции следует назначать с учетом вида и ответственности сооружения, его размеров, а также грунтовых, климатических, топографических и гидрологических условий, наличия местных материалов для укрепления, заданных сроков строительства и результатов технико-экономических расчетов.

6.11.1.3 Применяемые средства защиты и укрепления земляного полотна и водоотводных сооружений должны обладать необходимой прочностью и надежностью, устойчивостью против разрушающего воздействия природных факторов, а также долговечностью и обеспечивать возможность механизации производства работ в процессе их выполнения и минимальные затраты в условиях эксплуатации. Как правило, эти конструкции и мероприятия проектируются индивидуально.

6.11.1.4 Мероприятия по защите от размыва подтопленных откосов представлены в подразделе 6.8.

6.11.2 Защитные конструкции и мероприятия

6.11.2.1 Защитные конструкции и мероприятия следует предусматривать при проектировании земляного полотна на участках проявления или возможного развития оползней, обвалов, а также в районах воздействия водотоков и водоемов, наличия подрабатываемых территорий и т. п., в соответствии с требованиями СП 2.03.01.

6.11.2.2 В качестве вариантов противооползневых сооружений и мероприятий следует предусматривать:

- регулирование поверхностного стока и защиту склонов и земляного полотна от его вредного воздействия (планировкой территории, устройством поверхностного водоотвода, предотвращением инфильтрации воды в грунт и эрозионных процессов);
- регулирование подземного стока (перехватом или понижением уровня грунтовых вод);
- изменение крутизны склона с целью повышения его устойчивости;
- поддерживающие сооружения (контрбанкетты, контрфорсы, подпорные стены и др.);
- укрепление грунтов (электрохимизацией, цементацией, силикатизацией и др.);
- агролесомелиорацию;
- берегоукрепительные сооружения и мероприятия (при вредном влиянии на склон деятельности водохранилищ, рек и озер).

6.11.2.3 При проектировании противообвальных и противоосыпных сооружений и мероприятий в качестве вариантов следует предусматривать:

- укрепительные сооружения и мероприятия (поддерживающие и подпорные стены, контрфорсы, пломбы, опояски, анкерные крепления, сваи и шпоны);
- защитные конструкции и мероприятия для выемок (одевающие или облицовочные стены, покрытия откосов и склонов различными вяжущими (торкретбетоном, набрызг-бетоном), агролесомелиорацию);
- улавливающие сооружения (улавливающие, барьерные и оградительные стены, улавливающие траншеи, рвы и валы, сетчатые ограждения, надолбы).

Методика расчетов указанных конструкций приведена в [41].

При проектировании подпорных поддерживающих и улавливающих стен следует взамен традиционных использовать армогрунтовые конструкции с применением в качестве

армирующих полотнищ геотекстиля (в частности, стеклотканей и стеклопластиков, в том числе в комбинации с неткаными синтетическими материалами).

6.11.3 Укрепление земляного полотна и водоотводных сооружений

6.11.3.1 Укреплению подлежат:

- откосы насыпей, выемок и защитного слоя при всех видах грунтов, кроме крупнообломочных;
- обочины насыпей и выемок при песчаных группах, а в выемках, кроме того, и при переувлажненных глинистых грунтах;
- бермы, разделительные площадки на откосах насыпей и выемок, регуляционные сооружения, кавальеры, банкеты;
- откосы и дно водоотводных канав и кюветов;
- поверхности нарушенных площадей при выполнении земляных работ, а также в обоснованных случаях — отвалы грунта.

6.11.3.2 В качестве укрепительных мероприятий, обеспечивающих защиту создаваемых конструкций земляного полотна от вредного воздействия природных факторов, следует предусматривать:

- создание дернового покрова посевом многолетних трав;
- покрытие слоем щебенисто-дресвяных и глинистых грунтов, торфогрунтовые смеси;
- сборную железобетонную обрешетку в комплексе с посевом трав или с засыпкой ячеек щебенкой;
- пневмонабрызг вяжущими по заанкеренной сетке;
- обработку грунтов вяжущими материалами, в том числе поликомплексами;
- древесные и древесно-кустарниковые насаждения;
- армирование и укрепление откосов геотекстильными материалами и георешетками в различных комбинациях.

6.11.3.3 Основным видом укрепления является создание дернового покрова посевом многолетних трав, осуществляемого посредством:

- гидропосева многолетних трав с мульчированием, без использования растительной земли;
- механизированного посева многолетних трав по слою растительного грунта.

При посеве трав необходимо соблюдать агротехнические требования в части: подбора видов многолетних трав, установления норм высева семян, видов удобрений и норм их внесения, а также условий подкормки всходов, учета кислотности и засоленности грунтов, сроков высева и последовательности операций по укреплению откосов. Рекомендуется использование семян трав трех видов — злаковых рыхло-кустовых, корневищевых и стержне-корневых, бобовых.

6.11.3.4 Мероприятия по укреплению подтопляемых откосов представлены в подразделе 6.8.

6.11.3.5 Гидропосев следует применять для укрепления откосов (насыпей, выемок и водоотводов) крутизной не более 1:1,5 в пылеватых, песчаных (за исключением гидронамываемых), глинистых грунтах, в том числе содержащих до 30 % крупнообломочных включений.

При гидропосеве на откосы наносится рабочая смесь, состоящая из семян трав, минеральных удобрений, пленкообразующего, а в необходимых случаях, и мульчирующего материалов и воды.

В качестве пленкообразующих (стабилизирующих) материалов рекомендуются отходы целлюлозно-бумажной промышленности (скоп и лигнин), при их использовании мульчирующие материалы не требуются. Могут применяться также синтетические латексы, битумные эмульсии и поликомплексы.

Для мульчирования рекомендуется использовать древесные опилки и торфяную крошку.

В проектах следует предусматривать увеличение площади гидропосева на 10 % – 15 % за счет необходимости вторичного посева в местах разреженного травостоя или механического повреждения его.

6.11.3.6 В тех случаях, когда укрепление откосов гидропосевом трав неприменимо по грунтовым условиям (при наличии жирных глин, песков гравелистых, песков, уложенных в насыпь способом гидронамыва), посев трав может быть осуществлен по предварительно нанесенному на откосы слою растительного грунта толщиной от 10 до 15 см, с содержанием гумуса не менее 2 %, или по слою торфогрунтовой смеси, имеющей зольность не более 50 %.

Для нанесения на укрепляемые откосы должен использоваться растительный грунт, заготовленный при срезке гумусированного слоя с площадей: основания насыпей, резервов, кавальеров, выемок, а также при вскрыше карьеров.

6.11.3.7 Покрытие откосов крупнообломочными (галечниково-гравийными и щебенисто-дресвяными) грунтами целесообразно осуществлять в тех случаях, когда создание искусственного дернового покрова посевом многолетних трав невозможно или экономически нецелесообразно из-за грунтовых, климатических или технических условий.

Крупнообломочные грунты, используемые для покрытия откосов, должны быть представлены слабовыветривающимися разностями. При отсутствии в районе строительства крупнообломочных грунтов допускается устройство неразвеваемых покрытий из торфогрунтовых смесей.

6.11.3.8 Глинистые грунты применяются для защиты от выдувания песчаных (в том числе пляжных) откосов в комплексе с созданием дернового покрова, предотвращающего водную эрозию.

Толщина защитного слоя на откосах принимается равной 0,10-0,15 м, на основной площадке — 0,30 м.

В обоснованных технико-экономическими расчетами случаях для укрепления основной площадки земляного полотна могут использоваться смеси суглинка с песком. Число пластичности смеси должно быть не менее 7.

6.11.3.9 Сборные железобетонные обрешетки в комплексе с посевом трав или с крупнообломочным заполнителем могут использоваться при укреплении откосов, сложенных переувлажненными пылеватými грунтами, способными к развитию поверхностных сплывов.

6.11.3.10 Применение вяжущих материалов рекомендуется для закрепления песчаных откосов в комплексе с посевом семян местных многолетних трав.

Посадка местной древесно-кустарниковой растительности применяется для закрепления подвижных песков в зоне, прилегающей к земляному полотну. Этот способ закрепления целесообразно применять в совокупности с укреплением песков вяжущими материалами, в том числе и с внесением семян местных растений.

В отдельных случаях для временной защиты могут быть использованы покрытия из стеблей местных растений.

6.11.3.11 Укрепление откосов земляного полотна может осуществляться с применением геотекстильных материалов в различных комбинациях.

Армирование геотекстилем откосов производят при необходимости увеличения их крутизны в стесненных условиях и при использовании грунтов повышенной влажности. Сведения о материалах, рекомендуемых для использования при армировании, приведены в приложении М.

Укрепление поверхности откосов крутизной от 1:1 до 1:1,25 выполняется посевом многолетних трав по слою растительного грунта, нанесенного на закрепленную по откосу металлическую сетку, стеклосетку или другую георешетку.

6.11.3.12 Для защиты обочин земляного полотна из песчаных грунтов от выдувания и размыва, а также обочин земляного полотна из глинистых грунтов следует покрывать их щебенисто-дресвяным, галечниково-гравийным материалом слоем от 5 до 10 см. Такое же укрепление рекомендуется для обочин и откосов защитного слоя, устраиваемого под балластной призмой.

6.11.3.13 Водоотводные устройства (водоотводные и нагорные канавы, кюветы и др.) следует укреплять с целью предотвращения их размыва или инфильтрации воды в грунт.

Способ укрепления водоотводов следует назначать в зависимости от расчетной скорости течения воды, свойства и состояния грунта, в который они закладываются.

Для укрепления применяют: щебневание дна водоотвода и укрепление откосов гидропосевом многолетних трав; обработку дна и откосов вяжущими веществами, тощим монолитным бетоном; покрытие бетонными или асфальтобетонными плитами, а также сборными железобетонными конструкциями в виде лотков и др.

Укрепление водоотводов посевом трав можно осуществлять в случаях, если имеется возможность произрастания их без подсыпки растительной земли.

6.12 Земляное полотно для железнодорожных узлов и станций

6.12.1 Для проектирования земляного полотна в пределах отдельных пунктов в дополнение к материалам, используемым при проектировании земляного полотна на перегонах, необходимы следующие исходные данные:

- план в горизонталях с указанием существующих и проектируемых путей, зданий, сооружений, подземных и надземных коммуникаций, полосы отвода;
- материалы инженерно-геологических изысканий по участку (разрезы, техническое заключение и т. п.), а в сложных природных условиях — инженерно-геологическая карта территории и, при необходимости, карта гидроизогипс с указанием на плане инженерно-геологических выработок.

6.12.2 Распределение земляных масс и мероприятия по обеспечению устойчивости земляного полотна следует проектировать с учетом рельефа местности и последующего развития станции, в том числе размещения земляного полотна для подходов к станции водоотводных устройств и других сооружений. При этом должна учитываться этапность путевого развития.

6.12.3 Станционные площадки следует, как правило, проектировать в плане на прямой, а в профиле — насыпями.

В обоснованных случаях в проекте необходимо предусматривать устройства для защиты от заносимости снегом.

6.12.4 Земляное полотно новых отдельных пунктов, дополнительных путей в пределах существующих железнодорожных узлов и станций, а также новое земляное полотно, сооружаемое с использованием существующего при развитии остановочных пунктов или их реконструкции, следует проектировать в соответствии с нормами и положениями настоящего технического кодекса.

6.12.5 Ширину земляного полотна (поверху) на отдельных пунктах следует устанавливать в соответствии с проектируемым путевым развитием в зависимости от количества путей и ширины междупутий.

При этом расстояние от оси крайних станционных путей до бровки земляного полотна должно быть не менее половины ширины земляного полотна на прямых участках пути однопутных железнодорожных линий, приведенной в настоящем техническом кодексе, а в пределах стрелочных улиц, вытяжных путей и крайних сортировочных путей — не менее 3,6 м для линий всех категорий.

6.12.6 На сортировочных участках станций (при наличии горок и вытяжных путей специального профиля) балластный слой путей надвига и вытяжных путей должен быть уширен на ширину не менее 1 м от конца шпал с каждой стороны на протяжении от места расцепки вагонов до верха горки или до точки отрыва вагонов от состава; ширину земляного полотна в этих местах следует увеличить с таким расчетом, чтобы ширина обочины была не менее 0,5 м.

Такое же уширение балластного слоя, а в соответствии с этим и земляного полотна следует проектировать у крайних путей приемоотправочных парков, специализируемых для досмотра подвижного состава и производства ремонта без отцепки вагонов в поездах.

6.12.7 На станциях, разъездах и обгонных пунктах в пределах кривых участков главного пути, имеющего возвышение наружного рельса, при расположении этого пути крайним, ширину земляного полотна с наружной стороны кривой следует увеличивать на величину, указанную в настоящем техническом кодексе, а на двух- и многопутных участках, кроме того, на величину уширений междупутий в кривых, как между главными, так и станционными путями.

6.12.8 Поперечное очертание верха земляного полотна станционных площадок, в зависимости от количества путей и вида грунта земляного полотна, следует проектировать одно- и двускатным. При значительной ширине площадки допускается применение пилообразного поперечного профиля с сооружением в междупутьях с пониженными отметками закрытых продольных водоотводов (лотков и дренажей) с уклоном не менее

0,002, а при необходимости — с устройством поперечных выпусков из них для отвода воды за пределы земляного полотна.

На промежуточных станциях всех типов, а также на обгонных пунктах и разъездах поперечного типа очертания верха следует проектировать, как правило, с двускатными уклонами, направленными в разные стороны: на однопутных линиях — от оси междупутья существующего главного и предполагаемого второго главного путей, на двухпутных — от оси междупутья между главными путями.

На разъездах с продольным расположением приемоотправочных путей поверхность земляного полотна следует проектировать с двускатными уклонами, направленными вне пределов пассажирской платформы в обе стороны от оси междупутья главного и смежного путей, а в пределах платформы — от борта платформы.

Площадки для размещения локомотивного и вагонного хозяйства и грузового двора проектируются одно- и двускатными; уклон ската необходимо проектировать по направлению от здания во внешнюю сторону; при значительных по ширине площадках целесообразно применять пилообразный профиль.

Поперечные профили земляного полотна отдельных приемоотправочных и сортировочных парков проектируются одно-, двускатными или пилообразными (в зависимости от количества путей).

При проектировании новых путей рядом с существующими (в том числе при открытии новых отдельных пунктов на существующих линиях) верх земляного полотна новых путей следует проектировать с поперечным уклоном от бровки существующих путей.

6.12.9 Поверхности земляного полотна следует придавать поперечный уклон в сторону водоотводов в зависимости от вида грунта земляного полотна, климатических зон и количества путей, располагаемых в пределах каждого ската, в соответствии с таблицей 6.21.

Таблица 6.21

Грунт земляного полотна	Максимальное количество путей на одном скате	Уклон верха земляного полотна
Дренирующий	10	0-0,01
Недренирующий	8-6	0,02

6.12.10 Отдельные станционные пути, парки и другие устройства станций допускается проектировать в разных уровнях. При этом размеры междупутий и расстояний между парками следует назначать с учетом размещения в их пределах откосов земляного полотна, водоотводных устройств, а в случае необходимости — устройств и оборудования для защиты путей от заносимости снегом и других устройств.

6.12.11 Водоотводные устройства в пределах отдельных пунктов следует проектировать согласно требованиям подраздела 6.10.

6.13 Земляное полотно внешних (подъездных) путей

6.13.1 К внешним (подъездным) путям относятся железнодорожные пути, предназначенные для внешних перевозок грузов предприятий и организаций и соединяющие станцию (пункт) примыкания железных дорог общей сети с промышленной станцией, а при ее отсутствии — с погрузочно-разгрузочными путями или со стрелочным переводом первого ответвления внутренних железнодорожных путей.

6.13.2 Внешние (подъездные) пути, имеющие пяти-десятилетнюю перспективу включения в общую сеть железных дорог или предназначенные для пассажирского движения, следует проектировать по настоящему техническому кодексу для соответствующей категории железной дороги.

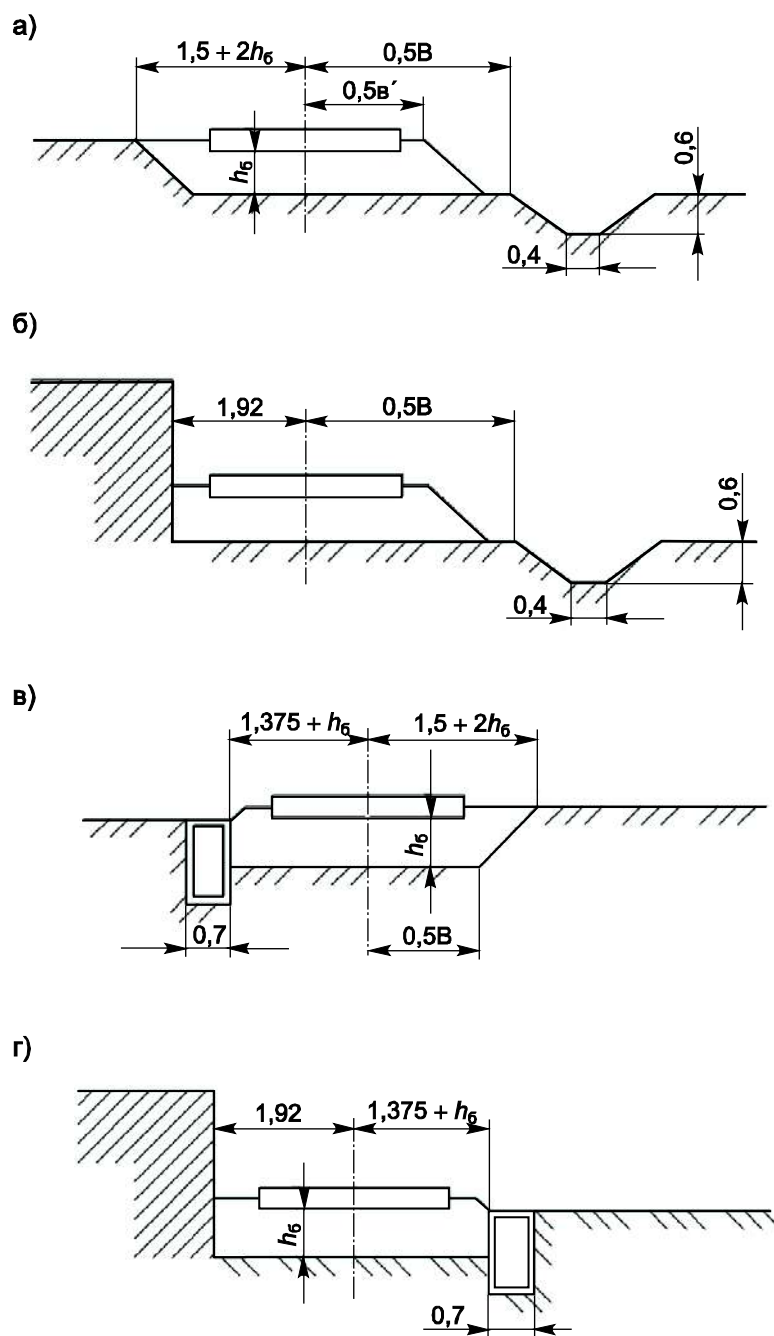
Земляное полотно этих подъездных путей следует проектировать в соответствии с настоящим техническим кодексом.

6.13.3 Конструкцию земляного полотна назначают с открытой балластной призмой в увязке с рельефом местности, плановыми и высотными отметками других действующих и проектируемых сооружений и коммуникаций и общими решениями по организации водоотвода в районе строительства.

По согласованию с заказчиком на пересечениях или расположенных параллельно железнодорожному полотну других сооружениях и коммуникациях, на участках застроенной территории предприятий и организаций, городских поселков и т. п. допускается конструкцию земляного полотна принимать с заглубленной или полузаглубленной балластной призмой и надежным водоотводом с применением железобетонных лотков, как приведено на рисунке 6.13.1.

6.13.4 Конструкция земляного полотна подъездных путей с открытой, заглубленной или полузаглубленной балластной призмой должна отвечать требованиям долговечности, прочности и устойчивости в любое время года и должна быть рассчитана на движение четырехосных вагонов с нагрузкой на ось 294 кН.

6.13.5 Земляное полотно внешних (подъездных) железнодорожных путей, не имеющих перспективы включения в общую железнодорожную сеть в соответствии с 6.13.2, а также внутренних путей предприятий и организаций проектируется и сооружается по СН 3.03.03.



$h_б$ — толщина балластного слоя;
 B — ширина земляного полотна; $б'$ — ширина балластной призмы

Рисунок 6.13.1 — Земляное полотно с заглубленной и полузаглубленной балластной призмой

для однопутного участка:

а, б — с отводом воды кюветом;

в, г — с отводом воды лотком

6.14 Особенности проектирования земляного полотна, возводимого в зимнее время

6.14.1 Участки, на которых земляное полотно может сооружаться в зимнее время, необходимо отмечать на стадии разработки проекта и рабочего проекта и уточнять при разработке рабочей документации.

6.14.2 На зимний период целесообразно относить следующие работы: — разработку выемок и карьеров в песках, гравийно-галечных грунтах, а также возведение насыпей из указанных грунтов на основаниях, прочностные и деформативные свойства которых изменяются незначительно в результате их промерзания и оттаивания;

— разработку в глинистых грунтах выемок глубиной более 3 м с перемещением грунта в насыпь, кавальер или в отвал;

— устройство насыпей на болотах;

— устройство штолен и глубоких дренажных прорезей;

— укрепление откосов насыпей регуляционных сооружений и русел рек каменной наброской, бетонными массивами, плитами и т. п.

В течение зимнего времени не следует предусматривать:

— разработку выемок в нескальных грунтах глубиной до 3 м;

— возведение насыпей из резервов;

— планировку земляного полотна из глинистых грунтов и пылеватых песков;

— устройство неглубоких канав и русел.

6.14.3 Для насыпей, возводимых в зимнее время, допускается применять следующие грунты из выемок или карьеров:

— крупнообломочные, крупнообломочные с песчаным заполнителем, пески крупные и средние, а также сыпучемерзлые мелкие и пылеватые пески;

— допускаются также глинистые грунты, имеющие влажность не выше границы раскатывания.

Глинистые полутвердые грунты ($0 < I_L \leq 0,25$) разрешается применять при отсутствии грунтов с меньшей влажностью.

Верхний слой насыпи толщиной не менее 1 м следует отсыпать только талым и сыпучемерзлым дренирующим, или талым глинистым грунтом, или крупнообломочным с песчаным заполнителем.

Для насыпей за задними гранями устоев и для конусов у мостов следует применять только талый или сыпучемерзлый дренирующий грунт.

Насыпи на пойме рек в пределах затопления допускается возводить в зимнее время из крупнообломочных и крупнообломочных с песчаным заполнителем, а также из песчаных грунтов, включая талые и сыпучемерзлые мелкие и пылеватые пески.

6.14.4 Насыпи из глинистых грунтов в зимнее время разрешается возводить высотой не более 4,5 м в первом дорожно-климатическом районе Республики Беларусь, расположенном севернее линии Поставы — Борисов — Кричев. На остальной территории Республики Беларусь насыпи из глинистых грунтов в зимнее время можно возводить высотой не более 7 м.

6.14.5 При необходимости возведения в зимнее время насыпей или слоев мощностью более значений, указанных в 6.14.4, следует предусматривать использование дренирующих грунтов, а при их отсутствии необходимо:

— в качестве объектов для производства работ в зимнее время назначать насыпи на прочном основании в соответствии с 6.2.2;

— предусматривать соответствующий запас на осадку грунтов (по высоте насыпи или ширине попереху);

— предусматривать уположение откосов или устройство берм, назначаемых по расчету;

— проектировать защитные слои под основной площадкой.

Проектировать верхнюю часть насыпи на высоту 1 м из талого грунта с отсыпкой этого слоя в теплое время года и уплотнением до установленных норм (см. 6.2.5.2), а при необходимости укладки пути в зимнее время верхнюю часть насыпи толщиной не менее 1 м возводить из дренирующих грунтов.

6.14.6 Для насыпей, возводимых в зимнее время, в проекте производства работ запас на осадку необходимо предусматривать в размере:

— от 5 % до 6 % — при глинистых грунтах;

— от 4 % до 5 % — при песках, крупнообломочных грунтах с песчаным и глинистым заполнителем.

Кроме того, дополнительно следует учитывать осадку оснований, вызываемую пучением поверхностного слоя грунтов основания.

6.14.7 Для насыпей, возводимых в зимнее время, рекомендуется предусматривать карьеры (выемки), толщина мерзлого слоя в которых не превышает 1/3 общей высоты забоя, с тем, чтобы содержание твердомерзлого грунта в насыпи не превышало 30 % общего объема грунта, укладываемого в насыпь. Твердомерзлый грунт в насыпи должен размещаться равномерно, без концентрации мерзлых комьев в откосной части.

Разрыхление мерзлого грунта должно обеспечивать получение комьев размерами не более 0,2 м.

6.14.8 В необходимых случаях следует предусматривать специальные мероприятия по снижению глубины промерзания в карьерах и выемках (предварительное рыхление поверхностного слоя грунта до его промерзания, покрытие поверхности теплоизоляционными материалами и др.).

6.14.9 Насыпи на затопляемых поймах должны быть отсыпаны к началу половодья до отметки, не менее чем на 0,5 м превышающей уровень ожидаемого горизонта высоких вод с учетом высоты наката волны на откос. При этом должны быть также выполнены предусмотренные проектом укрепления откосов.

6.15 Экологические требования при проектировании земляного полотна

6.15.1 При проектировании земляного полотна в проектах должны предусматриваться конструкции и технологии производства работ, способствующие снижению отрицательного воздействия строительства на окружающую природную среду.

6.15.2 Для предотвращения деградации окружающей среды, восстановления нарушенных при строительстве природных систем и обеспечения эколого-экономической сбалансированности будущего развития транспортно-природной системы в целом, в проекте следует предусматривать оценку воздействия на окружающую среду (далее — ОВОС) проектируемого земляного полотна в соответствии с действующими ТНПА.

ОВОС является самостоятельным этапом в системе подготовки решений о развитии хозяйственной деятельности, разрабатывается до принятия проектных решений, входит в состав проектно-сметной документации и оформляется отдельным документом.

6.15.3 Раздел «Охрана окружающей среды» выполняется в соответствии с СН 1.02.02 и содержит проектные решения по комплексу проектных мероприятий, обеспечивающих выполнение положений ОВОС по экологической безопасности.

6.15.4 Основные конструктивные решения земляного полотна должны обеспечивать минимальную потребность в отчуждении земель, максимальную сохранность флоры и фауны в процессе строительства и эксплуатации, в том числе за счет:

- минимального раскрытия выемок в рыхлых грунтах;
- устройства насыпей с крутыми откосами, создаваемыми путем соответствующего их закрепления;
- сооружений вместо выемок тоннелей, а вместо насыпей эстакад;
- использования (вместо традиционных) новых конструктивных решений и материалов при проектировании и строительстве земляного полотна, упрощающих технологию и в меньшей степени воздействующих на окружающую среду.

6.15.5 Минимальное раскрытие выемок и полувыемок за счет придания их откосам крутого очертания при сохранении необходимого уровня надежности осуществляется с учетом всей совокупности инженерно-геологических условий. При этом в экологическом плане уменьшается объем разрабатываемого грунта, что способствует при строительстве уменьшению:

- запыленности ландшафтов в процессе разработки грунтов;
- рассеивания взрывчатых веществ;
- уровня шумов, выбросов различных вредных веществ при работе машин и механизмов.

6.15.6 В тех случаях, когда устойчивый откос не догоняет склон, для снижения нарушенных полезных земель, флоры и фауны целесообразным является создание и укрепление откосов более крутых очертаний несущими конструкциями — анкерами или заанкеренными подпорными стенами.

6.15.7 С целью уменьшения площади, занимаемой откосами насыпей на затяжных косогорах, рекомендуется укреплять низовые откосы различными подпорными сооружениями.

6.15.8 При высоте насыпей от 8 до 20 м целесообразным является строительство эстакад вместо насыпей. Они позволяют экономить большие площади земельных угодий, снижать уровень шума и вибрации и сократить длину трассы.

6.15.9 Замена выемок тоннелями целесообразна, начиная с глубины выемки 25 м, при этом сохраняется существующий ландшафт.

6.15.10 Факторами, влияющими на окружающую среду при сооружении земляного полотна, являются:

- нарушение занимаемых земель, отведенных под устройство насыпей и выемок, строительных площадок и территорий временных поселков;

- загрязнение воздуха выбросами вредных веществ от работы строительных машин, механизмов и строительной пылью;
- загрязнение водоемов хозяйственно-бытовыми, производственными и дождевыми сточными водами;
- загрязнение строительных площадок и территорий временных поселков бытовыми и строительными отходами;
- вибрация и шум от работы строительных машин и механизмов.

6.15.11 Проектом должно предусматриваться:

- предварительное снятие почвенного слоя на участках сооружения земляного полотна и на территориях, предназначенных под строительные площадки и временные поселки;

— рекультивация нарушаемых полезных земель резервами, карьерами, отвалами, землевозными дорогами, временными строительными площадками и поселками.

6.15.12 Нормы снятия плодородного слоя почвы различного типа и механического состава приведены в таблице 6.22, ГОСТ 17.5.3.06, а требования по охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ — в ГОСТ 17.4.3.02.

Рекультивацию нарушенных земель производят в соответствии с ГОСТ 17.5.3.04.

Таблица 6.22

Тип и подтип почв	Диапазон глубин снятия, см
Дерново-подзолистые	20 или на всю глубину пахотного слоя
Буроземно-подзолистые	20-50
Дерново-карбонатные	20-40
Дерново-глеевые	30-60
Бурые лесные	20-80
Светло-серые лесные	20-30
Серые лесные	20-50
Темно-серые лесные	40-70
Лугово-черноземные	60-100
Черноземно-луговые	50-90
Луговые	30-100
Лугово-сероземные	40-60
Сероземы	20-40
Аллювиальные (пойменные)	40-120
Торфяные болотные (после осушения)	На всю мощность торфяного слоя

7 Верхнее строение железнодорожного пути

7.1 Требования к конструкции верхнего строения железнодорожного пути главных путей перегонов и станций

7.1.1 Требования к конструкции верхнего строения железнодорожного пути главных путей на балласте

7.1.1.1 Конструкция верхнего строения железнодорожного пути главных путей на перегонах и отдельных пунктах при проектировании новых железнодорожных линий, дополнительных главных путей и реконструкции существующих железнодорожных линий должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице 7.1. При наличии требования в задании на проектирование может быть использована безбалластная конструкция верхнего строения пути в соответствии с 7.1.2.

7.1.1.2 При проектировании капитального ремонта железнодорожного пути требования к верхнему строению железнодорожного пути регламентируются 7.6.

7.1.1.3 В конструкции верхнего строения железнодорожного пути следует применять рельсы общего и специального назначения по ГОСТ 34222. Требования к длине рельсовых плетей бесстыкового пути устанавливают в соответствии с 7.2.1.

Таблица 7.1 — Требования к конструкции верхнего строения железнодорожного пути главных путей при проектировании новых железнодорожных линий, дополнительных главных путей и реконструкции существующих железнодорожных линий

Конструкция железнодорожного пути	Категория железнодорожной линии			
	Особогрузонапряженная, I, II	III	Скоростная Пассажирская	IV
Тип пути	Бесстыковой путь / Звеньевой путь	Бесстыковой путь / Звеньевой путь в соответствии с 7.1.1.4	Бесстыковой путь	Звеньевой путь в соответствии с 7.1.1.4
Рельсы (ГОСТ 34222)	P65, новые / P65, P75 новые	P65, новые или старогонные отремонтированные	P65, новые	P65 новые или старогонные, прошедшие реновацию (не прошедшие реновацию при скорости движения до 60 км/ч)
Шпалы	Новые железобетонные (ГОСТ 33320) / Новые деревянные (ГОСТ 78) или старогонные железобетонные	Новые или старогонные железобетонные (ГОСТ 33320)	Новые железобетонные (ГОСТ 33320)	Новые деревянные (ГОСТ 78)
Эюра шпал, шт./км, не менее: прямые участки	1840 / 2000	1840 в соответствии с 7.1.1.11 / 2000	1840	1600
Эюра шпал, шт./км, не менее: кривые $R \leq 1200$ м	2000	2000	2000	1840
Промежуточные рельсовые скрепления (ГОСТ 32698)	Новые, с упругой клеммой	Новые, старогонные	Новые, с упругой клеммой	Новые, старогонные
Род балласта	Щебень категории В / Щебень II категории или категории В	Щебень II категории или I категории, в соответствии с 7.1.1.12	Щебень категории В	Щебень II категории
Толщина балластного слоя под шпалой, см, не менее	40 / 30	30	40	25
Ширина плеча балластной призмы, см, не менее	45 / 40	40	45	25
Крутизна откосов балластной призмы	1:1,5 / 1:1,75	1:1,5 / 1:1,75	1:1,5	1:1,5

В звеньевом пути следует предусматривать укладку рельсов длиной 25 м.

7.1.1.4 В исключительных случаях при соответствующем технико-экономическом обосновании на период до стабилизации земляного полотна (до уменьшения деформаций) допускается укладка звеньевого пути на деревянных шпалах с толщиной балласта не менее 40 см.

7.1.1.5 Стыки рельсов в уравнильных пролетах бесстыкового пути следует предусматривать на шести болтах. На участках звеньевого пути в прямых участках железнодорожного пути и в кривых радиусом более 650 м стыки следует предусматривать на четырех болтах, а в кривых радиусом 650 м и менее — на шести болтах. При стыковании рельсов различных типов, в т.ч. при примыкании к участкам с другими типами рельсов, для всех типов рельсов следует предусматривать применение переходных рельсов.

7.1.1.6 В кривых участках звеньевого пути и на участках уравнильных пролетов бесстыкового пути следует предусматривать укладку по внутренней рельсовой нити укороченных рельсов. Величина забега стыков не должна превышать половины величины принятого стандартного укорочения рельса.

7.1.1.7 На участках с электрической тягой и (или) оборудованных рельсовыми цепями в местах, предусмотренных проектной документацией, следует предусматривать стыковые рельсовые скрепления, обеспечивающие электрическую изоляцию (изолирующие стыки). На участках бесстыкового пути без уравнильных рельсов следует предусматривать высокопрочные изолирующие стыки, обеспечивающие усилие их разрыву не менее 2,3 МН, а на участках, где предусматривается укладка двух или трех пар уравнильных рельсов — не менее 1,8 МН. При устройстве в уравнильном пролете сборных изолирующих стыков укладываются четыре пары уравнильных рельсов с расположением изолирующих стыков в середине уравнильных пролетов.

7.1.1.8 При укладке бесстыкового пути в кривых малых радиусов следует применять шпалы с повышенным сопротивлением сдвигу в следующих случаях:

- на особогрузонапряженных линиях при годовой температурной амплитуде ≤ 110 °С и менее в кривых радиусом 500 м и менее;
- на особогрузонапряженных линиях при годовой температурной амплитуде более 110 °С в кривых радиусом 650 м и менее;
- на участках с грузонапряженностью более 5 до 80 млн ткм брутто на км в год и скорости движения пассажирских поездов до 120 км/ч и грузовых поездов до 90 км/ч при годовой температурной амплитуде ≤ 110 °С и менее в кривых радиусом 300 м и менее;
- на участках с грузонапряженностью более 5 до 80 млн ткм брутто на км в год и скорости движения пассажирских поездов до 120 км/ч и грузовых поездов до 90 км/ч при годовой температурной амплитуде более 110 °С в кривых радиусом 400 м и менее.

7.1.1.9 В местах примыкания участков железнодорожного пути на железобетонных шпалах к участкам железнодорожного пути на деревянных шпалах, к стрелочным переводам с деревянными брусьями, башмакосбрасывателям, уравнильным приборам, мостам, эксплуатируемым с деревянными мостовыми брусьями, такое примыкание следует предусматривать в пределах двух звеньев длиной 12,5 м. Первое звено, укладываемое со стороны участка железнодорожного пути на железобетонных шпалах, предусматривается комбинированное: половина звена предусматривается на железобетонных шпалах, другая половина звена — на деревянных шпалах. Второе звено, укладываемое со стороны участка железнодорожного пути на деревянных шпалах или деревянных брусьях предусматривается на деревянных шпалах.

7.1.1.10 На участках укладки звеньевых пути с деревянными шпалами при наличии электрической тяги и (или) оборудованных автоблокировкой следует предусматривать укладку деревянных шпал, пропитанных антисептиками, не проводящими электрический ток.

7.1.1.11 На железнодорожных линиях особогрузонапряженной категории на участках железнодорожного пути с устройством защитного слоя, где годовая температурная амплитуда не превышает 110 °С эпюра шпал в прямых участках пути и в кривых радиусом более 1200 м допускается 1840 шт./км при условии непревышения величины зазора $\lambda \leq 50$ мм, образовавшегося при изломе рельсовой плети, определенного в соответствии с 7.2.5.

7.1.1.12 Толщина балласта под шпалой в кривых участках пути определяется по нормам таблицы 7.1 в подрельсовом сечении внутреннего рельса. На линиях особогрузонапряженной категории допускается щебень II категории при условии указания в требованиях по техническому обслуживанию сокращения наработки до выполнения очередного среднего ремонта железнодорожного пути в межремонтной схеме на 20%.

7.1.1.13 В кривых участках пути радиусом 600 м и менее плечо балластной призмы следует увеличить с наружной стороны на 0,1 м. Верх балластной призмы должен располагаться:

- в одном уровне с верхом средней части железобетонных шпал или брусев; на участках железнодорожного пути, где предусматриваются железобетонные шпалы или брусья;
- на 3 см ниже верха деревянных шпал или брусев на участках железнодорожного пути, где предусматриваются деревянные шпалы или брусья.

Междупутья шириной до 6,5 м должны заполняться балластом. На железнодорожных линиях особогрузонапряженной, I и II категорий в кривых участках пути радиусом менее 650 м, где годовая температурная амплитуда более 110 °С или наивысшая температура рельса t_{maxmax} более 60 °С может быть дополнительно предусмотрено омоноличивание плеча и откосов балластной призмы.

При расчете объема балласта следует учитывать коэффициент на уплотнение величиной 1,18. Для обеспечения устойчивости балластной призмы с учетом вибродинамического воздействия от подвижного состава, ее высота не должна превышать 60 см от верха до уровня основной площадки земляного полотна. Для выполнения данного требования необходимо предусматривать досыпку обочины щебнем до уровня профильной бровки земляного полотна. Фракция щебня должна удовлетворять требованиям к щебеночному балласту или щебнем фракции 20-40 мм.

7.1.1.14 При укладке железнодорожного пути на деревянных шпалах с костыльным скреплением следует предусматривать закрепление от угона:

- на тормозных участках следует предусматривать установку не менее 40 пар противоугонов на звено длиной 25 м на двухпутных линиях и не менее 36 пар противоугонов на звено длиной 25 м на однопутных линиях;
- на нетормозных участках следует предусматривать установку не менее 36 пар противоугонов на звено длиной 25 м на двухпутных линиях и не менее 26 пар на звено длиной 25 м на однопутных линиях;

7.1.1.15 Железнодорожный путь на переездах должен соответствовать нормативным требованиям. Располагать стыки рельсов в пределах переездного настила не допускается.

7.1.2 Требования к безбалластной конструкции верхнего строения пути (БВСП)

7.1.2.1 Конструкция БВСП на земляном полотне должна состоять из рельсовых плетей, упругих промежуточных рельсовых скреплений, подрельсовых опор, основания из плит или монолитного бетона, гидравлически связанного несущего слоя. В зависимости от конструктивных

особенностей типов БВСП между гидравлически связным несущим слоем и основанием из плит или монолитного бетона может располагаться промежуточный слой.

7.1.2.2 При расчете конструкции БВСП должны быть учтены нагрузки от подвижного состава (вертикальные, горизонтальные продольные и поперечные), температурной силы и собственного веса конструкции. При расчете необходимо учитывать весь спектр нагрузок в неблагоприятном сочетании с вероятностью неперевышения 0,994. Коэффициент запаса по нагрузке принимают равным 1,3.

7.1.2.3 Конструкция БВСП должна обеспечивать надежный водоотвод. До укладки БВСП должны быть выполнены все проектные мероприятия по надежному водоотведению и стабилизации земляного полотна.

7.1.2.4 Конструкция БВСП должна обеспечивать упругую осадку рельса под расчетной нагрузкой не менее 1,2 мм.

7.1.2.5 Конструкция БВСП должна предусматривать возможность установки напольных устройств и охранных приспособлений.

7.1.2.6 Конструкция БВСП должна иметь технические условия на ее изготовление, разработанные в соответствии с ГОСТ 2.114.

7.1.2.7 В конструкции БВСП следует применять промежуточные рельсовые скрепления, позволяющие производить регулировку рельсов по высоте не менее 15 мм, в плане до ± 4 мм. Промежуточные рельсовые скрепления должны иметь упругие клеммы. Промежуточные рельсовые скрепления БВСП должны обеспечивать: стабильность положения рельсовой колеи, прижатие рельса к основанию в соответствии с ГОСТ 32698. Упругие свойства прокладок промежуточных рельсовых скреплений БВСП должны соответствовать требованиям II категории исполнения "ПД" ГОСТ 34078.

7.1.2.8 На искусственных сооружениях и на тех участках, где необходимо виброгашение, допускается применение дополнительных упругих элементов.

7.1.2.9 Эпюра подрельсовых опор определяется расчетом прочности бесстыкового пути и при этом должна быть не менее эпюры шпал, установленной для железнодорожного пути на балласте, в соответствии с категорией железнодорожной линии по таблице 7.1. Подрельсовые опоры должны обеспечивать расстояние между подошвой рельса и верхней поверхностью основания не менее 30 мм и подуклонку рельса от 1/18 до 1/22.

7.1.2.10 БВСП должна обеспечивать переходное электрическое сопротивление "рельс-земля" не менее 9 Ом·км.

7.1.2.11 Для устройства основания из плит или монолитного бетона следует применять бетон классом не ниже В 35, маркой по водопроницаемости не ниже W8 в соответствии с СТБ 1310, ГОСТ 7473. Содержание арматуры в поперечном сечении должно быть не менее 0,9%.

7.1.2.12 В местах сопряжения безбалластного верхнего строения пути и верхнего строения железнодорожного пути на балласте следует предусматривать индивидуальную конструкцию железнодорожного пути с плавным изменением жесткости — участок переменной жесткости. Проектирование конструкции участков переменной жесткости осуществляется из условия плавного изменения упругого прогиба рельса под максимальной расчетной нагрузкой на ось не более 0,1 мм на 1 м железнодорожного пути. Длина участка переменной жесткости определяется расчетом, но должна быть не менее 15 м. Не рекомендуется расположение сварных стыков в пределах участка переменной жесткости.

7.2 Требования к бесстыковому пути

7.2.1 Длины рельсовых плетей бесстыкового пути устанавливаются проектом. В кривых участках пути малых радиусов допускается укладка коротких рельсовых плетей длиной не менее 350 м.

7.2.2 При проектировании новых железнодорожных линий, дополнительных главных путей, реконструкции существующих железнодорожных линий, капитального ремонта железнодорожного пути следует предусматривать сварку рельсовых плетей преимущественно электроконтактным способом в соответствии с ГОСТ 34665 или термитным способом в соответствии с ГОСТ 34664.

7.2.3 Возможность укладки бесстыкового пути в заданных условиях устанавливается сравнением допускаемой температурной амплитуды рельса с фактической годовой температурной амплитудой T_A . Укладка бесстыкового пути допускается при выполнении условия:

$$T_A \leq [T], \quad (7.1)$$

где T_A — фактическая годовая температурная амплитуда — алгебраическая разность наивысшей t_{maxmax} и наименьшей t_{minmin} температуры рельса, наблюдавшихся в данной местности (наивысшая температура рельса t_{maxmax} превышает на 20 °С наибольшую температуру воздуха);

$$T_A = t_{maxmax} - t_{minmin} \quad (7.2)$$

$[T]$ — допускаемая температурная амплитуда:

$$[T] = [\Delta t_y] + [\Delta t_p] - [\Delta t_3], \quad (7.3)$$

где Δt_y — допускаемое повышение температуры рельсов по сравнению с температурой их закрепления, определяемое устойчивостью железнодорожного пути против выброса при действии сжимающих продольных сил;

$[\Delta t_p]$ — допускаемое понижение температуры рельсовых плетей по сравнению с температурой закрепления, определяемое их прочностью при действии растягивающих продольных сил;

$[\Delta t_3]$ — минимальный интервал температур, в котором предусматривается закрепление рельсовых плетей на постоянный режим эксплуатации, принимается равным 10 °С.

7.2.4 Границы расчетного интервала закрепления на постоянный режим эксплуатации, при которых обеспечивается условие прочности и устойчивости бесстыкового пути, определяются:

- нижняя граница закрепления $\min t_x$, определяется по формуле:

$$\min t_x = t_{maxmax} - [\Delta t_y], \quad (7.4)$$

- верхняя граница закрепления $\max t_x$, определяется по формуле:

$$\max t_x = t_{minmin} + [\Delta t_p], \quad (7.5)$$

7.2.5 В пределах расчетного интервала закрепления, определенного в соответствии с 7.2.4, должен быть выбран оптимальный интервал закрепления рельсовых плетей на постоянный

режим эксплуатации величиной 10 °С, который назначается единым в пределах перегона. Оптимальный интервал закрепления рельсовых плетей на постоянный режим эксплуатации следует выбирать с учетом условия неперевышения зазора, образовавшегося при изломе рельсовой плети величины $\lambda \leq 50$ мм.

Зазор λ , мм, образовавшийся при изломе плети для рельсов типа Р65 следует определять по формуле (7.6), для рельсов типа Р75 по формуле (7.7).

$$\lambda = 0.24 \cdot (\Delta t_p)^2 / r, \quad (7.6)$$

$$\lambda = 0.27 \cdot (\Delta t_p)^2 / r, \quad (7.7)$$

где Δt_p — алгебраическая разница между верхней границей оптимального интервала закрепления рельсовой плети на постоянный режим эксплуатации и наименьшей температурой рельса, наблюдавшейся в заданной местности $t_{\min\min}$, °С;

0,24 и 0,27 — переходные коэффициенты, учитывающие коэффициент линейного расширения рельсовой стали, модуль упругости рельсовой стали и площадь поперечного сечения рельса;

r — погонное сопротивление, кН/м, которое определяется по формуле:

$$r = (R \cdot N) / 1000, \quad (7.8)$$

где R — продольное сопротивление сдвигу рельса в узле скрепления, в соответствии с ГОСТ 32698;

N — эпюра шпал, в соответствии с таблицей 7.1, шт./км.

7.3 Требования к укладке стрелочных переводов

7.3.1 При проектировании следует предусматривать укладку стрелочных переводов, у которых тип рельсов соответствует типу рельсов примыкающих железнодорожных путей.

7.3.2 В проектной документации следует предусматривать укладку стрелочных переводов с марками крестовин не круче указанных в таблице 7.2. Стрелочные переводы, укладываемые на главных путях станций, разъездов и обгонных пунктов, должны обеспечивать пропуск поездов по прямому направлению со скоростью, не меньшей, чем установленная на прилегающих перегонах.

Таблица 7.2 — Марки крестовин стрелочных переводов

Назначение стрелочных переводов	Марки крестовин стрелочных переводов
Для безостановочного пропуска поездов по боковому железнодорожному пути в местах слияния и разветвления главных путей, в том числе на путевых постах: - при реализуемой скорости следования в месте отклонения более 50 км/час - при реализуемой скорости следования в месте отклонения до 50 км/час (включительно) и в обоснованных случаях при директивно устанавливаемом ограничении скорости	1/18; 1/22 1/11
Для приема, отправления и безостановочного пропуска пассажирских поездов по боковому железнодорожному пути	не круче 1/11; перекрестные переводы и одиночные, являющиеся продолжением перекрестных — не круче 1/9
Для приема и отправления грузовых поездов по боковому железнодорожному пути	не круче 1/9; симметричные, не круче 1/6
На соединительных и прочих станционных путях	не круче 1/9; симметричные, не круче 1/6
В горочных горловинах сортировочных парков	симметричные, не круче 1/6 и в обоснованных случаях 1/9

Для главных путей следует предусматривать укладку стрелочных переводов, соответствующих ГОСТ 33535 и удовлетворяющих следующим требованиям:

- на железнодорожных линиях скоростных, пассажирских, особогрузонапряженных, I и II категории — из новых рельсов, металлических частей и новых железобетонных брусьев;
- на скоростных железнодорожных линиях — с крестовинами с непрерывной поверхностью катания и гибкими острьяками за исключением пассажирских станций тупикового типа;
- на железнодорожных линиях пассажирских, особогрузонапряженных, I и II категории — преимущественно с гибкими острьяками;
- на железнодорожных линиях III категории — из новых или старогодных рельсов, металлических частей и новых или старогодных железобетонных брусьев;
- на железнодорожных линиях IV категории и станционных путях (кроме главных) — из новых или старогодных рельсов и металлических частей, новых или старогодных железобетонных брусьев, новых деревянных брусьев.

На станционных путях с безостановочным пропуском поездов со скоростью более 50 км/час следует применять стрелочные переводы из новых рельсов, металлических частей и новых железобетонных брусьев с непрерывной поверхностью катания и подвижным сердечником.

7.3.3 Стрелочные переводы и стрелочные улицы, включая закрестовинные кривые, на главных и приемо-отправочных путях, в предгорочных и подгорочных горловинах, совместно с путями на горках и на тормозных позициях, а также стрелочные переводы, оборудованные электрической централизацией, следует укладывать на щебеночный балласт по ГОСТ 7392 (дополнительно СТБ EN 13450).

7.3.4 При проектировании новых отдельных пунктов с путевым развитием следует предусматривать вставки между стрелочными переводами на главных путях при скоростях до 140 км/ч длиной не менее 12,5 м, при скоростях свыше 140 до 200 км/ч — длиной не менее 25,0 м. При длине прямой вставки между стрелочными переводами менее 25 м в проектной документации следует дополнительно определять скорость движения подвижного состава при его движении с бокового на боковое направление по сопряженным кривым. На станционных путях (кроме главных) новых отдельных пунктов с путевым развитием следует предусматривать прямые вставки между стрелочными переводами не менее 12,5 м. При реконструкции отдельных пунктов или строительстве новых на существующих железнодорожных линиях допускается уменьшать длину вставки до 6,25 м при встречной укладке стрелочных переводов. В стесненных условиях для сокращения длины стрелочных улиц на приемо-отправочных и прочих путях станции допускается применять сокращенный комплект железобетонных брусьев для попутной укладки стрелочных переводов с длиной вставки менее 12,5 м. Для стрелочных переводов, лежащих в главных и станционных путях в стесненных условиях, при невозможности обеспечения нормативной прямой вставки при капитальном ремонте железнодорожного пути допускается оставлять существующее расположение стрелочных переводов до проведения реконструкции.

7.3.5 При проектировании новых железнодорожных линий, дополнительных главных путей, реконструкции существующих железнодорожных линий и капитального ремонта железнодорожного пути на скоростных железнодорожных линиях следует предусматривать сварку рельсовых стыков в пределах стрелочных переводов. Защиту одиночных стрелочных переводов, стрелочных улиц и групп стрелок от продольных сил, передаваемых от примыкающих рельсовых плетей бесстыкового пути следует предусматривать укладкой уравнильных стыков или анкерных участков.

7.3.6 При проектировании новых железнодорожных линий, дополнительных главных путей, реконструкции существующих железнодорожных линий и капитального ремонта железнодорожного пути на железнодорожных линиях всех категорий, за исключением скоростных,

защиту одиночных стрелочных переводов, стрелочных улиц и групп стрелок от продольных сил, передаваемых от примыкающих рельсовых плетей бесстыкового пути следует предусматривать укладкой уравнильных стыков или анкерных участков в соответствии с 7.3.5, либо укладкой двух пар уравнильных рельсов длиной 12,5 м.

7.3.7 При проектировании новых железнодорожных линий, дополнительных главных путей, реконструкции существующих железнодорожных линий и капитального ремонта железнодорожного пути следует предусматривать укладку стрелочных переводов типовых проектов, обеспечивающих требуемую скорость движения поездов.

7.3.8 При укладке станционных путей из старогодных рельсов перед рамными рельсами и за торцом крестовин новых стрелочных переводов следует предусматривать укладку звеньев (рубков) из новых рельсов.

7.4 Верхнее строение железнодорожного пути на станциях

7.4.1 Конструкция верхнего строения железнодорожного пути на станциях при проектировании новых железнодорожных линий, дополнительных главных путей и реконструкции существующих железнодорожных линий должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице 7.3.

7.4.2 На главных путях в пределах станций, разъездов и обгонных пунктов следует предусматривать укладку рельсов, принятых для главного пути прилегающих перегонов. На остальных станционных путях рельсы укладываются в соответствии с требованиями таблицы 7.3. На станционных путях допускается укладывать бесстыковой путь из новых рельсов, в том числе на гравийном и песчано-гравийном балласте, в прямых и кривых радиусом не менее 600 м. В подгорочных парках в пределах тормозной зоны следует предусматривать укладку бесстыкового пути. На станционных путях бесстыковой путь может укладываться в прямых и кривых участках радиусом не менее 250 м. Минимальная длина рельсовых плетей, подлежащих укладке на станционных путях должна соответствовать 7.2.1. При реконструкции существующих отдельных пунктов с путевым развитием в случае невозможности их сварки с существующими рельсовыми плетями бесстыкового пути допускается предусматривать укладку рельсовых плетей бесстыкового пути длиной не менее 150 м. Между стрелочными переводами допускается укладка рельсовых плетей длиной не менее 100 м с учетом требований 7.3.5, 7.3.6.

7.4.3 Материал и эпюра шпал на главных путях в пределах станций, разъездов и обгонных пунктов должны соответствовать нормам, установленным для перегонов, а на станционных путях кроме главных — требованиям, установленным в таблице 7.3. В пределах закрестовинных кривых всех станционных путей эпюру шпал следует назначать не менее 1840 шт./км.

7.4.4 Род балласта и его толщина на главных путях станций, разъездов и обгонных пунктах должны соответствовать нормам, установленным для перегонов, а на станционных путях кроме главных — требованиям, установленным в таблице 7.3.

7.4.5 Междупутья шириной до 6,5 м должны заполняться балластом. Поверхности балласта между торцами шпал смежных путей следует придавать поперечный уклон в соответствии с поперечным уклоном верха земляного полотна станционной площадки. При этом разность отметок головок рельсов смежных путей должна соответствовать нормативным требованиям. Планировку поверхности балластной призмы следует выполнять с уклоном 10% в сторону обочин, а на многопутных участках станционных парков — в сторону междупутий, с устройством продольных и поперечных водоотводов. При расстоянии между осями путей на станциях более 6,5 м балластный слой смежных путей допускается устраивать отдельным, при этом должен быть обеспечен отвод воды из междупутья.

7.4.6 На погрузочно-разгрузочных и других станционных путях, на которых предусмотрено проведение технических осмотров вагонов, необходимо предусматривать засыпку междупутий

балластом или предусматривать дорожки для прохода. На станциях, где проводится сортировочная работа (при наличии сортировочных горок), для безопасности работы составительских бригад балластная призма путей надвига и вытяжных путей должна иметь ширину плеча от торца шпал до бровки с каждой стороны не менее 100 см на протяжении от места начала расцепки вагонов до вершины горки. Для обеспечения безопасного прохода и работы осмотрщиков вагонов такое же уширение балластной призмы следует предусматривать у крайних путей приемо-отправочных парков, а также путей, расположенных в междупутьях шириной более 6,50 м. Уширение балластной призмы и засыпка междупутий осуществляется балластом фракции 5-20 мм.

Таблица 7.3 — Требования к конструкции верхнего строения железнодорожного пути на станциях при проектировании новых железнодорожных линий, дополнительных главных путей и реконструкции существующих железнодорожных линий

Назначение путей	Приемо-отправочные и другие станционные железнодорожные пути для сквозного пропуска поездов со скоростью более 50 км/час		Приемо-отправочные, сортировочно-отправочные, сортировочные пути со скоростью 50 км/час и менее		Прочие станционные пути с маневровым характером движения		Горочные железнодорожные пути	
	Бесстыковой	Звеньевой	Бесстыковой	Звеньевой	Бесстыковой	Звеньевой	Горки малой мощности (Звеньевой)	Горки большой и средней мощности (Бесстыковой или звеньевой)
Рельсы (ГОСТ 34222)	Р65, новые		Р65, новые или старогодные I и II группы годности, отремонтированные		Р65, новые или старогодные I, II и III группы годности, отремонтированные		Р65, новые или старогодные I и II группы годности, отремонтированные	Р65, новые
Шпалы железобетонные (ГОСТ 33320), деревянные (ГОСТ 78)	Новые железобетонные		Новые или старогодные железобетонные, новые деревянные		Новые или старогодные железобетонные, новые деревянные		Старогодные железобетонные, новые деревянные	Новые железобетонные
Эпюра шпал, шт./км, не менее: прямые участки	1840		1840		1600		1840	1840
Эпюра шпал, шт./км, не менее: кривые $R \leq 1200$ м	2000		2000		1840		1840	2000
Промежуточные рельсовые скрепления (ГОСТ 32698)	Новые		Новые, старогодные		Новые		Новые, старогодные	Новые
Род балласта	Щебень II категории (ГОСТ 7392, дополнительно СТБ EN 13450)		Щебень II категории		Щебень II категории (ГОСТ 7392, дополнительно СТБ EN 13450), песчано-гравийный балласт (ГОСТ 7394)		Щебень II категории (ГОСТ 7392, дополнительно СТБ EN 13450)	Щебень II категории
Толщина балластного слоя под шпалой не менее, см	40		35		30 / 20 (На путях, предназначенных для обращения подвижного состава с опасными грузами - 25)		40	30
Ширина плеча балластной призмы не менее, см	40		25		40 / 20 (На путях, предназначенных для обращения подвижного состава с опасными грузами - 25)		55	35

7.4.7 Примыкание железнодорожного пути на деревянных шпалах к железнодорожному пути на железобетонных шпалах следует предусматривать укладкой комбинированного звена длиной не менее 12,50 м, половина которого собрана на новых деревянных шпалах, а другая половина звена — на железобетонных шпалах. При стыковании рельсов различных типов следует

предусматривать применение рельсов переходного профиля, сваренных в соответствии с требованиями ГОСТ 34665.

7.5 Верхнее строение железнодорожного пути на мостах и в тоннелях

7.5.1 Верхнее строение железнодорожного пути на мостах должно соответствовать требованиям СН 3.03.01.

7.5.2 Верхнее строение железнодорожного пути в тоннелях должно соответствовать требованиям ТКП 45-3.03-238.

7.5.3 На участках железнодорожных линий всех категорий, кроме категорий III и IV, на мостах длиной более 25 м и в тоннелях применение старогодных рельсов не допускается. На участках железнодорожных линий категорий III и IV допускается по согласованию с владельцем инфраструктуры укладывать на мостах рельсовые плети, сваренные из старогодных рельсов. В зависимости от конструкции, длин пролетных строений, длин температурных пролетов, схем размещения опорных частей, конструкции мостового полотна, годовых перепадов температуры рельсов бесстыковой путь может укладываться без разрывов или с проектными разрывами плетей в пределах моста. Под проектными разрывами плетей подразумевается устройство бесстыкового пути с уравнительными рельсами, уравнительными стыками или уравнительными приборами. Проект должен учитывать характеристику моста, включая конструкцию и длины пролетных строений, тип мостового полотна, схему размещения подвижных и неподвижных опорных частей, поездную нагрузку, максимальные и минимальные температуры воздуха и рельсов в районе моста и подходов. Наибольшие температуры рельсов для летних условий при расчетах и проектировании бесстыкового пути на мостах через водотоки принимаются на 10 °С, а на мостах через суходолы и на путепроводах — на 15 °С больше, чем воздуха.

7.5.4 Балластное корыто устоев и пролетных строений с ездой на балласте должно обеспечивать размещение балластной призмы типового поперечного профиля, принятого для мостов по требованию СН 3.03.01. Ширина плеча балластной призмы на реконструируемых и вновь построенных мостах должна быть 45 см. Ширина плеча может быть уменьшена, если подошва шпалы на мосту расположена ниже верха бортов балластного корыта не менее чем на 10 см. Толщина балластного слоя под шпалой в подрельсовой зоне должна быть не менее 25 см и не более 40 см. Меньшая толщина балласта допускается по согласованию с владельцем инфраструктуры, но во всех случаях не менее 15 см.

7.6 Требования к верхнему строению железнодорожного пути при проектировании капитального ремонта железнодорожного пути

7.6.1 При проектировании капитального ремонта железнодорожного пути верхнее строение главных путей должно соответствовать требованиям таблицы 7.1, а для станционных путей — таблицы 7.3 с учетом особенностей, изложенных в 7.6.2 - 7.6.5.

7.6.2 При проектировании капитального ремонта железнодорожного пути допускается применение звеньевого пути на деревянных шпалах в следующих случаях:

- при движении поездов с максимальной скоростью не более 60 км/час на участках с грузонапряженностью до 10 млн ткм брутто на км в год;
- при движении пассажирских поездов с максимальной скоростью не более 120 км/час и грузовых поездов не более 80 км/час на участках с грузонапряженностью до 5 млн ткм брутто на км в год.

7.6.3 Рельсы должны применяться в соответствии с требованиями ГОСТ 34222, с учетом рекомендуемых сфер рационального применения рельсов различных категорий.

7.6.4 На станционных путях, на которых не предусматривается сквозной пропуск поездов, обращение подвижного состава с опасными грузами, не относящихся к горочным и при скоростях движения 50 км/час и менее допускается эпюра шпал звеньевого пути на деревянных шпалах 1440 шт/км в прямых и кривых радиусом более 1200 м и 1600 шт/км в кривых радиусом 1200 м и менее.

7.6.5 При капитальном ремонте железнодорожного пути допускается применение щебеночного балласта по ГОСТ 7392 (дополнительно СТБ EN 13450) категории, аналогичной использованной ранее. На станционных путях, где установленная скорость движения не превышает 50 км/час, не предназначенных для сквозного пропуска поездов и не предназначенных для обращения подвижного состава с опасными грузами при капитальном ремонте звеньевого пути допускается применение гравийного или гравийно-песчаного балласта по ГОСТ 7394. При этом толщину балластного слоя под переводными брусками и шпалами на стрелочных переводах следует принимать по таблице 7.3. Для обеспечения надежности конструкции подшпального основания при реконструкции железнодорожного пути или его капитальном ремонте допускается применение геосинтетических материалов в балласте и на основной площадке земляного полотна в местах интенсивных неисправностей геометрических параметров рельсовой колеи, балластных углублений, выплесков и деформаций морозного пучения, устанавливаемых по данным владельца инфраструктуры.

8 Защита железнодорожного пути и сооружений. Полоса отвода

8.1 Защита от снежных заносов

8.1.1 Защита железнодорожного пути от снежных заносов предусматривается вдоль снегозаносимых участков перегонов отдельно для каждой стороны железнодорожного пути, а также вокруг железнодорожных станций. При необходимости предусматривается защита от снежных заносов внутристанционных территорий.

Необходимые защитные сооружения и средства снегозащиты должны быть расположены как в полосе отвода железной дороги, так и за ее пределами, в охранных зонах.

8.1.2 Проектирование устройств защиты железнодорожного пути от снега определяется следующими показателями: расчетный годовой снегопринос, расчетная толщина снежного покрова, интенсивность снегоотложения, интенсивность скорости ветра. Величина этих показателей устанавливается по результатам изысканий.

Расчетный годовой снегопринос определяется как сумма расчетных объемов приноса снега заданной обеспеченности по всем румбам, относящимся к одной стороне железнодорожного пути.

Расчетная толщина снежного покрова определяется с вероятностью превышения:

- 2% для скоростных, пассажирских и особогрузонапряженных железнодорожных линий и для железнодорожных линий I и II категории;
- 3% для железнодорожных линий III категории;
- 5% для железнодорожных линий IV категории и остальных железнодорожных путей.

По интенсивности снегоотложения (не реже, чем один раз за два года) на железнодорожных линиях различаются территории:

- с умеренной интенсивностью — до 0,10 м;
- со значительной интенсивностью — от 0,10 до 0,20 м;
- с сильной интенсивностью — от 0,20 до 0,25 м;
- с очень сильной интенсивностью — более 0,25 м.

По интенсивности скорости ветра при метелях (не реже, чем один раз за два года) различаются на железнодорожных линиях территории:

- с умеренной интенсивностью — скорость ветра до 10 м/с;
- со значительной интенсивностью — скорость ветра от 10 до 20 м/с;
- с сильной интенсивностью — скорость ветра от 20 до 30 м/с;
- с очень сильной интенсивностью — скорость ветра более 30 м/с.

8.1.3 К снегозаносимым участкам железнодорожного пути относятся: станционные территории, выемки любой глубины, нулевые места, насыпи на новых линиях, высота которых не соответствует установленным требованиям к профилю, а также открытые площадки тяговых, трансформаторных подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения. Для существующих железнодорожных линий при измерении снегозаносимости по верху головки рельса, высота насыпи определяется из условия "уровень головки рельса минус высота верхнего строения железнодорожного пути".

8.1.4 Основным проектируемым средством защиты должны быть снегозадерживающие лесонасаждения или естественный лес.

В случае невозможности устройства снегозадерживающих лесонасаждений по природно-климатическим условиям, недостаточной ширине полосы, пригодной для лесонасаждений, или по иным причинам могут быть применены другие инженерные устройства: постоянные заборы или временные (переносные) щитовые линии. При этом применение временных (переносных)

снеговых щитов предусматривается только в качестве временной меры на период ввода в действие постоянных средств защиты.

8.1.5 На полярных и заполярных участках железнодорожных линий со стабильным направлением и силой ветров зимнего периода (при средней скорости ветра более 10 м/с) в качестве постоянной меры снегозащиты может быть принято уположение откосов насыпей высотой до 4 м до крутизны аэродинамически обтекаемого профиля по расчету на полный перенос и на исключение отложения снега на железнодорожный путь.

8.1.6 Для выемок глубиной более 8,5 м и косогорных насыпей в качестве постоянных снегозащитных устройств, при расчетном объеме снегоприноса 200 м^3 и более на 1 м железнодорожного пути при необходимости предусматриваются устройства снегозащитных галерей.

8.1.7 Над зоной роспуска составов с сортировочной горки при необходимости может предусматриваться снегозащитный навес.

8.1.8 Постоянные снегозадерживающие устройства на снегозаносимых участках трассы разрешается не предусматривать в следующих случаях:

- при расчетном годовом снегоприносе менее $50 \text{ м}^3/\text{м}$ для железнодорожных путей, расположенных на насыпи и проходящих по пашне, земельным участкам, занятым многолетними плодовыми насаждениями и виноградниками;
- при расчетном годовом снегоприносе менее $25 \text{ м}^3/\text{м}$ для железнодорожных путей, расположенных на остальных землях.

8.1.9 Защита от снежных заносов снегозаносимых участков, расположенных на пашне или на земельных участках, занятых многолетними плодовыми насаждениями и виноградниками, на насыпях, не удовлетворяющих установленным требованиям профиля при объеме снегоприноса за зиму от 50 до 100 м^3 на погонный метр железнодорожного пути, а также в выемках при объеме снегоприноса от 25 до 100 м^3 на погонный метр железнодорожного пути, осуществляется постоянными снегозадерживающими заборами.

8.1.10 При ограждении отдельных пунктов с путевым развитием контурные и внутристанционные защиты следует размещать на границе станционных площадок и продолжать за пределы стрелочных горловин не менее чем на 50 м. Для внутристанционной защиты между парками необходимо предусматривать площадки шириной не менее 15 м.

8.1.11 Во всех случаях снегозадерживающие и другие ограждения следует размещать с расчетом отложения метелевого снега вне водоотводных канав и противопожарных водоемов (прудов) и не ближе 15 м от оси крайнего пути, расположенного на насыпях и в нулевых местах.

8.1.12 В районах, подверженных метелевым заносам, здания и устройства, возвышающиеся над уровнем верха головки рельса, размещаются с подветренной стороны железнодорожного пути. При невозможности по местным условиям их размещения с подветренной стороны их размещают с наветренной стороны при исключении возможности метелевых заносов железнодорожного пути.

8.1.13 Снегозадерживающие лесонасаждения должны обеспечивать задержание расчетного годового объема снегоприноса с вероятностью превышения:

- 1:10 (10%) — на орошаемых или осушенных землях, пашне, земельных участках, занятым многолетними плодовыми насаждениями и виноградниками;
- 1:15 (7%) — на остальных землях.

8.1.14 Расстояние от оси крайнего пути, расположенного на насыпи и нулевых местах, до лесонасаждений принимается 30 м при перпендикулярных направлениях метелевых ветров и 20 м при косых направлениях. При ограждении выемок лесонасаждения размещаются на расстоянии от 15 до 20 м от бровки выемки соответственно при косых и перпендикулярных направлениях метелевых ветров от железнодорожного пути.

8.1.15 Размещение защитных лесонасаждений следует предусматривать с учетом перспективы строительства дополнительного главного пути.

8.1.16 Вновь создаваемые или восстанавливаемые на месте погибших защитные лесонасаждения следует размещать с учетом исключения выхода крон деревьев в зону видимости сигналов, падения деревьев на железнодорожный путь, провода линии электропередачи и контактной сети, кабеля и провода линий связи и автоблокировки, а также касания ветвями деревьев указанных линий.

8.1.17 При проектировании реконструкции существующей железнодорожной линии, строительстве дополнительных главных путей, при необходимости вырубки существующей защитной лесополосы следует предусматривать компенсационную высадку лесонасаждений.

8.1.18 Защита с помощью постоянных заборов должна обеспечивать задержание расчетного годового объема с вероятностью превышения:

- 1:15 (7%) — на железнодорожных линиях всех категорий за исключением IV;
- 1:10 (10%) — на железнодорожных линиях IV категории и станционных путях (кроме главных).

В сильнозаносимых местностях малонаселенных районов защита с помощью постоянных заборов должна обеспечить задержание расчетного годового объема снегоприноса с вероятностью превышения 1:20 (5%) для всех категорий железнодорожных линий.

8.1.19 Постоянные снегозадерживающие заборы при направлении метелевых ветров к оси железнодорожного пути от 30° до 90° устанавливаются параллельно железнодорожному пути на расстоянии равном от 15 до 17 высот забора от бровки откоса выемки, а при расположении железнодорожного пути на насыпях и нулевых местах — от оси крайнего пути. При направлениях метелевых ветров к оси пути менее 30° заборы устанавливаются уступами. При объеме приносимого снега более 400 м³ на погонный метр железнодорожного пути при отсутствии лесонасаждений устраивается второй ряд заборов, который располагается от первого на расстоянии, равном от 22 до 25 высот забора.

Ширина полосы отвода для каждого забора принимается 4 м.

8.1.20 Применение переносных снегозадерживающих щитов допускается предусматривать на период временной эксплуатации железной дороги и (или) до ввода в эксплуатацию лесозащитных полос и в качестве дополнительного средства защиты железнодорожного пути от снега.

К моменту ввода железнодорожной линии в постоянную эксплуатацию должны быть сооружены постоянные средства защиты от снеготранспорта и (или) проведены посадки лесозащитных полос.

8.1.21 Снеготранспортные участки железнодорожного пути, расположенные в районах Крайнего Севера, где преобладают сильные ветры, низкие температуры воздуха, обуславливающие сухость и легкую подвижность снега, при ярко выраженной розе господствующих метелевых ветров ограждаются снегопередающими заборами с нижним продуваемым проемом.

Снегопередающими заборами ограждаются невысокие насыпи и выемки глубиной до 2,5 м.

Снегопередающие заборы устанавливаются за пределами габарита приближений строений с максимальным приближением к железнодорожному пути. Угол наклона панели снегопередающего забора к горизонту принимается равным 90°.

Панели снегопередающего забора предусматриваются с просветностью в пределах от 20% до 25%.

8.1.22 На всех отдельных пунктах, где стрелочные переводы оборудованы электрической централизацией, следует предусматривать устройства автоматической очистки от снега или электрообогрев стрелочных переводов.

8.2 Защита от ветра

Для участков железных дорог, подверженных ежегодному воздействию сильных ветров со скоростью 15 м/с и более, в местах гололедообразования и заноса железнодорожного пути мелкоземом на землях несельскохозяйственного назначения или непригодных для выращивания сельскохозяйственных культур, допускается предусматривать ветроослабляющие лесонасаждения.

В метелевых районах ширину ветроослабляющих насаждений, конструкцию лесополос и состав насаждений в целом следует принимать по типу снегозадерживающих. В районах, где метели не наблюдаются, ширину таких лесополос допускается принимать равной 12 м.

8.3 Защита от пескозаносимости

Вдоль железнодорожных путей, пересекающих песчаные территории, следует предусматривать средства защиты от переноса песка на полотно железнодорожных путей и сооружения с помощью фитомелиоративных и других природоохранных мероприятий.

Проектирование устройств защиты железнодорожного пути от песка определяется величиной годового расчетного объема приноса песка, $\text{м}^3/\text{м}$, который определяется по результатам изысканий на основе статистики метеорологических наблюдений.

Расчетный принос песка следует определять для железнодорожных линий всех категорий за исключением III и IV с вероятностью превышения 1:15 (7%), в сильнозаносимых местностях малонаселенных районов 1:20 (5%), на железных дорогах III, IV категорий 1:10 (10%).

В качестве фитомелиоративных мероприятий допускается применение укрытий защитных полос из нетканого геотекстиля с прорастающими семенами эндемичных трав и кустарников.

8.4 Защита от опасных геологических процессов

8.4.1 На участках железнодорожных линий, проходящих в зоне действия опасных геологических процессов (оползней, обвалов, карста, селевых потоков, снежных лавин, переработки берегов морей, водохранилищ, озер и рек, подтопления и затопления территорий, наледообразования) следует предусматривать меры по защите их сооружений от разрушения и повреждения. При проектировании защиты от опасных геологических процессов следует учитывать требования СП 2.03.01 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов».

8.4.2 Для защиты железной дороги от оползней и обвалов следует применять одно или несколько из следующих мероприятий:

- изменение рельефа склона в целях повышения его устойчивости до допустимых значений коэффициента устойчивости;
- регулирование стока поверхностных вод на склоне планировкой поверхности и устройством системы поверхностного водоотвода;
- понижение уровня подземных вод или их перехват;
- предотвращение инфильтрации воды в грунт и эрозионных процессов укреплением поверхности;
- устройство защитных сооружений;
- и другие обоснованные расчетом мероприятия, обеспечивающие защиту железной дороги от оползней и обвалов.

8.4.3 В качестве защитных сооружений при оползневых и обвальных процессах следует предусматривать одно или несколько из следующих:

- подпорные стены на естественном или свайном основании, включая стены армогрунтовых и габионных конструкций;
- свайные конструкции и столбы, включая конструкции типа "стена в грунте" для закрепления неустойчивых участков склона (откоса) и предотвращения смещения грунтовых массивов по ослабленным поверхностям;
- анкерные и нагельные крепления в качестве самостоятельного удерживающего сооружения (с опорными плитами, балками и т.д.) и в сочетании с подпорными стенами, сваями и столбами;
- поддерживающие стены для укрепления нависающих скальных карнизов;
- контрфорсы в виде отдельных вертикальных опор, врезанные в грунтовый массив или прислоненные к подпорной стене для удержания грунтовых и скальных массивов;
- облицовочные стены для предохранения грунтов от выветривания и осыпания;
- пломбы (заделка пустот, образовавшихся в результате вывалов на склонах) для предохранения скальных грунтов от выветривания и дальнейших разрушений;
- покровные сетки в сочетании с анкерными и нагельными креплениями;
- и другие сооружения, обеспечивающие защиту железной дороги от оползней и обвалов, при подтверждении расчетом.

За подпорными стенами для отвода грунтовых вод следует предусматривать застенный дренаж.

8.4.4 Противооползневые и противообвальные сооружения и их конструкции удерживающего типа проектируются по методу предельных состояний. При этом расчеты следует выполнять по двум группам предельных состояний в соответствии с требованиями СП 2.03.01.

8.4.5 В расчетах удерживающих сооружений нагрузки и воздействия определяются с учетом бокового давления грунта (активное, пассивное, давление покоя и промежуточные значения), величина которого определяется методами предельного равновесия или с использованием упругопластических моделей по методу конечных элементов (МКЭ).

Для сооружений, встроенных в земляное полотно или расположенных с низовой стороны от железнодорожного пути, в расчетах учитывается действие поездной нагрузки, вес верхнего строения железнодорожного пути и земляного полотна. В сейсмических районах в расчеты дополнительно вводят сейсмическое воздействие в соответствии с СН 2.01.02.

8.4.6 Допускается применение в качестве самостоятельного или дополнительного мероприятия для защиты от обвалов, осыпей, вывалов и падения отдельных скальных обломков пассивных защитных сооружений улавливающего типа в виде стен, сеток, валов, траншей, полок с бордюрными стенами, надолб, а также противообвальной галереи. Тип и размеры улавливающего сооружения следует назначать в проекте расчетом из условия исключения возможности перелета, выскакивания и выкатывания скальных обломков, падающих со склона (откоса) на железнодорожный путь.

При применении противообвальной галереи на ее кровле следует предусматривать амортизирующую грунтовую засыпку, в основании которой укладывают гидроизоляцию, и отвод воды с нее. С верховой стороны галереи для отвода грунтовых вод предусматривается продольный застенный дренаж.

8.4.7 При технико-экономическом обосновании для обеспечения безопасности движения поездов участки скально-обвальных явлений допускается в дополнение к улавливающим сооружениям оборудовать контрольно-оповестительной системой и заградительными светофорами.

8.4.8 При прохождении железнодорожной линии по территории с развитием карстово-суффозионных процессов или над горными выработками следует предусматривать мероприятия по защите ее сооружений от возможного развития этих процессов.

При проектировании земляного полотна новых железнодорожных линий на таких участках рекомендуется избегать выемок и насыпей высотой более 3 м.

Конструкция поверхностных водоотводов не должна допускать инфильтрацию воды в грунт.

При обнаружении подземной полости или активного проявления карстово-суффозионных процессов и невозможности переноса трассы из зоны влияния активных опасных подземных процессов в качестве мероприятий, предотвращающих деформации сооружений, предусматривают:

- заполнение полостей и пустот материалами с прочностью не менее прочности материала материнской породы;
- снижение давления на кровлю полостей за счет разгружающих устройств (эстакад, укладки в основании насыпей перекрытий и армирующих геосинтетических слоев);
- обрушения неустойчивой кровли механическим способом.

Состав инъекционного раствора в полости и пустоты выбирается в зависимости от геологического строения, вида карстующихся пород, морфологии и размеров полостей, а также цели инъектирования: заполнение полостей или омоноличивание массива. В первом случае подбираются растворы, которые после твердения устойчивы к размыванию их грунтовыми водами, а во втором случае — растворы с механической прочностью цементного камня выше прочности материнских пород.

При проектировании и строительстве новых железнодорожных линий III категории и выше, дополнительных главных путей, реконструкции существующих железнодорожных линий участки железнодорожного пути, расположенных на закарстованной территории, следует предусматривать контрольно-оповестительную сигнализацию.

8.4.9 Для защиты железнодорожного пути и сооружений от воздействия развивающихся оврагов следует предусматривать самостоятельно и (или) в комплексе следующие мероприятия:

- почвоукрепительные насаждения, в том числе засев травой, посадка кустарников и деревьев и другие мероприятия;
- регулирование поверхностного стока;
- планировка и уположение крутых откосов оврагов.

Почвоукрепительные насаждения предусматриваются в полосе отвода не только на территории, подверженной деформации почвогрунтов, но и на потенциально опасных местах, которые могут впоследствии вызвать разрушение земляного полотна и его защитных и водоотводных сооружений, а также на участках зарождения и формирования стока, обуславливающего процесс развития деформации грунтов, ведущих к образованию оврагов.

8.4.10 Для защиты железнодорожного пути в зоне берегов рек, озер, морей и водохранилищ следует предусматривать виды и (или) мероприятия, в соответствии с СП 2.03.01.

8.4.11 Берегозащитные сооружения железнодорожного пути и сооружений, их конструкции и основания рассчитываются по предельным состояниям в соответствии с СН 3.04.01 с учетом нагрузок в соответствии с СН 2.01.05. Для берегозащитных сооружений, выполняющих функции противооползневой защиты, при проектировании дополнительно учитываются требования 8.4.2–8.4.4. Устойчивость такого сооружения определяется, исходя из общей устойчивости склона с учетом всех действующих нагрузок, в том числе поездной, веса верхнего строения железнодорожного пути и земляного полотна. При образовании ледового покрова в расчете учитываются ледовые нагрузки (СН 2.01.05).

При проектировании берегозащитных сооружений на размываемых грунтовых основаниях глубина заложения фундаментов таких сооружений назначается ниже возможного размыва грунта в условиях эксплуатации с учетом дополнительного размыва и возможного активного слоя наносов.

Проектирование берегозащитных сооружений железнодорожного пути на берегах озер и водохранилищ следует выполнять в соответствии с требованиями СН 3.04.01 «Гидротехнические сооружения общего назначения».

8.4.12 На участках возможного образования наледей, которые устанавливают на основании материалов инженерно-геологических и инженерно-геокриологических изысканий, в зависимости от местных условий следует проектировать одно или несколько из следующих противоналедных мероприятий:

- углубление и спрямление русел водотоков, увеличение уклона русла;
- осушение местности открытыми канавами;
- устройство грунтовых мерзлотных поясов и водонепроницаемых экранов, валов из грунта, заборов;
- устройство дренажей, каптажей, глубоких утепленных лотков при постоянно возникающих в зимнее время наледях.

Для предотвращения заполнения наледью отверстий искусственных сооружений следует рассматривать технические решения, связанные с увеличением отверстий искусственных сооружений, а также с возможностью применения эстакад.

Местоположение, вид и размер противоналедных сооружений и устройств определяется в каждом конкретном случае в зависимости от вида наледи, места выхода источника, образующего наледь его дебита, продолжительности действия и объема наледи, рельефа местности, вида сооружения, на которое воздействует наледь.

8.4.13 Для защиты участков железнодорожного пути от воздействия селей и снежных лавин необходимо предусматривать противоселевые и противолавинные сооружения и мероприятия в соответствии с СП 2.03.01.

Лавинозащитные устройства, воспринимающие удар лавины, рассчитывают на нагрузки, соответствующие дальности ее выброса, определенной с вероятностью превышения:

- 1:100 (1%) — для железнодорожных линий всех категорий за исключением III и IV;
- 1:50 (2%) — для железнодорожных линий III и IV категории и станционных путях (кроме главных).

Лавинозащитные отбойные дамбы применяют только в сочетании с лавиноуловителями и тормозящими устройствами.

Приоритетом при выборе методов лавинозащиты должны пользоваться устройства, не допускающие схода лавин на железнодорожный путь.

Элементы застройки склонов рассчитывают на давление снежного пласта, высота которого определяется с вероятностью превышения:

- 1:50 (2%) — для железнодорожных линий всех категорий за исключением III и IV;
- 1:25 (4%) — для железнодорожных линий III и IV категории и станционных путях (кроме главных).

Защитную застройку склонов следует вести исключительно сверху вниз.

8.5 Полоса отвода и охранные зоны железнодорожной линии

8.5.1 Охранные зоны железных дорог устанавливаются, изменяются, прекращаются в соответствии с Кодексом Республики Беларусь о земле и Законом Республики Беларусь «О железнодорожном транспорте». Нормы отвода земельных участков, необходимых для

формирования полосы отвода железных дорог, а также нормы расчета охранных зон железных дорог устанавливаются законодательством Республики Беларусь.

8.5.2 Постановка на кадастровый учет земельных участков в границах полосы отвода осуществляется в соответствии с законодательством Республики Беларусь об охране и использовании земель.

8.5.3 В границах полосы отвода в целях обеспечения безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта устанавливается следующий режим использования земельных участков:

- а) не допускается размещение капитальных зданий и сооружений, многолетних насаждений и других объектов, ухудшающих видимость железнодорожного пути и создающих угрозу безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта;
- б) не допускается в местах расположения инженерных коммуникаций строительство и размещение каких-либо зданий и сооружений, если это угрожает безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта, а в местах расположения водопроводных, канализационных сетей и водозаборных сооружений — проведение сельскохозяйственных работ;
- в) не допускается в местах прилегания к сельскохозяйственным угодьям разрастание сорной травянистой и древесно-кустарниковой растительности;
- г) не допускается в местах прилегания к лесным массивам скопление сухостоя, валежника, порубочных остатков и других горючих материалов.

8.5.4 В полосе отвода и охранных зонах железных дорог (в том числе переведенных на консервацию) следует предусматривать их очистку от валежника, порубочных остатков и кустарника (за исключением деревьев и кустарников, отнесенных к художественно-ландшафтному оформлению дорог и сооружений, а также к защитным лесополосам), шпал железнодорожных деревянных отработанных и бракованных, а также других горючих отходов, а также их своевременный вывоз с полосы отвода.

8.5.5 В границах охранных зон в целях обеспечения безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта могут быть установлены следующие запреты или ограничения на осуществление следующих видов деятельности:

- а) строительство капитальных зданий и сооружений, устройство временных дорог, вырубка древесной и кустарниковой растительности, удаление дернового покрова, проведение земляных работ, за исключением случаев, когда осуществление указанной деятельности необходимо для обеспечения устойчивой, бесперебойной и безопасной работы железнодорожного транспорта, повышения качества обслуживания пользователей услугами железнодорожного транспорта, а также в связи с устройством, обслуживанием и ремонтом линейных сооружений;
- б) распашка земель;
- в) выпас скота;
- г) выпуск поверхностных и хозяйственно-бытовых вод;
- д) выжигание сухой травянистой растительности, разведение костров, сжигание хвороста, порубочных остатков и горючих материалов, сохранение сухостойных деревьев и кустарников;
- е) складирование сена, соломы и дров на расстоянии менее 50 м от мостов, путепроводов, путевых сооружений и путей организованного движения поездов, а также от лесных насаждений, на расстоянии менее 15 м от оси линий связи.

8.5.6 Сжигание порубочных остатков и горючих материалов на земельных участках в границах полос отвода и охранных зон железных дорог (за исключением участков, находящихся на торфяных почвах, в пределах населенных пунктов, на участках, граничащих с особыми

природными зонами) может производиться владельцем железнодорожных путей в безветренную погоду при условии, что:

- а) в районе сжигания установился устойчивый снежный покров толщиной не менее 5 сантиметров, весь процесс сжигания осуществляется под контролем представителей владельца железнодорожных путей;
- б) участок для сжигания находится на расстоянии не менее 10 м от леса, объектов железнодорожного транспорта;
- в) участок для сжигания отделен противопожарной минерализованной полосой шириной не менее 1,4 м;
- г) территория вокруг участка для сжигания очищена в радиусе не менее 15 м от сухостойных деревьев, валежника, порубочных остатков, других горючих материалов, на территории, включающей участок для сжигания, не действует особый противопожарный режим.

9 Мосты и трубы

9.1 Проектирование, возведение, реконструкция, модернизация и капитальный ремонт железнодорожных мостов и труб на Белорусской железной дороге выполняется согласно СН 3.03.01 и указаниям настоящего раздела.

9.2 Место перехода железнодорожной линии через естественные и искусственные преграды, размещение и типы проектируемых искусственных сооружений, и положение их в отношении продольного профиля и плана железнодорожной линии следует определять проектом с учетом:

- обеспечения безопасности и бесперебойности движения поездов;
- сравнения технико-экономических показателей конкурентоспособных вариантов;
- обеспечения выполнения требований по содержанию и эксплуатации сооружений;
- режима водотока, русловых, гидрогеологических, тектонических, геоморфологических, мерзлотно-грунтовых, наледных и других местных условий;
- климатических особенностей района возведения;
- существующих и проектируемых подземных и надземных коммуникаций, благоустройства и планировки населенных пунктов, а также перспективы освоения земель для промышленного строительства и в сельскохозяйственных целях.

При этом также следует обеспечивать: безопасный пропуск расчетных паводков, ледохода, карчехода, а в необходимых случаях – беспрепятственное движение под сооружением транспортных средств.

Мосты через водные пути должны удовлетворять требованиям судоходства и лесосплава.

Водопропускные искусственные сооружения в районах распространения просадочных грунтов следует проектировать на естественном водотоке и во всех естественных понижениях рельефа в продольном профиле, а на слабосточных участках – не реже чем через 500 м.

Пересыпание водотоков насыпью в ходе возведения, реконструкции или проведения ремонтно-восстановительных работ допускается только с отводом течения в новое русло, при соответствующем технико-экономическом обосновании.

9.3 При проектировании мостовых переходов через крупные реки (с шириной русла свыше 200 м), групповых отверстий, а также мостовых переходов, которые будут работать в особо трудных условиях (климатических, ситуационных, гидрологических и прочих), необходимо предусматривать проведение исследований (физического или математического

моделирования условий) и расчетов в целях определения, уточнения или обоснования параметров, размеров и компоновки сооружений, учета особенностей протекания потока и других факторов, влияющих на принятие проектных решений.

9.4 Допускается увеличивать отверстие мостов и труб для использования их в качестве пешеходных проходов, скотопрогонов, биопереходов, а в случае технико-экономической целесообразности – для пропуска автомобильного транспорта и сельскохозяйственных машин.

9.5 Габариты сооружений, используемых в указанных целях, следует принимать в соответствии с указаниями СН 3.03.01 и ГОСТ 9238.

9.6 Мостовые сооружения с устройством верхнего строения железнодорожного пути на балласте, а также трубы под насыпями разрешается располагать на участках железнодорожного пути с любым планом и профилем, принятым для железнодорожной линии.

Пролетные строения мостов с безбалластной проезжей частью следует располагать на прямых участках железнодорожного пути, горизонтальных площадках или уклонах не более 4 ‰. Такие мосты на уклонах более 4 ‰, но не более 8 ‰, а на железных дорогах предприятий и на кривых в плане следует располагать только при технико-экономическом обосновании.

9.7 Конструктивно-технологические решения, применяемые при проектировании водопропускных труб, пешеходных тоннелей и других сооружений в теле насыпи, а также при сопряжении земляного полотна с устоями мостовых сооружений, должны обеспечивать отсутствие неравномерных осадок сооружения и основания примыкающих участков насыпи в процессе эксплуатации.

Толщину засыпки над звеньями труб следует принимать в соответствии с требованиями СН 3.03.01 (не менее 1,0 м для железобетонных и 1,2 м для металлических гофрированных труб на железных дорогах общей сети и подъездных путях). Для засыпки труб необходимо использовать дренирующие грунты, включающие фракции крупностью не более 50 мм. Отсыпку конусов, а также насыпей за устоями мостовых сооружений следует принимать в соответствии с требованиями СН 3.03.01.

9.8 При реконструкции и модернизации искусственных сооружений класс нормативной временной нагрузки определяется заданием на проектирование в соответствии с СН 3.03.01.

9.9 Конструкция железнодорожного пути (звеньевой или бесстыковой) на мостах с мостовым полотном всех типов должна соответствовать конструкции железнодорожного пути, уложенному на подходах к мосту.

Возможность устройства на мостовом сооружении непрерывного бесстыкового пути следует определять расчетом, учитывающим продольное взаимодействие железнодорожного пути и элементов сооружения при температурных и силовых воздействиях, независимо от конструкции верхнего строения железнодорожного пути и схемы сооружения в соответствии с указаниями СТП БЧ 56.269.

При невозможности обеспечить укладку непрерывного бесстыкового пути в пределах сооружения в зонах максимальных расчетных напряжений следует устраивать разрывы рельсовых путей с установкой уравнильных приборов либо сезонных уравнильных рельсов, уравнильных стыков.

При назначении схемы мостового сооружения, расстановке опорных частей и температуры закрепления рельсовых плетей следует стремиться к уменьшению дополнительных напряжений в рельсовом пути от воздействия температуры и поездной нагрузки.

Не допускается укладка бесстыкового пути на эксплуатируемых мостовых сооружениях:

- с ненормативным очертанием балластной призмы;
- с плитами безбалластного мостового полотна, имеющими разрушенный прокладной слой;
- с опорами, подверженными деформациям, осадкам и сдвигу.

9.10 Возведение бетонных, железобетонных, композитных и каменных водопропускных труб должно быть закончено до начала отсыпки прилегающих участков насыпей. Монтаж береговых опор мостов и пролетных строений следует осуществлять согласно проекту организации строительства.

Металлические гофрированные водопропускные трубы, путепроводы, малые и средние арочные мосты, сооружаемые из гофрированных металлических элементов, следует возводить одновременно с сооружением участка земляного полотна.

10 Тоннели

10.1 Железнодорожные тоннели следует проектировать в соответствии с требованиями ТКП 45-3.03-238.

11 Раздельные пункты и путевое развитие

11.1 Железнодорожные узлы, станции, разъезды, обгонные пункты железнодорожного транспорта общего пользования

11.1.1 Полезная длина приемо-отправочных путей для грузового движения определяется в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса. Отступление от требований должно быть обосновано в проектной документации.

11.1.2 Полезная длина приемо-отправочных путей на разъездах, обгонных пунктах и железнодорожных станциях, располагаемых в пределах участков подталкивания или двойной тяги, должна быть увеличена на длину дополнительного локомотива.

11.1.3 Полезную длину путей на раздельных пунктах с путевым развитием на железнодорожных линиях, специализируемых для пропуска, приема и отстоя пассажирских поездов следует устанавливать исходя из наибольшей длины пассажирских поездов на расчетный год эксплуатации.

11.1.4 На раздельных пунктах с путевым развитием, где предусматриваются технические операции (прием, отправление, объединение, разъединение, обгон, скрещение, техническое обслуживание и др.) с соединенными поездами следует проектировать пути, выделенные для соединенных поездов. Полезная длина этих путей должна быть не меньше длины соединенного поезда. На раздельных пунктах с путевым развитием, где производится объединение и разъединение соединенных поездов, железнодорожные пути для осуществления указанных операций допускается проектировать параллельными главным путям перегона с примыканием в горловинах к раздельным пунктам с путевым развитием. Для путей, специализированных для работы с соединенными поездами, должно быть обеспечено условие трогания с места соединенных поездов. Это условие должно быть подтверждено тяговыми расчетами в проектной документации.

11.1.5 Полезную длину главных и приемо-отправочных путей раздельных пунктов с путевым развитием следует определять:

- при наличии рельсовых цепей, выходных (маршрутных, маневровых) светофоров – от изолирующего стыка до соответствующего выходного (маршрутного) светофора, а при отсутствии светофора (при наличии групповых выходных светофоров) – от изолирующего стыка с одной стороны до изолирующего стыка с другой стороны;

- при отсутствии рельсовых цепей, наличии выходных (маршрутных, маневровых) светофоров – от предельного столбика до соответствующего светофора;

- при отсутствии светофоров и рельсовых цепей – между предельными столбиками.

Если железнодорожный путь используется для поездов как нечетного, так и четного направлений движения, то его полезная длина определяется отдельно для каждого направления. При оборудовании железнодорожного пути удерживающими или заграждающими устройствами полезная длина пути определяется с учетом размещения данного устройства. При невозможности исключения стоянки грузового поезда на железнодорожном пути между пассажирским зданием и пассажирским поездом в случае отсутствия пешеходного моста или подземного пешеходного перехода полезная длина приемо-отправочных путей для грузовых поездов определяется с учетом расцепки состава грузового поезда для прохода пассажиров (не менее 5 м в каждую сторону от пешеходного настила).

11.1.6 Предельные столбики на возводимых и реконструируемых раздельных пунктах следует располагать в том месте, где расстояние между осями сходящихся железнодорожных путей составляет не менее 4100 мм. При реконструкции существующих раздельных пунктов с путевым развитием допускается сохранять размещение предельных столбиков в не переустраиваемой части

в тех местах междупутий, где расстояния между осями сходящихся железнодорожных путей составляет 3810 мм. Указанное исключение не распространяется на железнодорожные пути, по которым предусматривается пропуск подвижного состава габаритов Т, Т_ц и Т_{пр} (согласно ГОСТ 9238).

11.1.7 На станционных железнодорожных путях, оборудованных изолированными рельсовыми цепями, предельные столбики следует устанавливать с учетом раскладки стандартных рельсовых рубок между торцом крестовины и изолирующим стыком, который должен быть установлен на расстоянии не менее 3,5 м от предельного столбика в соответствии с рисунком 11.1.

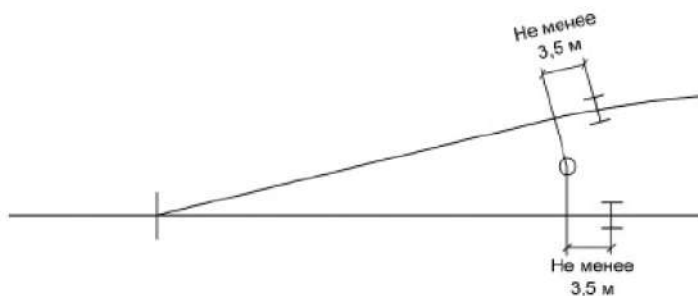


Рисунок 11.1 — Порядок установки предельного столбика относительно изолирующих стыков на путях, оборудованных изолированными рельсовыми цепями

11.1.8 Полезную длину сортировочных и сортировочно-отправочных путей следует принимать в зависимости от рода и длины поездов формируемых назначений, равной длине накапливаемых и формируемых составов или групп вагонов, увеличенной не менее чем на 10% (но не менее полезной длины приемо-отправочных путей) с учетом длины маневровых локомотивов (для сортировочных путей) и наибольшей длины обращающегося на участке поездного локомотива (для сортировочно-отправочных путей), а также с учетом размещения заграждающих и (или) закрепляющих устройств, вагонных замедлителей парковой тормозной позиции. В трудных и особо трудных условиях полезную длину сортировочных путей допускается принимать равной половине длины накапливаемых и формируемых поездов, увеличенной не менее чем на 10%.

11.1.9 Полезную длину вытяжных путей и тупиковых путей для перестановки вагонов на сортировочных, участковых, грузовых и технических станциях следует принимать из расчета размещения на них состава установленной длины с учетом длины маневрового локомотива и неточности установки. На сортировочных и участковых станциях в трудных и особо трудных условиях полезная длина вытяжных путей и тупиковых путей для перестановки вагонов должна быть не менее половины длины состава с учетом длины маневрового локомотива и неточности установки. Полезную длину вытяжных путей и тупиковых путей для перестановки вагонов на грузовых, технических и других станциях, а также на погрузочно-выгрузочных пунктах следует устанавливать в соответствии с длиной подаваемых составов, с учетом длины маневрового локомотива и неточности установки. В трудных и особо трудных условиях на грузовых станциях полезная длина пути может быть уменьшена и обоснована в проектной документации исходя из проектируемой технологии маневровой работы. На промежуточных станциях полезную длину вытяжных путей или путей для перестановки вагонов допускается принимать не менее 200 м. В обоснованных случаях исходя из проектируемой технологии работы указанное значение допускается уменьшать. Расстояние на неточность установки при определении полезной длины вытяжных путей и тупиковых путей для перестановки вагонов следует принимать равным не менее 10 м.

11.1.10 Полезную длину приемо-отправочных путей технической станции (технического парка) следует принимать по максимальной длине состава (с учетом длины локомотива), поступающего на эту станцию. Полезную длину ремонтно-экипировочных путей технической станции (технического парка) следует определять по правилам для приемо-отправочных путей с

учетом дополнительного расстояния на разрыв состава для обеспечения технологического проезда (прохода). При определении полезной длины приемо-отправочных и ремонтно-экипировочных путей технической станции (технического парка) следует предусматривать резерв на неточность установки, составляющий не менее 10 м.

11.1.11 На железнодорожных станциях, где предусмотрена отцепка и прицепка вагонов беспересадочного сообщения, для стоянки этих вагонов следует проектировать тупиковые пути с обустройством пассажирских платформ. Полезную длину и количество указанных тупиковых путей необходимо обосновать в проектной документации.

11.1.12 Сооружение путей для размещения восстановительных и пожарных поездов на возводимых и реконструируемых железнодорожных станциях устанавливается заданием на проектирование. Пути стоянки восстановительных и пожарных поездов и сопутствующих им устройств должны размещаться на возводимых и реконструируемых железнодорожных станциях (участковых, сортировочных, пассажирских, грузовых), где дислоцируются тепловозы с правом выезда на главные пути. Пути стоянки пожарных поездов должны быть оснащены устройствами заправки водой цистерн-водохранилищ.

11.1.13 Полезную длину путей для стоянки восстановительного и пожарного поездов следует определять из расчета размещения на каждом из этих путей поезда наибольшей длины, сформированного из определенного количества единиц подвижного состава на железнодорожном ходу, включая поездной локомотив и запас на неточность установки.

11.1.14 Пути размещения пожарного и восстановительного поезда должны быть неэлектрифицированы и иметь выходы с них на главные пути в обе стороны. Допускается примыкание путей размещения пожарного и восстановительного поезда к приемо-отправочным и прочим станционным путям с обеспечением маршрутов выезда с этих путей на главные в обе стороны.

11.1.15 Число приемо-отправочных путей (без главного) на разъездах, обгонных пунктах и промежуточных железнодорожных станциях принимают по таблице 11.1.

Таблица 11.1 — Число приемо-отправочных путей на разъездах, обгонных пунктах, промежуточных станциях в зависимости от пропускной способности железнодорожной линии

Раздельный пункт с путевым развитием	Число приемо-отправочных путей (без главных)			
	для однопутной железнодорожной линии при потребной пропускной способности участков (до 24 пар поездов в сутки) ¹⁾	для двухпутной линии ¹⁾	для трехпутной линии ¹⁾	для четырехпутной линии ¹⁾
Разъезд	1 - 2	2	1	-
Обгонный пункт	-	2	2 - 3	3 - 4
Промежуточная станция	2 - 3	2 - 3	3 - 4	4 - 5

1) Потребная пропускная способность участков определяется в парах поездов в сутки для параллельного графика движения.

На разъездах, обгонных пунктах и промежуточных станциях, расположенных перед участковыми, сортировочными или грузовыми станциями, принятое по таблице 11.1 количество приемо-отправочных путей следует увеличивать на один. При организации на одном из железнодорожных путей трехпутной железнодорожной линии двустороннего движения поездов в условиях пакетного графика число приемо-отправочных железнодорожных путей на промежуточных станциях увеличивают на один. Большее количество дополнительных приемо-

отправочных путей должно быть обосновано в проектной документации аналитическим или графо-аналитическим расчетом или имитационным моделированием.

11.1.16 В каждой из горловин обгонных пунктов и железнодорожных станций двухпутных линий следует проектировать по два диспетчерских съезда между главными путями. В особо трудных условиях и при реконструкции существующих обгонных пунктов и железнодорожных станций двухпутных линий допускает укладка в горловинах по одному диспетчерскому съезду разной направленности. Количество и расположение диспетчерских съездов на обгонных пунктах и железнодорожных станциях многопутных линий следует обосновать в проектной документации исходя из проектной технологии приема, отправления и пропуска поездов.

11.1.17 На обгонных пунктах и промежуточных станциях двухпутных железнодорожных линий приемо-отправочные пути следует располагать по обе стороны от главных путей. В особо трудных условиях допускается отступление от данной нормы. При этапном развитии обгонных пунктов и промежуточных станций двухпутных линий допускается укладка одного приемо-отправочного пути с одной стороны. Достаточность наличия одного приемо-отправочного пути на расчетные размеры движения этапа должна быть подтверждена расчетом в проектной документации.

11.1.18 На предпроектной стадии (обоснование инвестиций, технико-экономическое обоснование, основные проектные решения и др.) число приемо-отправочных путей для грузовых поездов на участковых станциях, а также число путей в парках приема, отправления и приемо-отправочных парках сортировочных станций допускается принимать в соответствии с данными таблиц 8.2–8.4.

Таблица 11.2 — Число приемо-отправочных путей для грузовых поездов на участковых станциях (без смены локомотивов)

Расчетное число грузовых поездов соответствующего направления в сутки	Число приемо-отправочных путей (без главных и ходовых путей) на участковых станциях для рассматриваемого направления
До 10	1-2
11-20	2-4
21-30	4-6
31-40	5-7
41-50	7-8
51-60	8-9
61-70	9-10
71-80	10-11
81-90	11-12

Примечания:

1. При размерах пассажирского движения на однопутных линиях более 5 поездов, а на двухпутных более 20 поездов в сутки число путей, установленное по таблице 11.2, следует увеличивать на один.

2. Если к станции примыкает более одной линии особогрузонапряженной, I-III категорий, то потребное число путей увеличивается на число дополнительных подходов.

Таблица 11.3 — Число путей в парках приема сортировочных станций

Расчетное число грузовых поездов (с учетом угловых и других передач) в сутки	Число путей (без ходовых и вытяжных) в парках приема сортировочных станций
До 10	2-3
11-20	3-4
21-30	4-5
31-40	5-7
41-50	7-8
51-60	8-10
61-70	10-11
71-80	11-12
81-90	12-13

Примечания:

1. При суммарных размерах пассажирского движения на примыкающих линиях более 25 поездов в сутки число путей, принятое по таблице 11.3, следует увеличивать на один.

2. Если к парку приема примыкает более одной линии особогрузонапряженной, I-III категорий, то требуемое число путей надлежит увеличивать на число дополнительных подходов.

Таблица 11.4 — Число приемо-отправочных путей для грузовых поездов на участковых станциях (со сменой локомотивов), число путей в парках отправления и приемо-отправочных (транзитных) сортировочных станций

Расчетное число грузовых поездов в сутки	Число путей (без ходовых и вытяжных) в парках отправления или транзитных сортировочных станций, в приемо-отправочных парках участковых станций при смене локомотивов
До 10	3-4
11-20	4-5
21-30	5-7
31-40	7-8
41-50	8-10
51-60	10-11
61-70	11-13
71-80	13-15
81-90	15-16

Примечания:

1. При суммарных размерах пассажирского движения на примыкающих со стороны прибытия к транзитному парку сортировочной станции либо к приемо-отправочному парку участковой станции более 5 поездов в сутки в случае одного однопутного подхода, более 20 поездов в сутки в случае одного двухпутного подхода и более 25 поездов в сутки в случае двух и более подходов число путей, установленное по настоящей таблице, увеличивается на один.

2. Если расстояние между сортировочным и отправочным парками менее половины длины формируемых составов, то к установленному числу путей парка отправления добавляется требуемое число вытяжных путей.

При разработке проектной документации число приемо-отправочных путей для грузовых поездов на участковых станциях, а также число путей в парках приема, отправления и приемо-отправочных парках сортировочных станций должно быть обосновано в проектной документации аналитическим или графо-аналитическим расчетом, или имитационным моделированием. При определении потребного количества приемо-отправочных путей, а также путей приема и (или) отправления аналитическими расчетами дополнительно следует учитывать необходимость сооружения в парках станции ходовых путей, в зависимости от проектируемой технологии работы. При обосновании потребного путевого развития имитационным моделированием следует разрабатывать комплексную имитационную модель, учитывающую работу либо всего путевого развития проектируемой или реконструируемой железнодорожной станции, либо выделенного ее района, характеризующегося технологией работы, не зависящей от работы других районов.

11.1.19 Число сортировочных железнодорожных путей на участковых станциях должно быть обосновано в проектной документации в зависимости от количества назначений по плану формирования поездов, суточного числа перерабатываемых вагонов (основные сортировочные пути) и местной работы станции (дополнительные сортировочные пути). При обосновании потребного количества сортировочных путей на участковой станции в составе проектной документации следует предусматривать два железнодорожных пути для вагонов с опасными грузами первого класса, сжатыми и сжиженными газами. Кроме этого, в сортировочном парке участковой станции следует предусматривать один железнодорожный путь для накопления неисправных вагонов. При отсутствии данных по плану формирования число сортировочных путей следует определить в проектной документации расчетом исходя из средней мощности назначения 120 ваг. в сут на один железнодорожный путь. Полезная длина основных сортировочных и сортировочно-отправочных путей должна соответствовать длине формируемых поездов. Полезная длина дополнительных сортировочных путей должна определяться в проектной документации исходя из потребных длин подач на грузовые фронты мест общего пользования и железнодорожные пути необщего пользования.

11.1.20 Сортировочные парки на грузовых станциях не предусматриваются в случаях прибытия и отправления вагонов маршрутами, подаваемыми на железнодорожные пути необщего пользования и убираемыми с железнодорожных путей необщего пользования в полном составе. Число сортировочных путей на грузовой станции должно быть обосновано в проектной документации исходя из необходимости подборки и накопления вагонов для последующей подачи на места погрузки/выгрузки общего пользования и железнодорожные пути необщего пользования, а также формирования поездов для последующего отправления на железнодорожную сеть общего пользования. При обосновании потребного количества сортировочных путей на грузовой станции в составе проектной документации следует предусматривать не менее одного железнодорожного пути для накопления неисправных вагонов.

11.1.21 Число сортировочных путей на сортировочных станциях следует устанавливать в зависимости от количества назначений по плану формирования поездов (включая назначения порожних вагонов, вагонов углового потока на двусторонних сортировочных станциях), суточного числа вагонов каждого назначения и проектируемой технологии работы станции по формированию поездов. На каждое назначение плана формирования поездов следует предусматривать отдельный сортировочный путь, а для назначений с суточным вагонопотоком более 200 вагонов – два железнодорожных пути. Дополнительно следует предусматривать два сортировочных пути с уширенным междупутьем между ними и смежными железнодорожными путями для вагонов, поступающих в ремонт. Под выгрузку или погрузку, сортировку или перегруз для вагонов с опасными грузами, сжатыми и сжиженными газами, для перестановки вагонов на время очистки станции от снега и других местных нужд следует предусматривать два сортировочных пути. Для покрытия неравномерности вагонопотоков, а также формирования соединенных поездов в

сортировочном парке сортировочной станции дополнительно следует предусматривать один железнодорожный путь. При организации параллельного роспуска составов в сортировочном парке следует предусматривать один отсевой путь для накопления перекрестного вагонопотока в каждой половине парка (в центральной части парка). Отступление от требований данного пункта должно быть обосновано в проектной документации.

11.1.22 При необходимости проектирования в сортировочных парках участковых, грузовых, сортировочных и других железнодорожных станции сортировочно-отправочных путей, их потребное количество должно быть обосновано в проектной документации аналитическим или графо-аналитическим расчетом, или имитационным моделированием.

11.1.23 Разъезды, обгонные пункты и промежуточные станции в границах участков обращения локомотивных бригад на возводимой железнодорожной линии следует проектировать односторонними. На однопутных линиях при достаточной длине станционной площадки приоритет следует отдавать схемам продольного и полупродольного типа. В особо трудных условиях в границах участков обращения локомотивных бригад на возводимой железнодорожной линии допускается проектирование разъездов, обгонных пунктов и промежуточных станций различных типов.

11.1.24 Схемы путевого развития технических (участковых и сортировочных) станций, где предусматривается смена локомотивов у транзитных поездов или техническое обслуживание локомотивов, должны проектироваться с учетом минимального времени занятия горловин и стрелочных улиц сменяемыми локомотивами. Исходя из проектной технологии работы технической (участковой или сортировочной) станции в горловинах ее приемо-отправочных парков следует проектировать тупиковые пути для обгона или отстоя сменяемых локомотивов. Полезную длину локомотивных тупиков следует обосновать в проектной документации.

11.1.25 В районах с холодным климатом и толщине снежного покрова не менее 50 см следует предусматривать в каждом парке железнодорожной станции один дополнительный железнодорожный путь для перестановки составов во время работы снегоочистительной техники.

11.1.26 На возводимых железнодорожных станциях следует предусматривать железнодорожные пути для стоянки снегоуборочной техники, а также тупики для выгрузки снегоуборочных машин и снеговых поездов без выезда на перегон. Места дислокации снегоуборочной техники и выгрузки снега устанавливаются в проектной документации.

11.1.27 Минимальные расстояния от оси пути до проектируемых и существующих зданий, строений, сооружений и устройств следует принимать по ГОСТ 9238.

11.1.28 Расстояния между осями смежных железнодорожных путей на железнодорожных станциях, разъездах и обгонных пунктах, следует принимать по ГОСТ 9238, с учетом особенностей, регламентированных таблицей 8.5.

Таблица 11.5 — Расстояние между осями смежных железнодорожных путей на отдельных пунктах с путевым развитием (в миллиметрах)

Наименование железнодорожного пути	Основные	Допускаемые в трудных условиях
Пути отстоя резервных и неисправных вагонов	5300	4500
Пути парков отстоя пассажирских составов	5600	5300
Пути для обмывки пассажирских составов	7500	8000
Крайние пути смежных пучков путей сортировочного парка	5300	7500
Стрелочная улица и смежный с ней железнодорожный путь	5300	-
Экипировочные пути при наличии на них смотровых канав, пескораздаточного устройства (со стороны лестницы)	5500-6700	5500-5850
Весовой и смежный с ним железнодорожный путь со стороны весовой платформы	5300	-
Между ходовым и смежным с ним станционным железнодорожным путем	6500	5300
Погрузочно-выгрузочный путь у специализированной высокой платформы и смежный парковый или другой железнодорожный путь (при отсутствии особых требований)	6500	5300
Пути грузовых терминалов станций (кроме путей для перегрузки вагонов)	4800	4500
Пути грузовых терминалов для погрузочно-выгрузочных операций на контейнерной площадке выполняемых контейнерным перегружателем	3600	-
Железнодорожные пути перегрузки из вагона колеи 1520 мм в вагон колеи 750 мм и обратно при уровне полов вагонов: одинаковом разном	3600 3200	3600 3600

Примечания:

1. Нормальные расстояния между осями смежных путей, приведенные в настоящей таблице, следует принимать при проектировании железнодорожных станций, разъездов и обгонных пунктов на возводимых железнодорожных линиях и при реконструкции существующих раздельных пунктов с путевым развитием. Наименьшие расстояния между осями смежных путей следует предусматривать для возводимых раздельных пунктов с путевым развитием, располагаемых на существующих железнодорожных линиях в особо трудных условиях; при реконструкции существующих раздельных пунктов с путевым развитием в трудных условиях.

2. На железнодорожных станциях через каждые 7-8 путей увеличивают расстояние между осями смежных путей не менее чем до 6500 мм, где размещают все устройства, препятствующие работе машин по текущему содержанию и ремонту железнодорожного пути (опоры, мачты, столбы и др.). На существующих железнодорожных станциях следует устанавливать опоры, столбы и прожекторные мачты в междупутьях шириной менее 6500 мм. При этом расстояние между осями железнодорожных путей и краем столбов, опор, мачт принимают равным не менее 2450 мм. Расстояние от оси крайнего железнодорожного пути до края опор, столбов, мачт на железнодорожных станциях принимают равным не менее 3100 мм. В трудных условиях это расстояние допускается уменьшать до 2450 мм на железнодорожных станциях.

3. Расстояние между осями смежных железнодорожных путей, предназначенных для перегрузки из вагона в вагон, определяют в каждом конкретном случае расчетом.

4. Расстояние между осями железнодорожных путей для технического обслуживания или ремонта железнодорожного подвижного состава следует увеличивать для свободного проезда используемых в технологическом процессе транспортных средств и механизмов.

5. При реконструкции путевого развития в не переустройстваемой части железнодорожной станции допускается сохранять междупутье от главных железнодорожных путей до смежных с ними с величиной не менее 5000 м, если это не нарушает требований безопасности движения.

11.1.29 На электрифицируемых железнодорожных линиях железнодорожные пути, специализируемые только для отправления поездов (в том числе и сортировочно-отправочные пути), допускается оборудовать контактной сетью только в головной части на расстоянии 150-200 м полезной длины.

11.1.30 Железнодорожную станцию стыкования следует проектировать технической (участковой или сортировочной). Приемо-отправочные парки или отдельные секции (группы) приемо-отправочных путей станции стыкования следует специализировать по направлениям движения. В горловинах станций стыкования необходимо предусматривать тупиковые пути или оборудованные межстрелочные участки для смены поездных локомотивов.

11.1.31 При проектировании новых или реконструкции существующих отдельных пунктов с путевым развитием следует применять требования к искусственному освещению открытых территорий с использованием светодиодных светильников. Степень освещенности принимается в зависимости от проектируемой технологии работы.

11.1.32 Для крупных железнодорожных узлов в целях определения оптимальной этапности их развития, а также резервирования и последующего рационального использования необходимой для развития территории может осуществляться разработка и утверждение Генеральной схемы развития железнодорожного узла. Утверждать Генеральную схему развития железнодорожного узла должен уполномоченный представитель владельца инфраструктуры железнодорожного транспорта. Корректировки и изменения Генеральной схемы развития железнодорожного узла также должны быть утверждены уполномоченным представителем владельца инфраструктуры железнодорожного транспорта. В случае наличия утвержденной Генеральной схемы развития железнодорожного узла, разработка проектной документации по развитию железнодорожного узла, в том числе входящих в его состав объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта, должно проводиться в соответствии с указанной Генеральной схемой развития железнодорожного узла.

11.1.33 В железнодорожных узлах следует предусматривать пропуск транзитных грузовых поездов и угловых потоков (транзитных поездов с изменением направления следования), не требующих выполнения технических операций, без захода на загруженные железнодорожные станции.

11.1.34 В новых железнодорожных узлах пропуск грузовых поездов следует предусматривать в обход пассажирских железнодорожных станций. При параллельном расположении пассажирской и сортировочной станций в железнодорожном узле следует предусматривать строительство главных железнодорожных путей для пассажирского и грузового движения с путепроводными развязками.

11.1.35 Сортировочная работа в железнодорожных узлах, за исключением узлов, обслуживающих крупные города, должна выполняться на одной сортировочной станции. Проектирование в железнодорожном узле двух и более сортировочных станций в составе узла должно быть обосновано технико-экономическими расчетами в проектной документации.

11.1.36 Возводимые грузовые железнодорожные станции следует проектировать с приближением их к основным грузоотправителям и грузополучателям с учетом обеспечения их транспортными связями с обслуживаемыми районами города и техническими (участковыми и сортировочными) станциями железнодорожного узла. На возводимых железнодорожных станциях расположенных в населенных пунктах необходимо предусматривать строительство инфраструктуры мест общего пользования для обеспечения недискриминационного доступа клиентов к железнодорожным перевозкам. Категория места общего пользования устанавливается

по таблице 11.6 с учетом наличия в населенном пункте других мест общего пользования, класса населенного пункта.

Таблица 11.6 — Категории мест общего пользования для производства грузовых операций

Группы городских населенных пунктов по СН 3.01.03	Категория места общего пользования при отсутствии в населенном пункте других мест общего пользования	Допускаемая категория места общего пользования при наличии в населенном пункте других мест общего пользования, соответствующих классу населенного пункта
Крупнейшие	Транспортно-логистический центр	Транспортно-логистический центр
Крупные	Транспортно-логистический центр	Грузовой терминал
Большие	Грузовой терминал	Грузовой терминал
Средние	Грузовой терминал	Грузовая площадка
Малые	Грузовая площадка	Грузовая площадка (при необходимости)

11.1.37 Обслуживание морского и речного порта или отдельных перевалочных районов в транспортном узле при проектировании следует предусматривать с ближайшей сортировочной, участковой или грузовой железнодорожной станции. На обслуживающей порт железнодорожной станции следует предусматривать железнодорожные пути для сортировки и накопления вагонов, направляемых в порт, а также вагонов, поступающих из порта и отправляемых на внешнюю железнодорожную сеть. При объемах поездной и маневровой работы, превышающих возможности ближайшей сортировочной, участковой или грузовых станций следует предусматривать припортовую железнодорожную станцию.

11.1.38 При проектировании в железнодорожном узле промывочно-пропарочной станции, пункта подготовки вагонов к перевозкам, пункта промывки и дезинфекции вагонов необходимо учитывать направление следования вагонов, подлежащих очистке и промывке, местные условия и планировку прилегающих населенных пунктов. Место размещения промывочно-пропарочной станции, пункта подготовки вагонов к перевозкам, пункта промывки и дезинфекции вагонов должно быть подтверждено аналитическим расчетом достаточности пропускной способности инфраструктуры железнодорожного узла.

11.1.39 Локомотивное ремонтное предприятие в железнодорожном узле следует размещать на участковой или сортировочной станции с учетом обеспечения наименьших простоев и пробегов поездов и локомотивов. Экипировочные устройства для поездных локомотивов следует проектировать на участковых или сортировочных станциях. Допускается размещение экипировочных устройств для поездных локомотивов на грузовых станциях, систематически формирующих и расформировывающих маршрутные поезда. При проектировании технических станций следует предусматривать на них экипировочные устройства для пассажирских локомотивов.

11.1.40 При возведении новое вагонное ремонтное депо в железнодорожном узле следует располагать на станциях образования негодных под погрузку вагонов либо строить новые специализированные станции подготовки вагонов под погрузку.

11.1.41 При возведении моторвагонные депо для обслуживания составов электропоездов и дизель-поездов следует размещать рядом с пассажирской или технической железнодорожной станцией либо на одной из железнодорожных станций прилегающих участков, которые являются конечным пунктом следования электропоездов и дизель-поездов.

11.1.42 При размерах переработки на сортировочной горке в расчетном периоде до 6000 ваг. сут следует проектировать одностороннюю сортировочную станцию. При больших объемах

переработки на основании технико-экономического сравнения вариантов следует предусматривать одностороннюю сортировочную станцию с организацией параллельного роспуска составов и (или) с парком местной работы со вспомогательным сортировочным устройством малой мощности, или двустороннюю сортировочную станцию.

11.1.43 Новые сортировочные станции следует проектировать по схеме с последовательным расположением парков приема, сортировочного и отправления. В трудных и особо трудных условиях допускается проектирование сортировочных станций по схеме комбинированного типа с параллельным расположением сортировочного парка и парков отправления.

11.1.44 Новые участковые станции на однопутных железнодорожных линиях следует проектировать по схеме поперечного типа. При наличии перспективы строительства на железнодорожной линии второго главного пути, при проектировании участковой станции следует принимать схему продольного или полупродольного типа. На возводимых двухпутных линиях, а также при проектировании второго главного пути на существующих линиях возведение новой или реконструкцию существующей участковой станции следует принимать по схеме продольного или полупродольного типа. В особо трудных условиях допускается проектирование участковых станций на двухпутных линиях по схеме поперечного типа.

11.1.45 В городах и городских агломерациях с населением более 1,5 млн чел допускается проектировать две и более пассажирских станции. Потребное количество пассажирских станций должно быть обосновано в проектной документации.

11.1.46 Новые пассажирские станции, обслуживающие как конечное, так и транзитное движение, следует проектировать со сквозными перронными путями и последовательным расположением технического парка (станций). В трудных и особо трудных условиях допускается устройство пассажирской станции комбинированного типа с тупиковыми перронными путями. В этом случае тупиковые пути следует предусматривать для приема и отправления мотор-вагонных поездов, начинающих и заканчивающих свое следование на этой станции, а сквозные перронные путями – для остальных поездов. Пассажирские станции тупикового типа допускается проектировать только в случаях отсутствия транзитного пассажирского движения.

11.1.47 Примыкание технической станции или технического парка к пассажирской станции сквозного типа, следует проектировать в горловине с наименьшим числом прибывающих конечных поездов. На пассажирской станции сквозного типа почтово-багажные устройства следует проектировать со стороны пассажирского здания в сторону технического парка (технической станции).

11.1.48 Путевое развитие пассажирских и технических станций (количество и полезная длина железнодорожных путей) должно быть обосновано в проектной документации аналитическим или графо-аналитическим расчетом, или имитационным моделированием.

11.1.49 Возводимые неспециализированные грузовые станции с местами общего пользования следует проектировать по схеме сквозного типа с последовательным расположением парков и с параллельным или последовательным расположением грузового района. При небольших объемах местной работы (до 150 ваг. сут) или в отдельных случаях при разработке соответствующих разделов проектной документации с обоснованием технологии работы, допускается проектировать неспециализированные грузовые станции с местами общего пользования тупикового типа с параллельным или последовательным расположением парков и параллельным размещением грузового района. Тип схемы и необходимость выделения обособленных парков специализированной грузовой станции определяется объемом, характером и технологией работы.

11.1.50 На промежуточных, грузовых, сортировочных и участковых железнодорожных станциях для выполнения приемо-сдаточных операций следует предусматривать выставочные железнодорожные пути (выставочный парк), число которых следует определять в зависимости от вагонопотока и характера его переработки, числа примыкающих железнодорожных путей необщего

пользования и их плана и профиля из расчета один железнодорожный путь на шесть пар поездов (передач вагонов), но не менее двух железнодорожных путей. Полезную длину выставочных железнодорожных путей принимают равной длине приемо-отправочных железнодорожных путей, установленной на данном железнодорожном направлении, или устанавливают по максимальной длине передачи (подачи) вагонов на железнодорожный путь необщего пользования, увеличенной на 10%, но не менее 300 м.

11.1.51 На грузовых станциях для расформирования и формирования составов, сортировки вагонов по грузовым фронтам и пунктам погрузки и выгрузки следует предусматривать основные или вспомогательные сортировочные устройства горочного или негорочного типа:

- вытяжные железнодорожные пути со стрелочной горловиной на уклоне или горизонтальной площадке при объеме переработки до 249 ваг. сут;
- горки малой мощности при размерах переработки от 250 ваг. сут.

11.1.52 Перегрузочные станции и пункты перестановки вагонов (тележек вагонов) проектируют в пограничных пунктах передачи грузов и пересадки пассажиров из вагонов одной колеи в вагоны другой колеи, или с железнодорожного транспорта на другие виды транспорта.

11.1.53 Путевое развитие перегрузочной станции должно быть обосновано в проектной документации аналитическим или графо-аналитическим расчетом, или имитационным моделированием.

11.2 Сортировочные сооружения и устройства железнодорожного транспорта

11.2.1 Для переработки вагонов на железнодорожных станциях следует проектировать сортировочные устройства (горки повышенной, большой, средней и малой мощности, вытяжные пути на уклонах либо горизонтальных площадках). Тип и мощность сортировочных устройств следует устанавливать в проектной документации в зависимости от размеров и характера перерабатываемого вагонопотока на расчетный срок. Для сортировочных горок в зависимости от размеров и характера перерабатываемого вагонопотока следует предусматривать применение устройств механизации и автоматизации сортировочного процесса. Применение устройств механизации допускается на горках любой мощности. Управление устройствами механизации и автоматизации следует проектировать в соответствии с исходными данными владельца инфраструктуры железнодорожного транспорта.

11.2.2 Проектируются следующие типы основных и вспомогательных сортировочных устройств:

- горочные – сортировочные горки повышенной, большой, средней и малой мощности, где для скатывания вагонов используется в основном сила тяжести;
- негорочные – профилированные вытяжные пути, вытяжные пути со стрелочными горловинами на уклоне, где при сортировке вагонов используется сила тяги локомотива и сила тяжести вагонов; вытяжные пути и стрелочные горловины на горизонтальной площадке, где используется только сила тяги локомотива.

11.2.3 Сортировочные горки повышенной мощности проектируются, если проектные размеры переработки превышают 5500 ваг. сут при числе путей в сортировочном парке 30 и более. Сортировочные горки большой мощности проектируются для переработки от 3500 до 5499 вагонов в среднем в сутки при числе путей в сортировочном парке 30 и более. Сортировочные горки средней мощности проектируют для переработки от 1500 до 3499 вагонов в среднем в сутки при числе путей в сортировочном парке от 17 до 29. Сортировочные горки малой мощности проектируются для переработки от 250 до 1499 вагонов в среднем в сутки при числе путей в сортировочном парке от 4 до 16. Вытяжные пути со стрелочными горловинами на уклоне, вытяжные пути и стрелочные горловины на горизонтальной площадке проектируются для

сортировки до 249 ваг. сут, а также для окончания формирования и перестановки составов в выходных горловинах сортировочных парков.

11.2.4 Количество путей надвига и спускных путей, а также количество горбов горки устанавливается в зависимости от ее мощности по таблице 11.7. При этом, при числе путей в сортировочном парке более 24 в проектной документации следует предусмотреть не менее двух спускных пути.

Таблица 11.7 — Основные технические параметры сортировочных горок в зависимости от их мощности

Наименование технического параметра	Значения технических параметров в зависимости от мощности сортировочной горки			
	Повышенная	Большая	Средняя	Малая
Количество путей надвига	3 и более	2 и более	1-2	2
Количество горбов	Соответствует принятому количеству путей надвига	Соответствует принятому количеству путей надвига	2	1-2
Количество спускных путей	2-3	2-3	1-2 ¹⁾	1

11.2.5 При проектировании горочных горловин следует применять стрелочные переводы в соответствии с требованиями технических нормативных правовых актов. В проектах горочных горловин стрелки должны быть оборудованы устройствами или системами для защиты от перевода под подвижным составом. В случае отправления поездов своего формирования непосредственно с сортировочно-отправочных путей в сторону, противоположную направлению сортировки, в обход горки, стрелочные переводы на таких маршрутах следует укладывать по нормам для приемо-отправочных путей, а при невозможности – по нормам для горочных путей с ограничением скорости движения поездов при отпращивании. При проектировании горловин негорочных сортировочных устройств применяют стрелочные переводы с маркой крестовины не круче 1/6.

11.2.6 Перевальная часть сортировочной горки проектируется с выведением вершин горки на одинаковую отметку, соответствующую трудным расчетным условиям эксплуатации. При технико-экономическом обосновании допускается расположение вершин горки на разных отметках, особенно в зонах с тяжелыми климатическими условиями (низкие температуры, обильные снегопады, сильные ветры) в зависимости от структуры вагонопотока и других местных условий.

11.2.7 Пути надвига, горочные вытяжные пути, а также вытяжные пути негорочных сортировочных устройств следует проектировать прямыми в плане. В трудных и особо трудных условиях указанные железнодорожные пути допускается проектировать с радиусом кривой не менее 600 м. Использование обратных кривых при проектировании путей надвига и вытяжных путей сортировочных устройств не допускается. Для путей надвига сортировочных горок необходимо обеспечить прямой участок от кривой до вершины горки длиной не менее 40 м.

11.2.8 Длину путей надвига (от предельного столбика последнего стрелочного перевода предгорочной горловины до вершины горки) на горках повышенной и большой мощности следует устанавливать равной 350-400 м с учетом потребности в увеличении в перспективе числа путей в парке приема и их полезной длины. В трудных условиях и при реконструкции сортировочной горки длину путей надвига от предельного столбика последнего стрелочного перевода предгорочной горловины до вершины горки следует принимать не менее 150 м, а в особо трудных условиях – не менее 100 м.

11.2.9 С каждого надвижного пути сортировочной горки должен быть обеспечен выход на все сортировочные пути. При устройстве двух спускных путей горки с каждого из них должен быть

выход на все железнодорожные пути сортировочного парка, а при трех и более – со средних спускных путей.

11.2.10 Для передачи в парк приема (в обход горки) с сортировочных путей вагонов, требующих повторной переработки, и выполнения других операций горки повышенной и большой мощности должны проектироваться с двумя обходными путями из сортировочного парка в парк приема. На первую очередь строительства горок повышенной и большой мощности допускается проектировать один обходной путь из сортировочного парка в парк приема со стороны расположения путей для ремонта вагонов. На горках средней мощности следует проектировать не менее одного обходного пути из сортировочного парка в парк приема со стороны расположения путей для ремонта вагонов. Для частичной переработки составов может сооружаться соединенное с одним из обходных путей вспомогательное сортировочное устройство. Оно должно работать параллельно и во взаимодействии с основной горкой и состоять из горки малой мощности, крайнего железнодорожного пути сортировочного парка и дополнительно укладываемых путей, параллельных сортировочному парку.

11.2.11 При проектировании горочных горловин в пределах от первой разделительной стрелки до предельных столбиков необходимо обеспечить наименьшую длину совместного маршрута следования для большинства отцепов и наименьшую сумму углов поворота кривых на маршрутах скатывания. Пути сортировочного (сортировочно-отправочного) парка со стороны горки следует группировать в пучки, содержащие от 3 до 8 путей в каждом. При этом пучки с большим числом путей следует укладывать ближе к оси сортировочного парка.

11.2.12 На спускной части горки круговые кривые следует проектировать радиусом не менее 200 м. Радиусы закрестовинных кривых последних разделительных стрелок путей сортировочного (сортировочно-отправочного) парка допускается уменьшать до 180 м с соответствующим усилением кривой контррельсами.

11.2.13 В горочных горловинах следует предусматривать прямые участки пути для установки вагонных замедлителей. Длину этих участков в зависимости от типа вагонного замедлителя принимают равной длине установки двух вагонных замедлителей на первой тормозной позиции, а на пучковой тормозной позиции – двух (трех) вагонных замедлителей.

11.2.14 Вагонные замедлители на тормозных позициях укладывают по эпюрам. Рельсовые цепи вагонных замедлителей должны быть разделены изолирующими стыками. Изолирующие стыки должны соответствовать ГОСТ 32695. Допускается размещение вагонных замедлителей на одном пути тормозной позиции в общей рельсовой цепи.

11.2.15 Длина изолированных участков замедлителей устанавливается в зависимости от применяемых устройств железнодорожной автоматики и телемеханики с учетом требований.

11.2.16 Для обслуживания сортировочных устройств следует предусматривать технологические проходы для работников и проезды для техники. Технологические проезды следует проектировать с выходами на автомобильные дороги общего пользования.

11.2.17 В местах наиболее интенсивного передвижения работников горки и станции следует проектировать переходы через железнодорожные пути из железобетонных плит, а в местах, где покрытие переходов не будет разрушаться при ремонтах и текущем содержании путей, из монолитного бетона, асфальтированные или из других материалов.

11.2.18 Профиль надвигной части сортировочной горки может проектироваться главным образом применительно к двум вариантам (рисунок 11.2):

- перед сопрягающей кривой горба горки устраивается подъем крутизной 8‰-10‰ на протяжении 50 м (рисунок 11.2, вариант I); предыдущий участок пути надвига (от стрелки предгорочной горловины парка приема до начала подъема) проектируется на подъеме в сторону горки крутизной в пределах 1‰-2‰;

- перед сопрягающей кривой горба сортировочной горки подъем проектируется крутизной в среднем 12‰-16‰ на протяжении 150-100 м в целях повышения эффективности роспуска составов с переменной скоростью и безопасности скатывания длинных тяжелых отцепов (см. рисунок 11.2, вариант II); предыдущий участок подвижной части (длиной около 350 м) перед подъемом следует располагать на горизонтальной площадке или на подъеме крутизной не более 1‰; разность крутизны этого и смежного элемента не должна превышать 25‰.

На горках малой мощности при соблюдении указанных требований подъем перед сопрягающей кривой горба можно проектировать как один участок крутизной до 25‰.



Рисунок 11.2 — Варианты профиля подвижной и перевальной частей горки без профильного разделительного элемента

11.2.19 Радиусы вертикальных кривых при сопряжении элементов профиля на горбе сортировочной горки следует проектировать от 350 до 400 м в сторону подвижной части и от 250 до 300 м в сторону спускной части, считая относительно вершины горки; при сопряжении остальных элементов на подвижной части – не менее 350 м, спускной части горки – не менее 250 м. Сопрягающие вертикальные кривые следует размещать вне пределов вагонных замедлителей, остряков и крестовин стрелочных переводов.

11.2.20 Перелом продольного профиля в пределах расположения остряков и крестовин стрелочных переводов, вагонных замедлителей и других технических средств регулирования скорости движения отцепов не производится.

11.2.21 Конструкция продольного профиля спускной части горки проектируется вогнутого очертания, когда уклон элемента профиля меньше предыдущего. При соответствующем обосновании допускается устройство отдельных участков продольного профиля ступенчатой конфигурации (в целях создания условий для ускорения отцепов с плохими ходовыми качествами).

На спускной части сортировочной горки следует предусматривать участки:

- скоростной элемент (один или два), первая тормозная позиция (далее - I ТП);
- промежуточный, вторая тормозная позиция (далее - II ТП);
- стрелочная зона, предпарковый элемент, парковая тормозная позиция, парковый элемент до расчетной точки.

Скоростной элемент спускной части сортировочной горки проектируют крутизной не более 50‰. Разницу крутизны этого элемента и следующего за ним принимают равной не более 25‰. Прямой (в профиле) участок скоростного элемента, ограниченный тангенсами вертикальных сопрягающих кривых, следует проектировать длиной не менее 20 м.

Участок I ТП сортировочных горок большой и средней мощности следует размещать на спуске крутизной не менее 12‰, а на сортировочных горках малой мощности (с одной тормозной позицией на спускной части) – не менее 7‰.

Участок II ТП следует располагать на спуске крутизной не менее 7‰, а в холодных IV-VI температурных зонах – не менее 10‰.

Крутизну участка стрелочной зоны принимают в пределах от 1,0‰ до 1,5‰, на крайних пучках сортировочных железнодорожных путей – до 2,0‰ для сортировочных горок с числом железнодорожных путей в сортировочном парке до 30 и до 2,5‰ для сортировочных горок с числом железнодорожных путей в сортировочном парке более 30 и в холодных температурных зонах.

11.2.22 Суммарная крутизна сопрягаемых на горбе горки уклонов надвижной и спускной частей не должна превышать 55‰. Если при указанных нормативах это условие не соблюдается, следует предусматривать на надвижной части непосредственно перед вершиной горки профильный разделительный элемент, располагаемый на подъеме крутизной не менее 5‰ (см. рисунок 11.3). Длина профильного разделительного элемента (между тангенсами смежных вертикальных кривых) должна быть не менее 10 м.

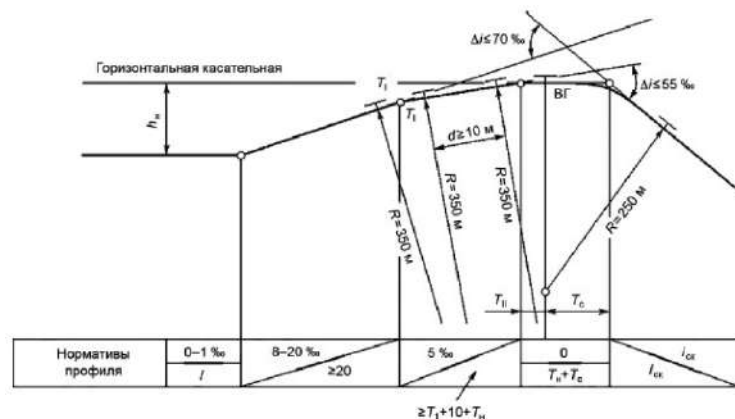


Рисунок 11.3 — Профиль надвижной и перевальной частей горки с профильным разделительным элементом

11.2.23 Примыкающий к разделительному элементу участок надвижной части проектируется длиной не менее 20 м. При этом суммарная крутизна уклонов этого участка и скоростного элемента не должна превышать 70‰. Разница крутизны этого элемента и следующего за ним допускается не более 25‰.

11.2.24 Прямой (в профиле) участок скоростного элемента, ограниченный тангенсами вертикальных сопрягающих кривых, должен иметь длину не менее 20 м.

11.2.25 Парковая тормозная позиция при оборудовании ее двухрельсовыми замедлителями на возводимых горках и при благоприятных местных условиях на эксплуатируемых может при обосновании располагаться на спуске крутизной до 8‰, в остальных случаях при расположении в кривой на уклоне – крутизной до 2‰, а на прямой – до 1,5‰. Сортировочные пути за парковой тормозной позицией следует размещать на равномерном спуске крутизной 0,6‰, кроме последнего участка длиной 100 м, который совместно с выходной горловиной сортировочного парка следует располагать на подъеме 2,0‰. На эксплуатируемых сортировочных горках при их реконструкции последний участок длиной 100–150 м и выходная горловина сортировочного парка должны располагаться на подъеме до 2‰.

11.2.26 Сортировочные пути, на которых сортировку вагонов производят с вытяжных путей, в пределах стрелочной зоны следует располагать на спуске в сторону сортировки вагонов; крутизну спуска принимают не более 2‰. Там, где маневровые операции выполняют преимущественно с порожними вагонами, стрелочные горловины следует располагать на спуске до 2,5‰.

11.2.27 Расчетная потребная высота H_p (минимальная) сортировочной горки должна обеспечивать докатывание расчетного бегуна в неблагоприятных условиях скатывания до

расчетной точки. Конструктивная потребная высота H_k сортировочной горки должна обеспечивать реализацию максимальных и по возможности равных значений расчетной скорости роспуска на разделительных элементах расчетного маршрута скатывания. Она определяется с учетом наиболее полного использования допускаемой скорости входа расчетного очень хорошего бегуна на тормозные позиции в благоприятных условиях скатывания. Принятая в проекте итоговая конструктивная высота горки H_k должна удовлетворять условию $H_k \geq H_p$.

Если это условие не выполняется, то при проектировании принимается условие $H_k = H_p$.

11.2.28 Определяемая при проектировании сортировочных устройств расчетная мощность тормозных средств на каждой тормозной позиции должна обеспечивать безопасную и экономичную сортировку вагонов при реализации расчетной скорости роспуска. Потребная расчетная мощность тормозных позиций, соответствующая параметрам распределения поглощаемой ими удельной энергии движущегося вагона, определяется применительно к выбранным режимам регулирования скорости на основании моделирования или аналитических расчетов. Наличная мощность монтируемых в пути замедлителей устанавливается при использовании справочных данных о выбранном типе замедлителей и должна быть не менее потребной. Потребная суммарная мощность тормозных средств сортировочных горок с двумя тормозными позициями на спускной части должна обеспечивать при благоприятных условиях скатывания отцепов остановку четырехосного вагона весом 100 т (100 тс) и сопротивлением 0,5 Н/кН (0,5 кгс/тс) на второй тормозной позиции. При этом расчет производится при использовании мощности первой тормозной позиции на уровне 50% и обеспечении условия не превышения скорости входа расчетного бегуна установленной по техническим характеристикам допустимой скорости входа на тормозные позиции. Мощность второй тормозной позиции при этом используется на 100%. На I ТП для всех сортировочных горок необходимо устанавливать не менее двух замедлителей с целью обеспечения роспуска составов в период выключения для ремонта одного из замедлителей. Суммарная потребная мощность тормозных средств горок малой мощности с числом тормозных позиций 1-2 (включая парковую тормозную позицию) должна обеспечивать при благоприятных условиях скатывания остановку четырехосного вагона весом 100 т (100 тс) и сопротивлением 0,5 Н/кН (0,5 кгс/тс) на парковой тормозной позиции. Потребная расчетная мощность парковой тормозной позиции для горок большой и средней мощности (и горок малой мощности с двумя тормозными позициями на спускной части горки) устанавливается в ходе оптимизационных расчетов при комплексном проектировании высоты и продольного профиля горки. Потребная мощность парковой тормозной позиции на горках малой мощности с пучковой тормозной позицией проектируется равной 0,8 м эн.в. Расчетная мощность дополнительной (второй) парковой тормозной позиции на горках определяется в ходе оптимизационных расчетов, но должна быть не менее 0,4 (0,35) м эн.в.

11.2.29 При расчетах торможения на немеханизированной горке следует предусматривать остановку очень хороших бегунов на тормозной позиции башмакосбрасывателей в начале подгорочных путей с учетом торможения вагонов на протяжении 0,8 длины башмачной тормозной позиции спускной части. Если невозможно остановить расчетный отцеп на парковой позиции башмакосбрасывателей при укладке двух башмаков под первый вагон и одного под следующий вагон в отцепе при длине юза каждого башмака не более 15 м, то следует предусматривать оборудование вслед за основной также дополнительной тормозной позиции башмакосбрасывателей на пути накопления. Башмакосбрасыватели на подгорочных путях следует укладывать на расстоянии не ближе 15 м за предельным столбиком прямого пути или 15 м за концом закрестовинной кривой, в начале прямого участка пути, на каждой его рельсовой нити. На немеханизированной горке малой мощности рекомендуется дополнительно предусматривать укладку двух башмакосбрасывателей: одного на расстоянии 5 м за ее вершиной и другого перед изолированным участком первой разделительной стрелки. Первый башмакосбрасыватель предназначается для использования после выхода части отцепа на ускоряющий уклон, когда требуется снизить начальную энергетическую высоту отцепа при отрыве его от состава. Второй башмакосбрасыватель должен использоваться для торможения отцепа в случае экстренной

необходимости уменьшения скорости его скатывания. На горках с механизированными тормозными позициями при необходимости оставления в сортировочном парке башмачного торможения в качестве резервных средств следует предусматривать башмакосбрасыватели на каждом железнодорожном пути подгорочного парка не ближе 25 м за механизированной парковой тормозной позицией.

11.2.30 Конструкция и техническое оснащение сортировочной горки (план, высота и профиль горки, технические средства механизации и автоматизации) должны обеспечивать непрерывное, бесперебойное и безопасное расформирование составов при соблюдении всех технических и технологических требований со скоростью роспуска не менее указанной в таблице 11.8.

Таблица 11.8 — Скорость роспуска на сортировочных горках (в м/с)

Сортировочная горка	Расчетное сочетание бегунов ¹⁾	Скорость роспуска v_{opt}
Повышенной и большой мощности	ОП-ОХ-ОП	1,7
Средней мощности	ОП-Х-ОП	1,4
Малой мощности механизированной с тормозной позицией на спускной части	П-Х-П ²⁾	1,2
Малой мощности немеханизированной с тормозной позицией на спускной части	П-Х-П ²⁾	1,0
Малой мощности немеханизированной без тормозной позиции на спускной части	П-Х-П ²⁾	0,8

Примечания:

1) В столбце использованы следующие сокращения расчетных бегунов: ОП – очень плохой, П – плохой, Х – хороший, ОХ – очень хороший.

2) При доле порожних вагонов менее 30%, в других случаях принимается сочетание ОП-Х-ОП.

11.2.31 Среднюю скорость движения расчетного бегуна по различным участкам горки следует принимать в зависимости от мощности горки в соответствии с данными таблицы 8.9.

Таблица 11.9 — Средняя скорость движения вагонов на горках (в м/с)

Расчетные участки горки	С двумя и более ТП на спускной части			С одной ТП на спускной части		Без ТП на спускной части
	ГПМ	ГБМ	ГСМ	ГСМ	ГММ	ГММ
От вершины горки до начала I ТП	4,2	4,5	4,0	3,5	4,5	3,5
От начала I ТП до начала II ТП	5,5	6,0	5,0	4,0	4,5	3,5
От начала II ТП до начала парковой механизированной тормозной позиции или до башмакосбрасывателя	5,0	5,0	4,0	3,0	4,0	3,0
Сортировочные пути (до расчетной точки)	2,0	2,0	2,0	2,0	1,4	1,4

11.2.32 При проектировании сортировочных устройств следует предусматривать резерв перерабатывающей способности горки от 10% до 15% для обеспечения высоких темпов роспуска составов вагонов и предотвращения затруднений (в том числе в зимний период). При равенстве перерабатывающей способности сортировочной горки и пропускной способности парка приема

расчетный уровень загрузки сортировочной горки следует принимать равным 0,7, т.е. резерв перерабатывающей способности горки должен составлять 30%.

11.2.33 Возможность реализации установленной скорости роспуска необходимо проверять наличием достаточных интервалов на всех разделительных элементах спускной части горки. Для обеспечения достаточных интервалов между скатывающимися отцепами следует предусматривать резерв интервала на каждом разделительном элементе не менее 1 с. Это условие следует проверять для неблагоприятных и благоприятных условий скатывания, при встречном и попутном ветре.

11.2.34 Проектирование элементов профиля основано на применении интервально-прицельного регулирования скорости движения отцепов. Системы автоматизации сортировочного процесса, использующие этот принцип, должны накладываться на такие горки без каких-либо дополнительных требований к указанным нормативам профилей. Применение других, в том числе автоматизированных систем, требующих сооружения специальных профилей горок или подгорочных путей, а также ориентированных на использование уже имеющихся подобных профилей (например, располагаемых на сплошных ускоряющих уклонах), допускается по индивидуальным проектам при наличии соответствующего обоснования в проектной документации.

11.2.35 Элементы сортировочных горок большой и средней мощности (пути надвига, горочная горловина, сортировочные парки, соединительные обходные пути) должны проектироваться с учетом их периодического частичного закрытия для выполнения плановых ремонтов пути.

11.2.36 Сортировочное устройство должно проектироваться как технологическая система, включающая путевое развитие соответствующего профиля, маневровые локомотивы, техническое оснащение, ремонтную базу, служебно-технические, а также служебно-бытовые здания и помещения с необходимыми коммуникациями, устройства освещения, автомобильные дороги, переходные мосты, тоннели и дорожки, проезды для электро- и автокаров. Сортировочные горки повышенной и большой мощности необходимо оборудовать комплексом технических средств систем автоматизации, обеспечивающих: управление надвигом и роспуском составов; управление маршрутами движения отцепов; регулирование скорости скатывания отцепов; управление маневровыми передвижениями; контроль заполнения сортировочного парка; контроль и диагностику технических средств; автоматизацию компрессорных; обмен информацией в рамках применяемой автоматизированной системы.

11.3 Требования к железнодорожным станциям по обеспечению безопасности выполнения операций с опасными грузами

11.3.1 На железнодорожных станциях, осуществляющих грузовые операции с опасными грузами на местах общего пользования, а также осуществляющие подачу вагонов с опасными грузами на железнодорожные пути необщего пользования и (или) уборку таких вагонов, следует предусматривать продольные вдоль парков железнодорожных путей и поперечные автомобильные проезды шириной не менее 6 м.

11.3.2 При разработке проектов возводимых или реконструкции существующих железнодорожных станций места погрузки, выгрузки и перегрузки грузов класса 1 (взрывчатых материалов) следует предусматривать:

- на примыкающих железнодорожных путях необщего пользования с размещением в этих местах складов и других необходимых устройств;

- на железнодорожных станциях общего пользования для выполнения грузовых операций с взрывчатыми материалами, принадлежащими Министерству обороны Республики Беларусь, Министерству внутренних дел Республики Беларусь, Министерству по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь и (или) Комитету государственной безопасности Республики Беларусь.

11.3.3 Склады хранения опасных грузов по отношению к административно-бытовым зданиям должны быть размещены на расстоянии не менее 500 м с подветренной стороны для ветров преобладающего направления, на хорошо продуваемых и незатопляемых (уровень грунтовых вод не выше 2 м) земельных участках. Погрузочно-разгрузочные работы с опасными грузами должны производиться в специально отведенных местах, удаленных от зданий, сооружений и других объектов на расстояние не менее 500 м.

11.3.4 Размещение проектируемых на территориях железнодорожных станций мест для закапывания обеззараженных токсичных веществ, растворов, промывных вод следует предусматривать на расстоянии не ближе 500 м от жилых зданий, животноводческих ферм, колодцев, поверхностных водоемов по грунтовому потоку в направлении, предотвращающем загрязнение источников водоснабжения.

11.3.5 Проектируемые на железнодорожных путях необщего пользования места погрузки, выгрузки, перегрузки и (или) хранения взрывчатых материалов должны находиться на безопасном расстоянии от объектов железнодорожного транспорта общего пользования. При расчете безопасного расстояния от мест производства работ и хранения взрывчатых материалов на железнодорожных путях необщего пользования до объектов железнодорожного транспорта общего пользования следует принимать третью степень повреждения.

11.3.6 Места для погрузки, выгрузки и перегрузки взрывчатых материалов на специально выделенных станциях, а также места для стоянки вагонов с такими грузами вне поездов или вне сформированных составов (за исключением сортировочных путей, на которых вагоны с взрывчатыми материалами могут находиться под накоплением) следует удалять на расстояние не менее 125 м от следующих объектов: жилых и производственных строений; территорий тяговых подстанций; грузовых складов; общих мест погрузки, выгрузки и хранения грузов; мест налива и слива опасных жидких грузов; главных путей на станциях. Железнодорожные пути в этих местах не электрифицируют. На указанных выше местах в проектной документации следует предусмотреть средства пожаротушения и устройства стационарного и переносного электрического освещения с арматурой и светильниками во взрывобезопасном исполнении.

11.3.7 Для подхода автомобильного транспорта к местам погрузки, выгрузки и (или) перегрузки взрывчатых материалов следует предусматривать подъезды.

11.3.8 Разработка проектов пунктов перевалки и складирования взрывопожароопасных грузов должна осуществляться с учетом технических условий, выданных уполномоченными органами в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

11.3.9 Для переработки и хранения легковоспламеняющихся взрывопожароопасных грузов, грузов, вредных для здоровья людей, следует проектировать помещения и пути к ним с соблюдением требований пожарной безопасности СН 2.02.05. В помещениях дежурных по железнодорожным станциям (паркам) в проектах следует предусмотреть обустройство телефонной связи для вызова пожарной охраны.

11.3.10 На станциях, постоянно принимающих и отправляющих радиационные грузы, а также осуществляющих их временное хранение, должны быть выделены и огорожены места площадью не менее 10 кв.м на складах общего пользования. Ограждение выделенного места должно быть выполнено из кирпича или бетона и иметь высоту не менее 2 м. На стене следует предусмотреть установку знака радиационной опасности.

11.3.11 На сортировочных, участковых и грузовых железнодорожных станциях следует предусматривать специализированный путь для отстоя неисправных вагонов с опасными грузами. Такой железнодорожный путь следует проектировать на площадке размерами не менее 20х50 м, удаленным от жилых и производственных зданий и селитебных территорий, железнодорожных вокзалов и пассажирских платформ на расстояние не менее 125 м, на расстояние не менее 50 м от

главных станционных железнодорожных путей, вагонного (эксплуатационного или ремонтного) депо, локомотивного (эксплуатационного или ремонтного) депо, пункта технического обслуживания вагонов и специально выделенных мест для производства грузовых операций с взрывчатыми материалами. На площадке возле этого железнодорожного пути следует предусматривать: твердое бетонное и асфальтовое покрытие, рассчитанное на предотвращение проникновения в земляное полотно пролитых нефтепродуктов, кислот и других жидкостей; подъезды к площадке для пожарных автомобилей и автомобилей технической помощи; проезды для средств напольного транспорта; источник противопожарного водоснабжения; освещение во взрывобезопасном исполнении, обеспечивающее круглосуточное производство работ; молниеотводы; средства заземления путей, механизмов и вагонов; отстойники для улавливания продуктов, поверхностных вод и вод, образующихся при мойке территории площадки; желоба и лотки для подвода продуктов и вод к отстойникам; средства очистки отстойников после каждого попадания в них продуктов и сточных вод и их удаления в места нейтрализации; систему создания защитной водяной завесы на длине размещения не менее двух вагонов, включающую насосную, резервуар, источник противопожарного водоснабжения, стационарный рассеиватель с размещением распылителей воды с интервалами в 8 м на расстоянии 5 м от вагонов; емкости для сухого песка; емкости для нейтрализаторов.

11.4 Примыкания и пересечения железнодорожных линий. Примыкания железнодорожных путей необщего пользования

11.4.1 Примыкание возводимых железнодорожных линий к существующим железнодорожным линиям должно осуществляться к отдельным пунктам с путевым развитием или без путевого развития.

11.4.2 Примыкание возводимых железнодорожных путей необщего пользования должно осуществляться к отдельным пунктам с путевым развитием в горловинах. В особо трудных условиях разрешается примыкание железнодорожных путей необщего пользования к железнодорожным путям, за исключением главных, отдельных пунктов с путевым развитием. Примыкание возводимых железнодорожных путей необщего пользования к главным железнодорожным путям на перегонах запрещено.

11.4.3 Для возводимых железнодорожных линий примыкающих к горловинам существующих отдельных пунктов с путевым развитием следует предусматривать соединения для одновременного приема и отправления поездов по существующему главному и примыкающему железнодорожным путям. При примыкании возводимого железнодорожного пути необщего пользования следует обеспечить возможность параллельного выполнения операций по приему поездов на станцию примыкания и их отправления и операций по подаче вагонов на примыкающий железнодорожный путь необщего пользования и их уборки обратно на станцию примыкания.

11.4.4 При примыкании возводимой железнодорожной линии к существующему отдельному пункту с путевым развитием следует предусматривать возможность прямого (без изменения направления движения) следования через отдельный пункт примыкания транзитных поездов преимущественного (наибольшего по количеству таких поездов) направления.

11.4.5 В местах пересечения главных железнодорожных путей в одном уровне, а также примыкания железнодорожных линий, железнодорожных путей необщего пользования и соединительных железнодорожных путей к главным железнодорожным путям существующих железнодорожных линий общего пользования должны располагаться предохранительные тупики или охранные стрелки. При примыкании новых железнодорожных линий должны обустраиваться предохранительные тупики. При примыкании железнодорожных путей необщего пользования или соединительных путей, объединяющих несколько путей необщего пользования к приемо-отправочным и другим станционным путям общего пользования для предотвращения самопроизвольного выхода железнодорожного подвижного состава на железнодорожную станцию примыкания или перегон следует предусматривать предохранительные устройства. Выбор типа

предохранительного устройства осуществляется в зависимости от местных условий и обосновывается в проектной документации на основе технических требований укладки на станциях предохранительных устройств, утверждаемых владельцем инфраструктуры общего пользования. Если в местах примыкания к приемо-отправочным и другим станционным путям имеются существующие устройства для предотвращения самопроизвольного выхода железнодорожного подвижного состава на железнодорожную станцию или перегон, дополнительно оборудовать места примыкания путей необщего пользования указанными устройствами не требуется.

11.4.6 Примыкание железнодорожных путей необщего пользования к отдельным пунктам с путевым развитием общего пользования не должно приводить к снижению пропускной и перерабатывающей способности последних и должно исключать возможность непроизводительного простоя поездов на подходах к ним.

11.4.7 На возводимой или реконструируемой железнодорожной станции примыкания необходимо предусматривать дополнительные железнодорожные пути (приемо-отправочные, выставочные, ходовые, сортировочные и др.). Количество, специализация и полезная длина дополнительных железнодорожных путей должны быть обоснованы в проектной документации.

11.4.8 Пересечения железнодорожных линий с другими железнодорожными линиями, железнодорожными путями необщего пользования следует проектировать в разных уровнях за исключением случаев, регламентируемых в 8.4.10.

11.4.9 Проектируемые путепроводные развязки должны учитывать перспективу развития инфраструктуры железнодорожного транспорта.

11.4.10 Допускается пересечение двух железнодорожных линий в одном уровне с устройством в месте пересечения отдельного пункта. В этом случае в проектной документации должны быть выполнены расчеты, подтверждающие достаточность данного решения для обеспечения требуемого уровня пропускной и провозной способности пересекающихся железнодорожных линий в расчетном периоде.

11.4.11 Полезную длину предохранительных тупиков следует принять равной не менее 50 м.

11.4.12 Перегоны, имеющие затяжные спуски, а также отдельные пункты с путевым развитием, ограничивающие такие перегоны, должны иметь улавливающие тупики для остановки потерявшего управление при движении по этому спуску поезда или части поезда.

11.4.13 При реконструкции существующих железнодорожных путей, а также при строительстве новых отдельных пунктов с путевым развитием на существующих железнодорожных линиях и новых железнодорожных путей на существующих железнодорожных станциях, расположенных на уклонах круче 2,5‰, где предусматривается оставление подвижного состава без локомотива, со стороны спуска следует предусматривать установку предохранительных устройств или стационарных устройств закрепления вагонов для предотвращения самопроизвольного ухода вагонов (составов) за пределы их полезной длины. Технические параметры предохранительных устройств или стационарных устройств закрепления вагонов должны позволять удерживать закрепленный подвижной состав при проектном значении уклона пути. Устанавливаемые предохранительные устройства или стационарные устройства закрепления вагонов должны соответствовать требованиям по включению их в систему централизации и блокировки, иметь контроль заграждающего положения и исключать самопроизвольный выход железнодорожного подвижного состава на другие железнодорожные пути и маршруты приема, следования и отправления поездов. Предохранительные тупики следует предусматривать в нормальных условиях проектирования. В трудных условиях допускается установка сбрасывающих стрелок. В особо трудных условиях допускается установка сбрасывающих стрелок, сбрасывающих остяков или колесосбрасывающих башмаков. На путях, предназначенных для стоянки пассажирских и пригородных поездов установка сбрасывающих стрелок, сбрасывающих остяков

и колесосбрасывающих башмаков не допускается. Предохранительные устройства или стационарные устройства закрепления вагонов допускается не предусматривать, если маршруты возможного несанкционированного следования вагонов (составов) изолированы от маршрутов следования поездов взаимным расположением путей и стрелок. На путях железнодорожных станций, предназначенных для отстоя локомотивов без бригад, следует предусматривать предохранительные устройства: сбрасывающие стрелки, сбрасывающие острия или колесосбрасывающие башмаки. В случае применения сбрасывающих стрелок, сбрасывающих остриев или колесосбрасывающих башмаков ширина междупутья предполагаемого сброса должна составлять не менее 5,0 м. Приближение строений, сооружений и технических средств железнодорожной инфраструктуры к месту планируемой установки сбрасывающего устройства со стороны предполагаемого сброса должно составлять не менее 6 м.

11.4.14 При проектировании двухпутных вставок, в местах слияния однопутных участков с двухпутными, следует предусматривать отдельные пункты в виде путевых постов, оборудованных предохранительными тупиками (рисунок 11.4). Устройство предохранительных тупиков должно ограждать несанкционированный выход подвижного состава с двухпутной вставки на однопутный участок при движении по правильному пути. При соответствующем обосновании, на путях, где исключено движение пассажирских поездов, допускается вместо предохранительных тупиков устройство сбрасывающих стрелок.

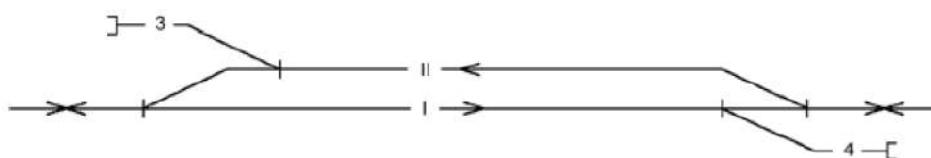


Рисунок 11.4 — Оборудование путевых постов предохранительными устройствами

12 Железнодорожные переезды и пешеходные переходы, пересечения с инженерными сетями

12.1 Пересечения с автомобильными дорогами

12.1.1 Пересечения возводимых железнодорожных линий с автомобильными дорогами категорий I-III по ТКП 682, магистральными городскими дорогами, магистральными улицами общегородского значения 1-го и 2-го классов крупнейших, крупных и больших городов, городскими дорогами и улицами общегородского значения средних и малых городов по СН 3.03.06, а также с дорогами республиканского значения предусматривают в разных уровнях.

Пересечения возводимых железнодорожных линий с автомобильными дорогами категорий IV и V по ТКП 682, дорогами необщего пользования по СН 3.03.03 и прочими улицами и дорогами в населенных пунктах из условия обеспечения безопасности движения необходимо проектировать в разных уровнях в следующих случаях:

- когда пересечение в одном уровне классифицируется как переезд I-III категории в соответствии с ТКП 543;
- когда пересечение располагается на участках железных дорог, где реализуются скорости движения поездов свыше 120 км/ч;
- при интенсивности движения более 100 поездов в сутки;
- при пересечении трех и более главных железнодорожных путей;
- при движении по автомобильным дорогам троллейбусов или устройстве на них совмещенных трамвайных путей;
- когда на автомобильной дороге не обеспечены нормы видимости.

12.1.2 Проектирование, возведение, реконструкция, модернизация и капитальный ремонт железнодорожных переездов на Белорусской железной дороге выполняется на основании ТКП 543.

12.1.3 Прогон скота в одном уровне через железнодорожные пути возможен через специально установленные для этого переходы — скотопрогоны. Допускается с разрешения владельца железнодорожной инфраструктуры применять железнодорожные мосты и водопропускные трубы с возможным увеличением отверстия для использования их в качестве скотопрогонов, а в случае технико-экономической целесообразности — для пропуска автомобильного транспорта и сельскохозяйственных машин.

Размеры отверстий железнодорожных мостов и водопропускных труб, используемых в указанных целях, следует принимать:

- для полевых дорог — шириной не менее 8,0 м, высотой не менее 4,5 м;
- для прогона скота — шириной не менее 8,0 м, высотой не менее 3,0 м.

Полевая дорога или дорога для прогона скота, проходящая под пролетом моста или в трубе под насыпью, по всей ее ширине и на участках не менее 10,0 м в каждую сторону от сооружения должна иметь твердое покрытие.

12.1.4 Конструкция и оборудование пересечений железнодорожной линии с автомобильной дорогой в разных уровнях (путепроводов) должны отвечать требованиям СН 3.03.01.

12.1.5 При необходимости, по требованию владельца инфраструктуры железнодорожной линии, возведенные или реконструируемые автомобильные путепроводы должны быть оборудованы системой контроля падения крупногабаритных предметов на железнодорожный путь. Получателя информации от системы контроля падения крупногабаритных предметов на железнодорожный путь устанавливает владелец инфраструктуры железнодорожного транспорта.

12.2 Железнодорожные пешеходные переходы

12.2.1 Пересечение железнодорожных путей с пешеходными дорожками в разных уровнях предусматривают в виде пешеходных мостов и пешеходных тоннелей. Пешеходные переходы в разных уровнях должны соответствовать требованиям СН 3.03.01.

12.2.2 Проектирование, возведение, реконструкция, модернизация и капитальный ремонт железнодорожных пешеходных переходов в одном уровне на Белорусской железной дороге выполняется на основании ТКП 539.

12.3 Пересечения с трубопроводами

12.3.1 При проектировании пересечений железнодорожных линий с трубопроводами различного назначения следует предусматривать надземную (на опорах или эстакадах) или подземную (под земляным полотном) их прокладку.

Пересечение трубопроводов различного назначения с железнодорожной линией либо прокладка трубопроводов параллельно железнодорожной линии должны соответствовать требованиям следующих нормативных документов:

- СНиП 2.05.06, СН 4.03.01 — для газопроводов, нефтепродуктопроводов и нефтепроводов;
- СН 4.01.01 — для трубопроводов систем водоснабжения;
- СН 4.01.02 — для трубопроводов систем водоотведения;
- СН 4.02.01 — для тепловых сетей.

При проектировании пересечений с трубопроводами на производственных объектах необходимо соблюдать требования СН 3.03.03.

К пересечениям через железнодорожные линии трубопроводов, которыми осуществляется транспортирование опасных веществ в соответствии с категориями, установленными законодательством в области промышленной безопасности, распространяются требования, как к опасным производственным объектам.

При проектировании пересечений железнодорожных линий с трубопроводами, транспортирующими водяной пар с рабочим давлением более 0,07 МПа или горячую воду с температурой выше 115 °С, должны быть выполнены требования, установленные законодательством в области промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением.

12.3.2 При проектировании пересечений с трубопроводами следует учитывать перспективу укладки дополнительных главных путей или развития отдельных пунктов с путевым развитием.

12.3.3 В районах распространения многолетнемерзлых грунтов переходы трубопроводами через железнодорожные линии на перегонах и отдельных пунктах с путевым развитием должны осуществляться преимущественно надземной прокладкой по эстакадам.

При подземной прокладке должны предусматриваться мероприятия по предупреждению оттаивания многолетнемерзлых грунтов на основе теплотехнических расчетов.

12.3.4 Не допускается прокладка трубопроводов любого назначения через тело земляного полотна железной дороги.

Верх защитного футляра (канала, тоннеля) следует располагать исходя из одновременного выполнения следующих условий:

- на расстоянии по вертикали не менее 2 м от подошвы рельса (или подошвы насыпи) при производстве работ открытым способом, методами микротоннелирования, прокола, продавливания и другими аналогичными методами либо не менее 3 м при устройстве перехода методом горизонтального направленного бурения;

- на расстоянии по вертикали не менее чем 1,5 м от дна водоотводных сооружений или подошвы насыпи.

12.3.5 Вновь сооружаемые пересечения трубопроводов с существующими железнодорожными путями следует располагать вне горловины железнодорожной станции на расстоянии от ближайшего крайнего стыка стрелочных переводов, съездов, глухих пересечений, уравнильных стыков и сбрасывающих стрелок не менее 10 м, а при наличии пучинистых грунтов — не менее 20 м.

Должны быть обеспечены минимальные расстояния от пересечения трубопровода до следующих объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта:

- не менее 30 м — до искусственных сооружений;
- не менее 10 м — до мест присоединения кабелей отсасывающих линий тяговой сети к рельсам электрифицированных железнодорожных линий;
- не менее 3 м — до фундаментов опор контактной сети;
- не менее 2 м — от опор (стоек) пассажирской платформы.

Расстояние в плане от крайней опоры надземного трубопровода должно быть:

- не менее 5 м — до подошвы откоса насыпи;
- не менее 3 м — до бровки откоса выемки;
- не менее 10 м — до крайнего рельса железнодорожной линии.

Угол пересечения надземных магистральных трубопроводов с железнодорожными линиями должен быть 90°. При прокладке в стесненных условиях, допускается угол пересечения трубопровода не менее 60°.

При строительстве новых железнодорожных линий или дополнительных железнодорожных путей, пересекающих трассу существующего трубопровода любого назначения (газопровод, водопровод, канализация, теплотрасса и др.), имеющего или вновь заключенного в соответствующие защитные сооружения (кожухи), расстояние от внешней грани трубопровода до опор искусственного сооружения должно быть не менее расстояния, обеспечивающего безопасную эксплуатацию трубопроводов в период производства строительно-монтажных работ.

При реконструкции отдельных пунктов с путевым развитием стрелочные переводы допускается располагать вне зависимости от расположения мест пересечения путей существующими трубопроводами. В случае, если стрелочные переводы размещаются в пределах существующего земляного полотна без его реконструкции, переустраивать существующие пересечения с трубопроводами, которые соответствуют требованиям настоящего подраздела, не требуется.

12.3.6 При подземной прокладке в месте пересечения трубопроводы должны предусматриваться в защитном футляре (кожухе) или в тоннеле, диаметр которых определяется условием производства работ и конструкцией переходов и должен быть больше наружного диаметра трубопровода не менее чем на 200 мм.

12.3.7 Концы защитного футляра (тоннеля) при подземной прокладке следует располагать на расстоянии по перпендикуляру к оси железнодорожного пути:

- не менее чем 50 м с каждой стороны от подошвы откоса насыпи или бровки откоса выемки, а при наличии водоотводных сооружений — от полевой бровки крайнего водоотводного сооружения при пересечении с трубопроводами, транспортирующими взрыво- и огнеопасные продукты;
- не менее 10 м от подошвы насыпи земляного полотна или бровки выемки, или крайних водоотводных сооружений при их наличии при пересечении с трубопроводами, за исключением транспортирующих взрыво- и огнеопасные продукты.

12.3.8 Если при проектировании реконструкции существующих железнодорожных линий, строительстве дополнительных главных путей, или реконструкции существующих отдельных пунктов с путевым развитием, связанным с уширением существующего земляного полотна, на существующем пересечении трубопровода не обеспечивается соблюдение 12.3.4–12.3.7, следует предусматривать реконструкцию или переустройство такого трубопровода на новой оси, либо удлинение защитного футляра. Способ обеспечения безопасности в части длины защитного футляра определяется по согласованию с владельцем трубопровода.

При реконструкции отдельных пунктов с путевым развитием стрелочные переводы допускается располагать вне зависимости от расположения мест пересечения путей существующими трубопроводами, без переустройства трубопроводов.

12.3.9 Конструкция перехода трубопроводов через железнодорожные пути должна обеспечивать возможность их отключения и опорожнения.

Для подземных пересечений газопроводов через железные дороги концы защитных футляров должны иметь уплотнения из диэлектрического материала. На одном из концов футляра или тоннеля следует предусматривать вытяжную свечу.

При проектировании переходов трубопроводов водопроводных и канализационных сетей через железнодорожные пути следует предусматривать мероприятия по предотвращению подмыва или подтопления железнодорожного пути при повреждении трубопроводов. При этом на трубопроводе с обеих сторон подземного перехода под железнодорожными путями следует предусматривать колодцы с установкой в них запорной арматуры.

12.3.10 Проектирование, строительство и реконструкция пересечений железнодорожных путей со стальными магистральными нефтепроводами, нефтепродуктопроводами и газопроводами в области защиты от подземной и атмосферной коррозии осуществляют в соответствии с ГОСТ 9.602, СНиП 2.05.06 и СН 4.03.01, а с трубопроводами водопроводных, канализационных и тепловых сетей — в соответствии с ГОСТ 9.602 и СН 3.03.06.

12.3.11 При проектировании, строительстве и реконструкции пересечений железнодорожных линий с газопроводами высокого давления, нефтепроводами и нефтепродуктопроводами должны быть предусмотрены дополнительные устройства по оповещению владельцев трубопроводов и владельцев инфраструктуры железнодорожной линии о возможных утечках в соответствии с требованиями СН 2.02.05 и СН 2.02.03.

12.4 Пересечения с линиями электропередачи и линиями связи

12.4.1 При проектировании, строительстве и реконструкции пересечений и сближений воздушных линий электропередачи с железнодорожными линиями необходимо руководствоваться требованиями ТКП 339.

12.4.2 Провода воздушных линий электропередачи не должны иметь соединений в пролете пересечения.

12.4.3 При проектировании, строительстве и реконструкции пересечений и сближений кабельных линий электропередачи с железнодорожными линиями необходимо руководствоваться требованиями ТКП 339. Пересечения кабельных линий электропередачи с железнодорожными линиями следует предусматривать подземным способом методом горизонтального направленного бурения (ГНБ) или горизонтального направленного прокола с прокладкой кабелей в защитных гладкостенных пластмассовых трубах-оболочках (футлярах) на глубине не менее 1 м от оснований насыпей земляного полотна и не менее 0,5 м от дна водоотводных канав. Защита кабелей должна предусматриваться на участке пересечения плюс по 2 м по обе стороны от оснований насыпей и от наружной стенки водоотводных канав.

12.4.4 При проектировании, строительстве и реконструкции кабельных линий объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта (технологической связи, автоматики и телемеханики, электроснабжения), связи и проводного вещания их пересечения с железнодорожными линиями следует предусматривать подземным способом методом ГНБ или

горизонтального направленного прокола с прокладкой кабелей в защитных гладкостенных пластмассовых трубах-футлярах, прокладываемых в соответствии с требованиями 12.4.3.

12.4.5 В местах проведения строительства подземных пересечений, выполняемых в соответствии с требованиями 12.4.3 и 12.4.4, при превышении установленных норм просадок земляного полотна должны предусматриваться страховочные (подвесные) пакеты или другие технические решения, обеспечивающие безопасность движения железнодорожного подвижного состава по железнодорожному пути.

12.4.6 Пересечения железнодорожных путей на станциях, кроме главных путей и путей со сквозным пропуском поездов, кабельными линиями объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта, а также на перегонах кабелями ответвлений в релейные шкафы (путевые ящики) и стойки перегонной связи, предусматриваются открытым способом в шпальных ящиках на глубине не менее 1 м от нижней поверхности шпалы с защитой кабелей неметаллическими трубами в обе стороны от пересекаемых железнодорожных путей на расстоянии не менее 2 м.

12.4.7 Угол пересечения железнодорожных линий воздушными, кабельными линиями электропередачи, кабельными линиями объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта, связи и проводного вещания должен быть в пределах от 75° до 90° к оси пути.

12.4.8 По согласованию с владельцем железнодорожной инфраструктуры допускается предусматривать устройство переходов кабелей технологической связи надземным способом через неэлектрифицированные железнодорожные линии и волоконно-оптических кабелей без металлических элементов в конструкции — через электрифицированные железнодорожные линии.

12.4.9 Места пересечений кабельных линий с железнодорожными линиями должны располагаться не ближе 10 м от стрелочных переводов и мест присоединения кабелей отсасывающих линий тяговой сети электрифицированных железнодорожных линий.

13 Охрана окружающей среды

13.1 Требования к размещению железнодорожных линий и объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта

13.1.1 При разработке мероприятий по охране окружающей среды следует учитывать:

- а) результаты оценки воздействия на окружающую среду, в том числе расчетов уровня шумового и вибрационного воздействия на прилегающую территорию жилой застройки с учетом фона по указанным воздействиям;
- б) перечень мероприятий по предотвращению и (или) снижению возможного негативного воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду и рациональному использованию природных ресурсов на период строительства, реконструкции, капитального ремонта и эксплуатации линейного объекта, включающий:
 - мероприятия по охране атмосферного воздуха;
 - мероприятия по охране и рациональному использованию земельных ресурсов и почвенного покрова;
 - мероприятия по рациональному использованию и охране вод и водных биоресурсов на пересекаемых линейным объектом реках и иных водных объектах;
 - мероприятия по рациональному использованию общераспространенных полезных ископаемых, используемых при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте;
 - мероприятия по обращению с отходами производства;
 - мероприятия по охране недр;
 - мероприятия по охране растительного и животного мира (при наличии объектов растительного и животного мира, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь, отдельно указываются мероприятия по охране таких объектов), в том числе:
 - мероприятия по сохранению среды обитания животных, путей их миграции, доступа в нерестилища рыб;
 - сведения о местах хранения отвалов растительного грунта, а также местонахождении карьеров, резервов грунта, кавальеров;
 - программу производственного экологического контроля (мониторинга) за характером изменения всех компонентов экосистемы при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте и эксплуатации линейного объекта, а также при авариях на его отдельных участках;
 - программу специальных наблюдений за линейным объектом на участках, подверженных опасным природным воздействиям;
 - конструктивные решения и защитные устройства, предотвращающие попадание животных на территорию тяговых и трансформаторных подстанций, иных зданий и сооружений линейного объекта, а также под транспортные средства и в работающие механизмы;
 - мероприятия по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения на территории жилой застройки и других нормируемых территориях.

13.1.2 При проектировании трассы железнодорожной линии следует предусматривать максимальное сохранение сложившегося экологического равновесия достаточно широкой полосы местности вдоль нее, гармонично увязывая элементы плана и профиля с ландшафтом местности.

13.1.3 Размещение железных дорог и объектов железнодорожной инфраструктуры допускается в соответствии с целевым назначением земельного участка с соблюдением требований градостроительных регламентов, строительных, экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и иных правил, нормативов, в том числе учитывая ограничения использования земельных участков в случае установления зон с особыми условиями использования территорий в соответствии с Кодексом Республики Беларусь о земле.

Размещение железных дорог и объектов железнодорожной инфраструктуры не допускается:

- а) в первом поясе зоны санитарной охраны подземных и поверхностных источников водоснабжения в соответствии со специфическими санитарно-эпидемиологическими требованиями к содержанию и эксплуатации источников и систем питьевого водоснабжения;
- б) на территории отдельных категорий лесов, лесопарковых зонах в соответствии с Лесным кодексом Республики Беларусь;
- в) в нарушение требований к осуществлению деятельности в границах территории объекта культурного наследия и особый режим использования земельного участка, водного объекта или его части, в границах которых располагается объект археологического наследия;
- г) на участках, загрязненных органическими или опасными отходами, в соответствии с требованиями СН 3.02.13.

13.1.4 Размещение железнодорожных линий и объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта на землях особо охраняемых природных территорий, в том числе заповедников и их охранных зон, осуществляется в соответствии с законодательством об особо охраняемых природных территориях и законодательством в области государственной экологической экспертизы, стратегической экологической оценки и оценки воздействия на окружающую среду и основными видами разрешенного использования земельных участков, определенными положением об особо охраняемой природной территории.

13.1.5 Земельные участки железных дорог и объектов железнодорожной инфраструктуры размещаются на территориях, предусмотренных правилами землепользования и застройки.

13.1.6 Установление санитарно-защитных зон осуществляется в соответствии со специфическими санитарно-эпидемиологическими требованиями к установлению санитарно-защитных зон объектов.

13.1.7 При проектировании объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта должны применяться ресурсосберегающие и иные наилучшие доступные технологии, способствующие охране окружающей среды, в соответствии с законодательством об охране окружающей среды.

13.2 Мероприятия по охране атмосферного воздуха (от химического и физического загрязнения)

13.2.1 При проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации железнодорожных линий и объектов железнодорожной инфраструктуры в период эксплуатации в штатном режиме необходимо обеспечивать соблюдение гигиенических нормативов по предельно допустимым концентрациям загрязняющих веществ (ПДК), ориентировочным безопасным уровням воздействия (ОБУВ), предельно допустимым уровням (ПДУ) и допустимым уровням физических факторов, а также по биологическим факторам, обеспечивающих их безопасность для здоровья человека, в соответствии с установленными гигиеническими нормативами, общими санитарно-эпидемиологическими требованиями к содержанию и эксплуатации капитальных строений (зданий, сооружений), изолированных помещений и иных объектов, принадлежащих субъектам хозяйствования, а также специфическими санитарно-эпидемиологическими требованиями. При этом должны строго соблюдаться требования экологической безопасности к хозяйственной деятельности, установленные экологическими нормами и правилами ЭкоНП 17.01.06-001-2017, а также иными нормативными правовыми актами в области охраны окружающей среды, утвержденными в установленном законодательством порядке.

13.2.2 Не допускается превышение гигиенических нормативов содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе: в жилой зоне не более 1,0 ПДК (ОБУВ); на территории, выделенной в документах градостроительного зонирования, решениях местных исполнительных и распорядительных органов для организации курортных зон, размещения санаториев, домов отдыха, пансионатов, туристских баз, организованного отдыха населения, в том числе пляжей, парков, спортивных баз и их сооружений на открытом воздухе, а также на территориях размещения лечебно-профилактических учреждений длительного пребывания больных и центров реабилитации — не более 0,8 ПДК (ОБУВ).

Уровень физического воздействия на атмосферный воздух от железнодорожного транспорта и объектов инфраструктуры железной дороги (шум, вибрация, инфразвук) не должен превышать ПДУ.

13.2.3 Определение качественного и количественного состава выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух осуществляется инструментальными и расчетными методами в соответствии с требованиями законодательства об охране атмосферного воздуха и экологических норм и правил ЭкоНП 17.01.06-001-2017. Расчет рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе выполняется в соответствии с методами и методиками, утвержденными Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

Расчет уровней шумового воздействия от железнодорожного транспорта производится в соответствии с СН 2.04.01, ГОСТ 33325, ГОСТ 31295.1 и ГОСТ 31295.2. Состав и объем шумозащитных мероприятий (возведение шумозащитных вертикальных стенок-экранов, шумозащитных земляных валов, перевод зданий в шумозащитное исполнение и др.) необходимо определять в соответствии с ГОСТ 33325 на основании технико-экономического обоснования и сравнения вариантов. Критерием выбора конкретной величины, на которую можно снизить расчетное значение уровня шума за счет применения шлифования рельсов, являются результаты проведения измерений шума до шлифования рельсов и после на объекте-аналоге с последующим расчетом разности полученных уровней.

13.2.4 По результатам расчетов уровня физического воздействия на атмосферный воздух с учетом фоновых значений определяются границы допустимого физического воздействия для линейных объектов. В проекте санитарно-защитной зоны на строительство новых, реконструкцию или техническое перевооружение действующих промышленных объектов, производств и сооружений должны быть предусмотрены мероприятия от воздействия выбросов химических примесей в атмосферный воздух и физического воздействия в соответствии со специфическими санитарно-эпидемиологическими требованиями.

13.3 Мероприятия по охране и рациональному использованию земельных ресурсов и почвенного покрова

13.3.1 Для охраны земель в период строительства и реконструкции объектов следует обеспечивать следующие меры:

- целевое использование земель;
- при отводе земель под строения и сооружения отчуждаемая площадь должна быть технико-экономически обоснована, не превышать установленных нормативными актами пределов отвода, при планировании должно использоваться рациональное совмещение размещаемых объектов;
- предупреждение территориального разобщения земель;
- максимальное снижение интенсивности негативного воздействия на территорию объекта и прилегающие земли;
- охрана и рациональное использование плодородного слоя почвы;
- рекультивация нарушенных земель;
- защита земель от водной и ветровой эрозии, подтопления, заболачивания, уплотнения, загрязнения отходами производства, химическими веществами;
- благоустройство территории предприятия в соответствии с СН 3.03.03;
- производственный контроль и мониторинг за состоянием почвенного покрова.

13.3.2 Использование земельных участков должно осуществляться в соответствии с их целевым назначением способами, которые не наносят вред окружающей среде, в том числе почвенному покрову. При размещении объектов строительства необходимо учитывать условия и ограничения использования земель, устанавливаемые законодательством Республики Беларусь.

13.3.3 С целью уменьшения числа мест нарушения природного ландшафта в обжитых районах запрещается, как правило, предусматривать открытие карьеров и резервов в полосе временного отвода, а добычу грунта, дренирующих и каменных материалов следует обеспечивать за счет утилизации выемок.

13.3.4 При проведении связанных с нарушением почвенного слоя работ следует предусматривать снятие плодородного слоя почвы, который перемещается в отвал и используется для последующей рекультивации или благоустройства. Особое внимание должно быть обращено на сохранение плодородного слоя. Целесообразность использования снимаемого плодородного слоя и его мощность определяются в ходе инженерно-экологических изысканий. Содержание загрязняющих веществ в почве должно соответствовать установленным гигиеническим нормативам в зависимости от направления использования земель. Производство работ следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 17.4.3.02 и ГОСТ 17.4.3.01.

13.3.5 В случае ухудшения качества земель в результате негативного воздействия в ходе строительства и реконструкции объекта следует предусматривать мероприятия по рекультивации, обеспечивающие их приведение в состояние, пригодное для использования в соответствии с их целевым назначением, в том числе путем устранения последствий загрязнения почвы, восстановления плодородного слоя почвы и создания защитных лесных насаждений в соответствии с ГОСТ 17.5.3.04 и требованиями экологических норм и правил ЭкоНП 17.01.06-001-2017. Рекультивацию следует осуществлять в соответствии с разрабатываемым проектом рекультивации земель путем проведения технических и (или) биологических мероприятий.

13.4 Мероприятия по рациональному использованию и охране вод и водных биоресурсов

13.4.1 Баланс водопотребления и водоотведения проектируемого объекта должен учитывать нормы водопотребления и водоотведения.

13.4.2 При проектировании, строительстве и вводе в эксплуатацию новых и реконструируемых предприятий, сооружений и других объектов, влияющих на состояние водных объектов, следует предусматривать и осуществлять необходимые мероприятия по очистке сточных вод с последующим их согласованием с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь в соответствии с законодательством в области ведения рыболовного хозяйства и рыболовства. Запрещено необоснованное использование воды питьевого качества из центральных систем питьевого водоснабжения и подземных источников для технического водоснабжения.

13.4.3 Пересекаемые трассой и мостовыми переходами поймы рек должны быть защищены от заиливания и заболачивания исходя из перспективы развития мелиорации и сельскохозяйственного освоения прилегающей к дороге территории, а также развития рыбного хозяйства. В необходимых случаях следует проектировать дополнительные водопропускные сооружения и эстакады.

13.4.4 Сбор, отвод, очистка и выпуск сточных вод необходимо осуществлять с учетом вида сточных вод, их состава и концентрации загрязняющих веществ в них в соответствии с законодательством об охране и использовании вод, а также санитарно-эпидемиологическими требованиями. Выбор схем и систем водоотведения объектов следует проводить с учетом требований к очистке сточных вод при выпуске их в поверхностные водные объекты или в системы общесплавной (дождевой) канализации. Степень очистки сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, должна обеспечивать соблюдение установленных нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ, а также экологических норм и правил. Качество очищенных поверхностных (дождевых) сточных вод, допущенных к сбросу через централизованные системы водоотведения (канализации) в населенных пунктах, должно удовлетворять требованиям правил пользования централизованными системами водоотведения (канализации) и нормативам водоотведения, установленным местными исполнительными и распорядительными органами.

13.4.5 На проектируемых объектах должна быть предусмотрена очистка поверхностных сточных вод. При этом должно быть исключено отведение в централизованные системы дождевого водоотведения хозяйственно-бытовых сточных вод, а также жидких бытовых и промышленных отходов в соответствии с требованиями СН 4.01.02.

13.4.6 Концентрации загрязняющих веществ в отводимых сточных водах объектов железнодорожного транспорта следует принимать и контролировать в соответствии с установленными гигиеническими нормативами, экологическими нормами и правилами, а также техническими условиями на прием сточных вод и нормативами состава сточных вод, установленными местными исполнительными и распорядительными органами.

13.4.7 При сбросе сточных вод в водный объект необходимо строго соблюдать требования и запреты, установленные законодательством об охране и использовании вод. При разработке проектной документации следует обеспечивать соблюдение режима хозяйственной и иной деятельности в зонах санитарной охраны источников питьевого водоснабжения, водоохранных зонах и прибрежных полосах водных объектов в соответствии с законодательством и санитарно-эпидемиологическими требованиями.

13.4.8 При производстве гидромеханизированных земляных работ должна применяться преимущественно оборотная схема водоснабжения с подпиткой поверхностными или подземными безнапорными водами. Не допускается применение прямого водосброса без дополнительного осветления сбрасываемой воды.

13.4.9 Строительство и реконструкция объектов капитального строительства, внедрения новых технологических процессов и осуществления иной деятельности, оказывающей воздействие на водные биологические ресурсы и среду их обитания, осуществляется только по согласованию с компетентными органами в порядке, установленном законодательством в области ведения рыболовного хозяйства и рыболовства.

13.5 Мероприятия по охране растительного и животного мира

13.5.1 Мероприятия по охране растительного и животного мира должны предусматривать технические, организационные, ограничительные, восстановительные и компенсационные мероприятия в соответствии с законодательством об использовании, охране, защите и воспроизводстве лесов и законодательством об охране и использовании животного мира.

13.5.2 Возможность размещения объекта на территории лесов, имеющих защитный статус, предусматривается в соответствии с законодательством об использовании, охране, защите и воспроизводстве лесов.

13.5.3 При переводе земель лесного фонда в земли иных категорий, в том числе без принятия решения о переводе земельных участков из состава земель лесного фонда в земли иных категорий, необходимо обеспечить лесовосстановление или лесоразведение на площади, равной площади лесных земель, находящихся на таком земельном участке, исключаемом из состава земель лесного фонда, за исключением проведения выборочных и сплошных рубок в целях обеспечения безопасности граждан и создания необходимых условий для эксплуатации линейных объектов, в том числе в охранных зонах и санитарно-защитных зонах. Регулирование осуществляется законодательством об использовании, охране, защите и воспроизводстве лесов и ТКП 667.

В мероприятиях по лесовосстановлению следует предусмотреть:

- планирование — определение местоположения и ежегодный учет площадей земель;
- обследование участков земель;
- проектирование работ по лесовосстановлению;
- выполнение работ по лесовосстановлению;
- приемку выполненных работ по лесовосстановлению (далее — приемка работ);
- инвентаризацию мероприятий по искусственному и комбинированному лесовосстановлению.

13.5.4 Для минимизации воздействия в период строительства и эксплуатации объекта все технологические процессы должны осуществляться строго в границах отведенной территории, содержание которой должно обеспечиваться в соответствии с действующими экологическими и санитарно-эпидемиологическими правилами.

13.5.5 При пересечении новыми железнодорожными линиями сложившихся путей миграции животных необходимо предусматривать строительство специальных сооружений (защитные ограждения, переходы и пропускные сооружения, скотопрогоны и т.п.). На путях сезонной миграции диких животных следует проектировать участки пути на эстакадах или в тоннелях для организации пропуска миграционных потоков.

13.5.6 Конструкцию, число переходов и пропускных сооружений необходимо принимать на основании данных о путях миграции в зависимости от численности, видовых морфометрических и поведенческих особенностей мигрирующих животных и согласовывать со специально

уполномоченными государственными органами согласно законодательству об охране и использовании животного мира. В зонах отгонного животноводства и для пропуска домашних животных вне населенных пунктов должны предусматриваться скотопрогоны.

13.5.7 В целях предотвращения гибели объектов животного мира, обитающих в условиях естественной свободы, необходимо предусматривать мероприятия по минимизации или исключению этого воздействия, в том числе:

- исключение попадания животных в опасные для них зоны на территорию предприятия в период строительства и эксплуатации;
- сохранение путей миграции путем устройства направляющих ограждений, отводящих животных в безопасные места переходов через железнодорожные пути;
- установку дополнительных сигнальных знаков "С" о подаче свистка на участках строительства, реконструкции или капитального ремонта, на расстоянии 500 м от границ с обеих сторон;
- устройство биопереходов на новых железнодорожных линиях. Биопереходы должны обеспечить возможность животным свободно пересекать дороги в местах пролегания миграционных путей. Технические характеристики сооружений принимаются согласно СН 3.03.04;
- запрещается хранение и применение горюче-смазочных материалов и других опасных для объектов животного мира материалов, сырья и отходов производства без осуществления мер, гарантирующих предотвращение заболеваний и гибели;
- для предотвращения гибели птиц необходимо предусматривать птицевозащитные устройства при соприкосновении с токоведущими частями проводов. Линии электропередачи, опоры и изоляторы должны оснащаться специальными устройствами. Запрещается использование в качестве птицевозащитных устройств неизолированных металлических конструкций.

Следует ограничить использование источников яркого света, проведение шумных работ и открытого пламени в ночное время для предотвращения массовой гибели птиц. Расчистку территории не следует проводить в период массового размножения животных.

13.6 Мероприятия по обращению с отходами производства

13.6.1 Требования к обращению с отходами производства устанавливаются в соответствии с законодательством об обращении с отходами, законодательством об охране окружающей среды, а также законодательством в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения и санитарно-эпидемиологическими требованиями.

13.6.2 При архитектурно-строительном проектировании, строительстве, реконструкции объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта необходимо предусматривать места временного хранения отходов и условия для их последующей перевозки (удаления) в соответствии с законодательством об обращении с отходами и санитарно-эпидемиологическими требованиями. Временное хранение отходов допускается только в местах, соответствующих требованиям законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения и экологической безопасности.

13.6.3 При обращении с отходами производства запрещается:

- сброс отходов производства в поверхностные и подземные водные объекты, на водосборные площади, в недра и на почву;
- передача отходов в целях размещения на объекты, не включенные в реестры объектов хранения отходов и объектов захоронения отходов;
- захоронение отходов, в состав которых входят полезные компоненты (вторичные материальные ресурсы), подлежащие утилизации;
- применение твердых коммунальных отходов для рекультивации земель и карьеров;
- несанкционированное сжигание отходов и их складирование вне установленных мест.

13.6.4 Грунт, образующийся при проведении земляных работ, и иные строительные отходы собираются отдельно и временно хранятся в специально отведенных местах. Перевозка грунта и

иных строительных отходов осуществляется на объекты использования отходов, объекты захоронения отходов (в том числе для использования при устройстве изолирующих слоев на полигонах), либо на иные объекты строительства в соответствии с проектной документацией. Излишки грунта, соответствующего установленным требованиям безопасности, максимально используются для планировки территории, засыпки пониженных мест, возведения шумозащитных валов в соответствии с СН 2.04.01 при наличии технико-экономического обоснования.

13.6.5 Временное хранение нефтесодержащих отходов должно осуществляться в герметичных емкостях (контейнерах), исключающих загрязнение окружающей среды и имеющих соответствующую маркировку. Места временного хранения нефтесодержащих отходов должны быть оборудованы в соответствии с требованиями законодательства в области охраны окружающей среды и санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

13.7 Мероприятия по рациональному использованию общераспространенных полезных ископаемых

13.7.1 Основными требованиями по рациональному использованию и охране недр являются:

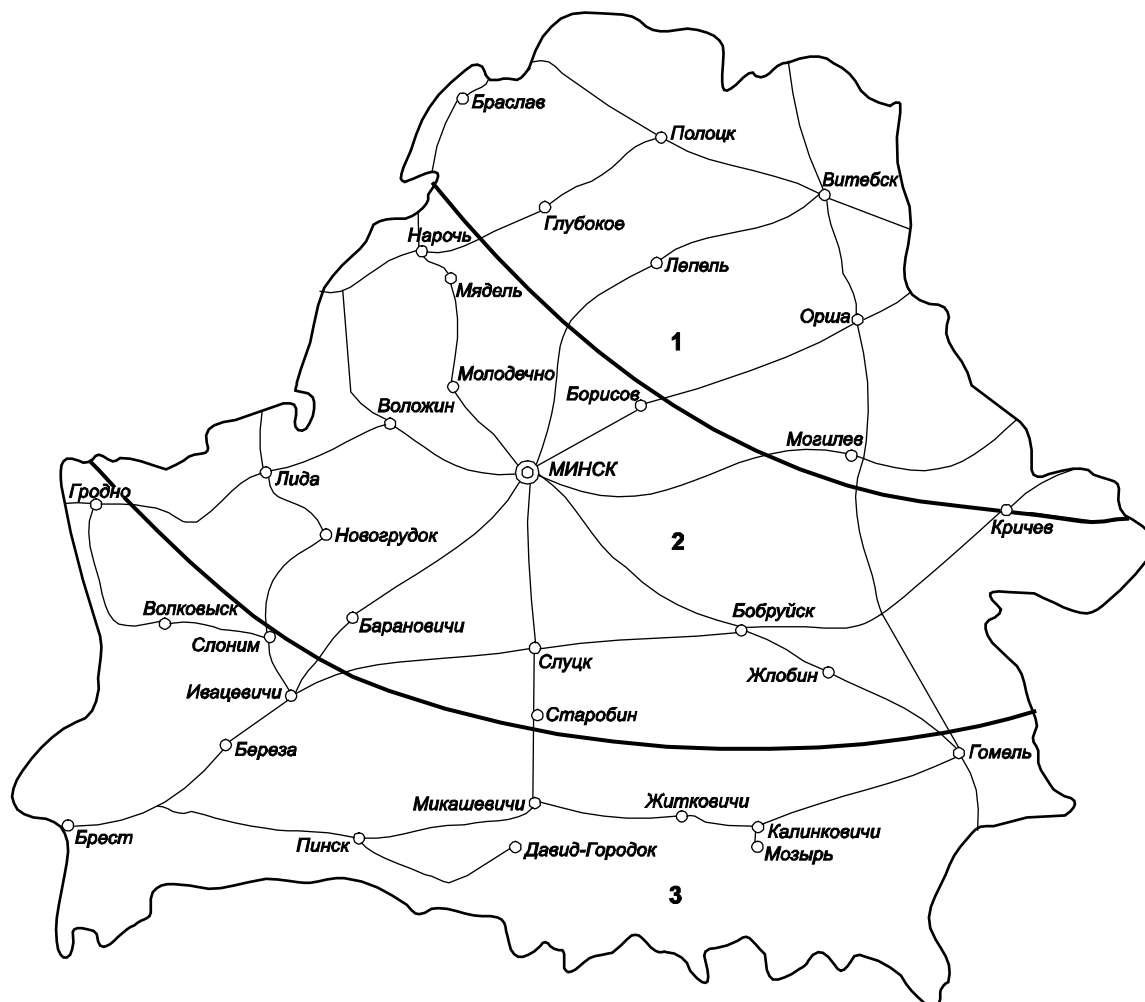
- соблюдение установленного законодательством порядка предоставления недр в пользование и недопущение самовольного пользования недрами;
- обеспечение полноты геологического изучения, рационального комплексного использования и охраны недр;
- предотвращение загрязнения недр при проведении работ, связанных с использованием недрами.

13.7.2 Размещение проектируемых объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта на земельном участке осуществляется при наличии заключения о наличии (отсутствии) полезных ископаемых в недрах под участком предстоящей застройки, полученного в соответствии с законодательством об охране и использовании недр. Размещение объектов на площадях залегания полезных ископаемых допускается только в случаях и порядке, установленных законодательством.

13.7.3 При проектировании и размещении объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта должна проводиться оценка наличия опасных геологических и экзогенных процессов (оползни, карст, обвалы, суффозия, криогенные процессы и др.), изучаться геологические, гидрогеологические и иные условия, определяющие развитие и интенсивность их проявления. На основании полученных данных выполняется прогноз дальнейшего развития и активизации указанных процессов, а также разрабатываются проектные решения по инженерной защите территорий, зданий и сооружений.

Приложение А
(обязательное)

Дорожно-климатическое районирование территории
Республики Беларусь



— автомобильные дороги;
— границы дорожно-климатических районов

1 — северный, влажный;
2 — центральный, умеренно-влажный;
3 — южный, неустойчиво-влажный

Рисунок А.1 — Схематическая карта дорожно-климатических районов

Приложение Б (справочное)

Характеристика набухающих, просадочных и пучинистых грунтов

Б.1 Набухающие грунты

Б.1.1 Характерной особенностью этих грунтов является изменение их состояния и свойств под воздействием природных факторов при нарушении естественных условий залегания.

Набухающие грунты при замачивании водой или другой жидкостью увеличиваются в объеме, при этом относительная деформация набухания в условиях свободного набухания (без нагрузки) $\varepsilon_{sw} \geq 0,04$ по СП 5.01.04.

Набухающие грунты характеризуются следующими показателями:

- ε_{sw} — относительная деформация набухания без нагрузки;
- ε_{swp} — относительная деформация набухания под нагрузкой;
- ε_{sh} — усадка при высыхании;
- W_{sw} — влажность набухания;
- W_{sh} — влажность предела усадки.

Б.1.2 Показатели набухания и усадки грунта определяются по относительной деформации:

- набухание — в условиях исключения возможности бокового расширения при насыщении грунта водой или химическим раствором:

$$\varepsilon_{sw} = \frac{h_{sw} - h_0}{h_0}, \quad (\text{Б.1})$$

где h_0 и h_{sw} — высота образца до и после увлажнения;

- усадка — в условиях свободной трехосной деформации при высыхании грунта:

$$\varepsilon_{sh} = \frac{V_0 - V_{sh}}{V_0}, \quad (\text{Б.2})$$

где V_0 и V_{sh} — начальный и конечный объемы образца соответственно.

Методы лабораторного определения характеристик набухания и усадки приведены в ГОСТ 12248.6.

Б.1.3 По СП 5.01.04 набухающие грунты подразделяются в зависимости от величины относительной деформации набухания без нагрузки ε_{sw} :

- слабонабухающие — от 0,04 до 0,08 включ.;
- средненабухающие — св. 0,08 до 0,12 включ.;
- сильнабухающие — св. 0,12.

В наибольшей степени величину возможной деформации набухающих грунтов отражает показатель усадки набухания ε_{swh} :

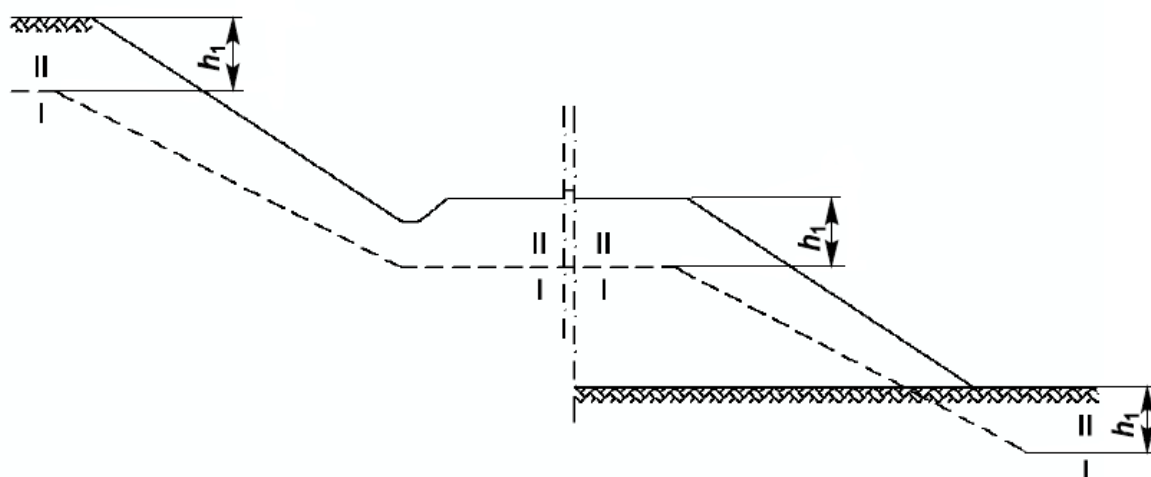
$$\varepsilon_{swh} = \frac{V_{sw} - V_{sh}}{V_{sh}} = \frac{\varepsilon_{sw} + \varepsilon_{sh}}{1 - \varepsilon_{sh}}. \quad (\text{Б.3})$$

Б.1.4 Поверхностные слои земляного полотна (на откосах, под основной площадкой) находятся в зоне сезонных изменений влияния внешних факторов и работают в условиях переменного температурно-влажностного режима (рисунок Б.1). Поэтому при установлении расчетных параметров грунтов следует учитывать максимальную их деформативность и ориентироваться на показатель усадки набухания ε_{swh} .

Б.1.5 Для глинистых грунтов с влажностью на границе текучести $0,35 \leq W_L \leq 0,65$, удовлетворяющих требованию $0,03 \leq (W_p - 0,4W_L) \leq 0,09$; при ориентировочных расчетах могут быть использованы эмпирические зависимости для прогнозирования состояния и свойств набухающих грунтов в соответствии с [35] и [42]. Давление набухания P_{sw} , МПа, определяется по формуле

$$P_{sw} = 6\varepsilon_{swh}W_L, \quad (\text{Б.4})$$

где ε_{swh} — показатель усадки набухания: $\varepsilon_{swh} = 1,05\sqrt{W_L} - 0,45$.



I — зона постоянного значения плотности и влажности грунтов после стабилизации процессов набухания в изменившихся при строительстве условиях;
 II — зона сезонного изменения плотности и влажности грунтов;
 h_1 — глубина зоны выветривания

Рисунок Б.1 — Схема образования зоны сезонного выветривания после сооружения земляного полотна

Б.2 Просадочные грунты

Б.2.1 Просадочные грунты — это грунты, которые под действием внешней нагрузки или собственной массы при замачивании водой или другой жидкостью дают просадку и при этом значение относительной просадочности $\varepsilon_{sl} \geq 0,01$ по СП 5.01.04.

Относительная просадочность — это отношение уменьшения высоты образца грунта в результате его замачивания водой или другой жидкостью при определенном

вертикальном давлении к высоте образца природной влажности при давлении, равном природному на глубине отбора образца. Определяется по ГОСТ 23161.

Б.2.2 При предварительной оценке к просадочным грунтам обычно относятся лессовые грунты со степенью влажности $S_r \leq 0,8$, для которых значение показателя I_{ss} , определяемого по формуле (Б.5), менее значений, указанных в таблице Б.1.

$$I_{ss} = \frac{e_L - e}{1 + e}, \quad (\text{Б.5})$$

где e — коэффициент пористости грунта природного сложения и влажности;

e_L — коэффициент пористости, соответствующий влажности на границе текучести W_L и определяемый по формуле

$$e_L = \frac{W_L \rho_s}{\rho_w}, \quad (\text{Б.6})$$

здесь ρ_s — плотность частиц грунта, г/см³;

ρ_w — плотность воды, принимаемая равной 1 г/см³.

Таблица Б.1

Число пластичности грунта I_p	Св. 0,01 до 0,10	От 0,10 до 0,14	От 0,14 до 0,22
Показатель I_{ss}	0,10	0,17	0,24

Б.3 Пучинистые грунты

Б.3.1 Пучинистые грунты — это грунты, которые при замерзании могут увеличиваться в объеме.

К грунтам, подверженным морозному пучению, относят:

- глинистые — супеси, суглинки, глины;
- легковыветривающиеся сланцы, алевролиты, аргиллиты, мергели в зоне активного выветривания;
- крупнообломочные грунты с глинистым заполнителем, пылеватые пески.

Б.3.2 Значение морозного пучения грунтов зависит от их естественной влажности и условий возможного увеличения влажности слоя в процессе его промерзания (от глубины расположения уровня грунтовых вод). В наибольшей степени подвержены пучению пылеватые грунты.

Ориентировочные значения относительного пучения грунтов в зависимости от их естественной влажности и влажности на границе раскатывания (пластичности) приведены в приложении Г.

Приложение В (справочное)

Характеристика болотных отложений

В.1 Классификация болотных грунтов и их свойства

В.1.1 Органические и органо-минеральные грунты в соответствии с СП 5.01.04 относят к подгруппе биогенных грунтов, входящих в группу осадочных несцементированных пород. Среди биогенных грунтов наибольшее распространение имеют болотные грунты (торф, сапропель, болотный мергель, органический ил), т. е. грунты, слагающие болота. В естественных отложениях болот в условиях недостаточного стока и испарения эти грунты находятся в водонасыщенном состоянии и имеют высокую пористость.

В.1.2 В зависимости от содержания органических веществ слабые болотные грунты можно разделить на три группы:

- минеральные с потерями при прокаливании до 10 % включ.;
- органо-минеральные с потерями при прокаливании св. 10 % “ 60 % “ ;
- органические грунты с потерями при прокаливании “ 60 %.

В.1.3 Свойства болотных грунтов зависят от их состава и состояния. Характеристикой состава торфяных грунтов служит соотношение трех основных компонентов: волокнистых, гумусных и минеральных частиц. Содержание волокнистых частиц определяют по массе остатка при промывании на сите 0,25 мм; содержание гумусных частиц — по массе вещества, прошедшего через указанное сито; содержание минеральных частиц — по массе остатка после прокалывания при температуре $(800 \pm 25)^\circ\text{C}$. Основная характеристика состава органо-минеральных грунтов (сапропель, болотный мергель, ил) — соотношение органической и минеральной частей (по массе); дополнительная — содержание карбонатов типа CaCO_3 , определяемых по количеству углекислого газа CO_2 , образующегося при действии на грунт 10 % раствора соляной кислоты HCl .

Характеристикой состояния болотных грунтов является природная влажность W или коэффициент пористости e .

В.1.4 Значения физико-механических характеристик болотных грунтов устанавливают на основе данных изысканий и лабораторных испытаний. При отсутствии данных испытаний значения физико-механических характеристик болотных грунтов допускается определять по основным показателям состава и состояния, используя таблицы В.1 (торфяные грунты) и В.2 (органо-минеральные грунты).

В.1.5 Торф — это органогенная осадочная горная порода, формирующаяся в результате отмирания болотной растительности при избыточном количестве влаги и недостаточном доступе воздуха.

Для торфа характерна высокая влагоемкость и влажность в естественном состоянии (обычно в пределах от 150 % до 1200 % и более).

Твердое вещество высушенного торфа состоит из не вполне разложившихся растительных остатков: растительного волокна, продуктов разложения растительных остатков — темного бесструктурного вещества (гумуса) и неорганических примесей. Волокнистая часть торфа при достаточном ее содержании может образовывать своеобразный структурный каркас, ячейки которого заполнены аморфной массой из продуктов разложения и неорганических примесей.

Механические свойства торфов зависят от их структурных особенностей, определяемых степенью волокнистости, плотностью, влажностью и составом торфообразователей, косвенно отражаемым величиной конституционной зольности торфа.

При зольности менее 5 % состав торфообразователей соответствует условиям формирования верхового болота. Торф в этом случае следует называть малозольным (верховым). При зольности от 5 % до 20 % состав торфообразователей соответствует условиям формирования низинного болота — торф средней зольности (низинный), при зольности от 20 % до 40 % — высокозольный (минерализованный). Способы определения влажности, зольности и волокнистости изложены в ТКП 200.

В.1.6 Сапропели представляют собой озерные отложения, образующиеся в водоемах в результате отмирания животных и растительных организмов и оседания минеральных частиц, заносимых водой и ветром.

Торфосапропель, представляющий граничный слой и содержащий раздробленные растительные остатки, имеет цвет от бурого до темно-коричневого или черного, но отличается от торфа однородной структурой, маслянистым блеском по срезу.

Таблица В.1 — Классификация торфяных грунтов

Тип грунтов по влажности	Природная влажность W	Коэффициент пористости e	Плотность сухого грунта ρ_d , г/см ³	Степень разложения R , %	Степень волокнистости Φ , %	Зольность Z , %	Сопротивление сдвигу по крыльчатке (в природном залегании) τ , МПа	Модуль осадки l_p , мм/м (при давлении $P = 0,05$ МПа)
Осушенный (или уплотненный)	<3	<4	>0,25	<25	>75	>5 <5	>0,040 >0,035	150–200
				25–40	75–60	>5 <5	>0,030 >0,033	
Маловлажный	3–6	4–9	0,14–0,25	>40	<60	>5 <5	>0,019 >0,026	200–350
				<25	>75	>5 <5	0,040–0,025 0,035–0,022	
				25–40	75–60	>5 <5	0,030–0,017 0,033–0,016	
				>40	>75	>5 <5	0,019–0,008 0,026–0,013	
Средней влажности	6–9	9–14	0,10–0,14	<25	>75	>5 <5	0,017–0,010	350–450
				25–40	75–60	>5	0,008–0,005	
				>40	<60	<5	0,008–0,005 0,013–0,008	
Очень влажный	9–12	14–18	0,07–0,10	25	>75	<5 >5	0,015–0,008 0,013–0,006	450–550
				25–40	75–60	<5 >5	0,010–0,005	
				40	>75	<5 >5	0,005–0,003	

Окончание таблицы В.1

Тип грунтов по влажности	Природная влажность W	Коэффициент пористости e	Плотность сухого грунта ρ_d , г/см ³	Степень разложения R , %	Степень волокнистости Φ , %	Зольность Z , %	Сопротивление сдвигу по крыльчатке (в природном залегании) τ , МПа	Модуль осадки I_p , мм/м (при давлении $P = 0,05$ МПа)
Избыточно влажный	>12	>18	<0,07	25	>75	<5 >5	<0,005	550–600
				25–40	75–60	<5 >5	<0,003	
				40	>75	<5	<0,003	
Примечание — Значения показателей физико-механических свойств при промежуточных значениях влажности определяют интерполяцией.								

Таблица В.2 — Классификация органических и органо-минеральных илов

Тип залегания	Вид грунта	Разновидность	Содержание органических веществ, %	Содержание карбонатных веществ (CaCO ₃), %	Природная влажность W	Коэффициент пористости e	Сопротивление сдвигу по крыльчатке (в природном залегании) τ , МПа	Модуль осадки I_p , мм/м (при давлении $P = 0,05$ МПа)
Неуплотненные в природном залегании (озерные под слоем воды)	Сапропели органические	Детритовые	>60	<30	6–20	12–25	<0,002	900–500
	Сапропели органо-минеральные	Известковистые	10–60	>30	2–6	5–12	0,006–0,002	400–200
		Кремнеземистые	10–60	<30	1,5–6	4–12	0,005–0,003	300–200
Неуплотненные в природном залегании (болотные под слоем торфа)	Сапропели органические	Торфосапропели	>80	<10	9–12	16–20	0,013–0,002	800–500
		Детритовые	60–80	>30	6–9	12–16	0,013–0,002	700–600
	Сапропели органо-минеральные	Известковистые	10–60	>30	1,5–6	1–12	0,013–0,008	500–200
		Кремнеземистые	10–60	<30	1,2–6	3–12	0,013–0,007	400–200
	Болотный мергель	—	<10	>10	1,2–0,8	3–1,5	0,20–0,008	200–60
	Болотный ил	—	<10	<10	1,2–0,3	3–1,1	0,032–0,011	100–40

Тип залегания	Вид грунта	Разновидность	Содержание органических веществ, %	Содержание карбонатных веществ (CaCO ₃), %	Природная влажность W	Коэффициент пористости e	Сопротивление сдвигу по крыльчатке (в природном залегании) τ , МПа	Модуль осадки I_p , мм/м (при давлении $P = 0,05$ МПа)
Уплотненные в природном залегании (озерно-болотные под слоем минеральных наносов или под насыпью)	Сапропели органические	Детритовые	>60	<30	1,5–3,0	4–6	0,020–0,008	250–150
	Сапропели органо-минеральные	Известковистые	10–60	>30	0,8–2,5	1,2–0,4	0,25–0,010	200–80
		Кремнеземистые	10–60	<30	0,5–2,0	1,4–4,0	0,030–0,010	150–80
Примечание — Значения показателей физико-механических свойств при промежуточных значениях влажности определяют интерполяцией.								

Примечание — Значения показателей физико-механических свойств при промежуточных значениях влажности определяют интерполяцией.

Детритовые сапропели имеют темно-оливковый цвет; известковистые — от серовато-оливкового до светло-серого, а при высушивании приобретают белый цвет и теряют высокую связность, характерную для других сапропелей. Кремнеземистый сапропель темнее, часто с зеленым оттенком, в нем заметны темные прослойки. Встречаются сапропели красноватых оттенков, которые придают им привнесенные водным питанием гидроокислы железа. Структура сапропелей обычно аморфна, в некоторых случаях — слабозернистая. Все сапропели при срезе приобретают маслянистый цвет.

В.1.7 Болотный мергель представляет собой рыхлую осадочную породу, образовавшуюся в озерно-болотных условиях при поступлении в водоемы воды, содержащей в растворенном виде кислый углекислый кальций ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)$). По мере испарения воды и удаления из нее (CO_2) из раствора выпадает углекислый кальций (CaCO_3). Болотный мергель может подстилать торфяную толщу или переслаиваться с торфяными пластами.

В.1.8 Мергель содержит от 25 % до 50 % карбоната кальция. Остальная часть состоит из песчаных, глинистых, илистых частиц и растительных остатков различной степени разложения.

В.1.9 Болотный ил по свойствам близок к пылевато-глинистым грунтам. Для ила характерны наличие различных по крупности минеральных зерен, более высокая плотность, цвет обычно серый с различными оттенками.

Приложение Г (справочное)

Определение толщины защитного слоя по условию ограничения величины морозного пучения его основания и обеспечения необходимой прочности подстилающего слоя

Г.1 Толщину подушки из дренирующих грунтов (т. е. толщину защитного слоя h_3) рекомендуется определять по формуле

$$h_3 = Z_{\max} - h_6 - h_{\text{доп}}, \quad (\text{Г.1})$$

где $Z_{\max}$ — максимальная глубина сезонного промерзания земляного полотна из дренирующих грунтов от верха балластной призмы; определяется по средней многолетней сумме отрицательных температур наружного воздуха Ω , °С · сут, в соответствии с СП 2.04.04;
 h_6 — толщина балластного слоя (от верха балластной призмы);
 $h_{\text{доп}}$ — допустимая толщина промерзающего глинистого грунта под подушкой из дренирующих грунтов.

В [42] приведены поправочные коэффициенты для определения расчетной глубины промерзания:

$$H_{\text{пр}}^p = qnmZ_{\max}, \quad (\text{Г.2})$$

где q — коэффициент, учитывающий вид дренирующего грунта:

$q = 1$ — для песчано-гравийной смеси;

$q = 0,90$ — для асбестовых отходов;

n — коэффициент, учитывающий вид конструкции земляного полотна:

$n = 1$ — для нулевых мест;

$n = 0,95$ — для выемок глубиной более 1 м;

$n = 1,05$ — для насыпей высотой более 1 м;

m — коэффициент, учитывающий увеличение глубины промерзания земляного полотна по сравнению с многолетними средними данными, определяется по формуле

$$m = \sqrt{\frac{\Omega_{10}}{\Omega}}, \quad (\text{Г.3})$$

здесь Ω_{10} — максимальная в десятилетнем периоде сумма отрицательных температур наружного воздуха за год, °С · сут.

Значение $h_{\text{доп}}$ определяется по формуле

$$h_{\text{доп}} = \frac{\Delta_{\text{доп}}}{Cf}, \quad (\text{Г.4})$$

где $\Delta_{\text{доп}}$ — допустимая величина пучения, принимается равной в зависимости от категории железных дорог и перспективной скорости движения поездов, мм:

20 — для I, II категории;

25–35 — для III, IV категории;

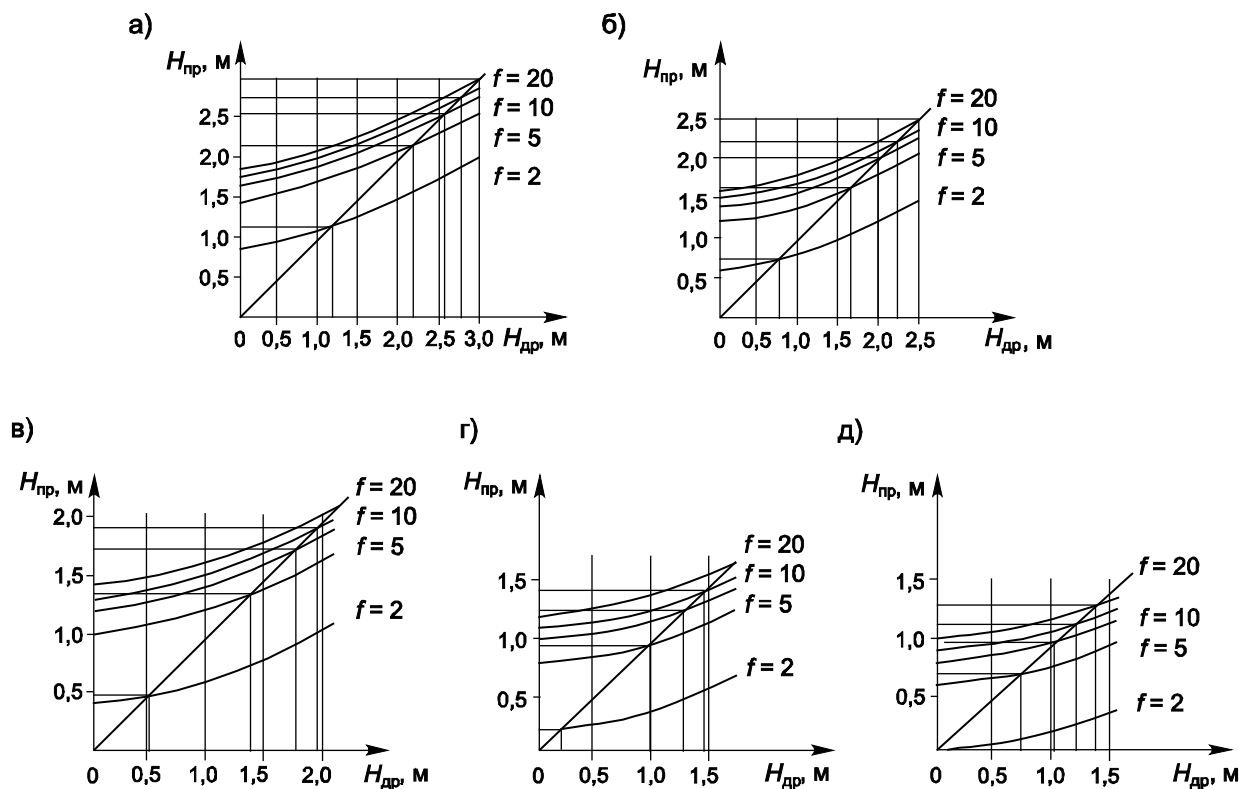
C — коэффициент, характеризующий условия промерзания и пучения:

$C = 1$ — для условий сезонного промерзания и несливающейся мерзлоты;

$C = 1,4$ — для условий сливающейся мерзлоты;

f — расчетная интенсивность пучения, %, зависит от вида и состояния грунта (в наибольшей степени от его влажности).

Г.2 Установление толщины защитного слоя, при которой значение морозного пучения земляного полотна не превысит допустимых значений, должно проводиться методом подбора — путем последовательных приближений. Для упрощения этих расчетов составлены вспомогательные графики, приведенные на рисунках Г.1, Г.2, и номограмма, приведенная на рисунке Г.3.



$H_{пр}$ — глубина промерзания двухслойной среды, м

Рисунок Г.1 — Графики для определения толщины слоя дренирующего грунта $H_{др}$, обеспечивающего не превышение допустимой величины пучения 20 мм, при различной интенсивности пучения грунтов f , %, для различных климатических условий при многолетней средней сумме отрицательных температур наружного воздуха:

- а — $\Omega = 2600 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$;
- б — $\Omega = 2200 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$;
- в — $\Omega = 1800 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$;
- г — $\Omega = 1400 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$;
- д — $\Omega = 1000 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$

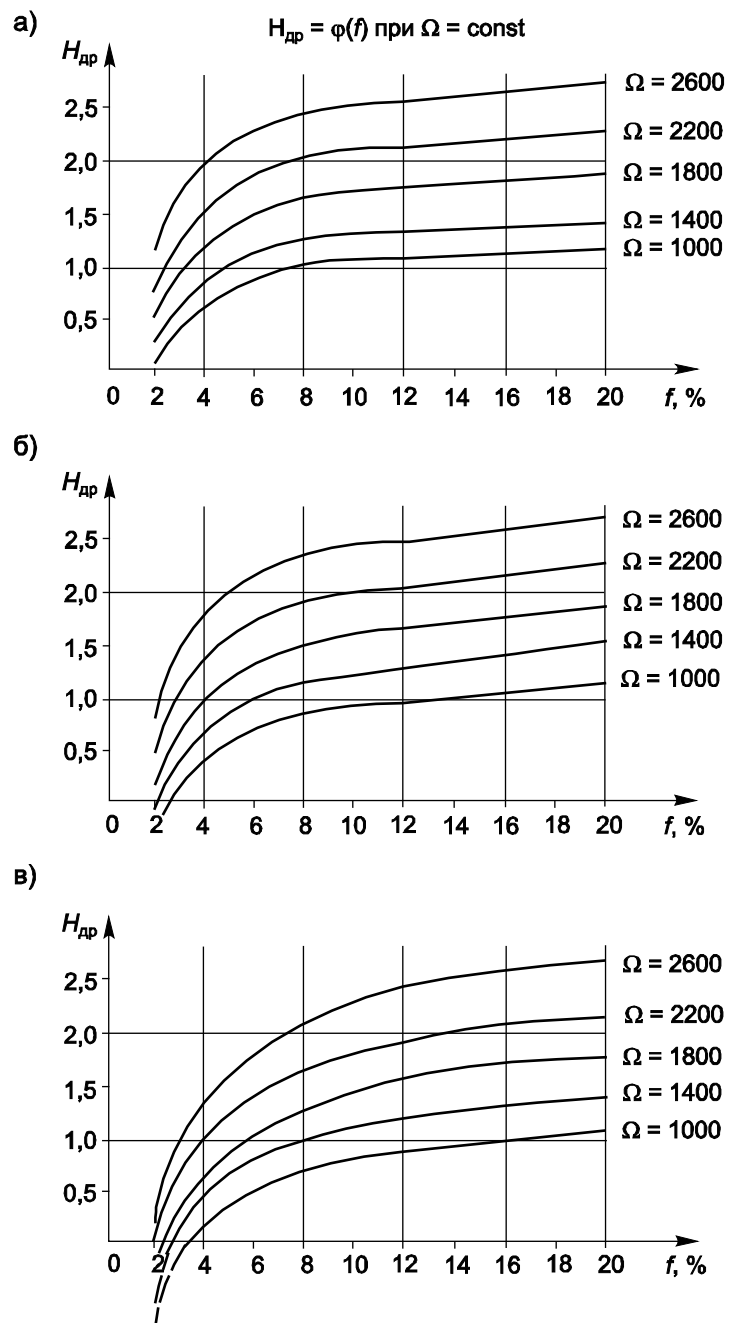
На итоговом графике (см. рисунок Г.2) представлены значения суммарной толщины слоя дренирующих (песчано-гравийных) грунтов ($H = h_3 + h_6$), обеспечивающего не превышение $\Delta_{доп}$ ($\Delta_{доп}$ — допустимая величина пучения подстилающих глинистых грунтов) при известных климатических и грунтовых условиях, определяемая по суммарному количеству отрицательных температур наружного воздуха Ω , $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$, и по интенсивности пучения глинистых грунтов f .

Требуемая толщина защитного слоя из песчано-гравийных грунтов h_3 определяется по формуле

$$h_3 = nmH_{др} - h_6, \quad (\text{Г.5})$$

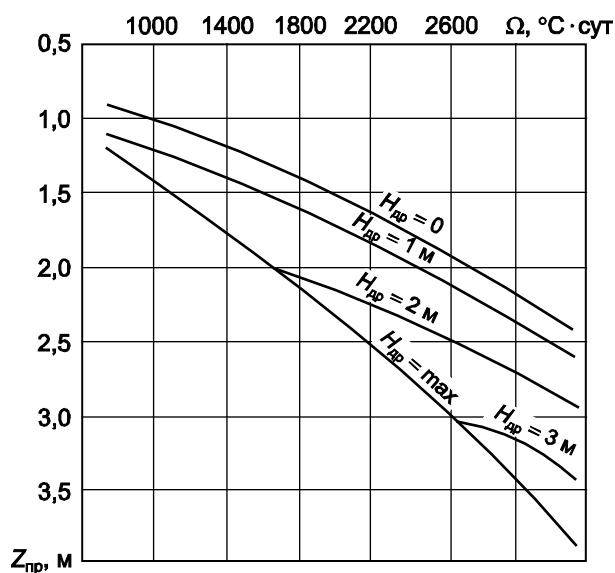
где $H_{др} = H_{пр} - \frac{2}{f}$.

Значения Ω определяют по СП 2.04.04.



$H_{др}$ — толщина слоя дренирующего грунта, м;
 f — интенсивность пучения грунта, %; Ω — многолетняя средняя сумма отрицательных температур наружного воздуха, $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$

Рисунок Г.2 — Толщина дренирующего слоя, обеспечивающая неперевышение допустимой величины пучения, в зависимости от интенсивности пучения, для различных климатических условий при допустимой величине пучения:
 а — $\Delta_{\text{доп}} = 20$ мм;
 б — $\Delta_{\text{доп}} = 25$ мм;
 в — $\Delta_{\text{доп}} = 35$ мм



$Z_{пр}$ — глубина промерзания; Ω — многолетняя средняя сумма отрицательных температур наружного воздуха, $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$; $H_{др}$ — толщина слоя дренирующего грунта (песчано-гравийного)

Рисунок Г.3 — Номограмма для определения глубины промерзания в зависимости от климатических условий при различной толщине дренирующего грунта

Значения интенсивности пучения могут быть установлены по таблице Г.1 с учетом прогнозируемого режима поверхностных и грунтовых вод, устанавливающегося в результате разработки земляного полотна и осуществления запроектированных противодеформационных устройств.

В таблице Г.2 приведены результаты расчетов, выполненных с использованием приведенных графиков по двум пунктам при различных условиях для насыпей и выемок.

Таблица Г.1 — Характеристика пучинистости грунтов

Грунты	Интенсивность пучения грунтов f					
	Основания выемок и естественные основания			Насыпи высотой более 2 м		
	сухие	сырые	мокрые			
	Влажность глинистых грунтов					
	от $W_p + 0,1W_n$ до $W_p + 0,25W_n$	от $W_p + 0,25W_n$ до $W_p + 0,5W_n$	от $W_p + 0,5W_n$ до $W_p + 0,75W_n$	более $W_p + 0,75W_n$	от $W_p + 0,1W_n$ до $W_p + 0,25W_n$	от $W_p + 0,25W_n$ до $W_p + 0,5W_n$
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	0,01–0,2	0,02–0,05
Песок 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

Исходные данные			Определяемые величины			Определение h_3 по формуле (Г.5) для дорог					
Вид сооружения Грунты	Характерис- тика выемки по увлажнению Показатель текучести I_L	$\Omega, ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$	Коэффициенты по формуле (Г.2)		Интенсивность пучения грунтов f по таблице Г.1	I, II категорий, $\Delta = 20 \text{ мм}$			III, IV категории, $\Delta = 35 \text{ мм}$		
			m_1	n_1		h_6 , м, по СНБ 3.03.01	$H_{\text{др}}$, м, по рисунку Г.2	h_3 , м	h_6 , м	$H_{\text{др}}$, м	h_3 , м
Выемка глубиной бо- лее 1 м Суглинки пылеватые	Сухая 0,1–0,25	1032	1,10	0,95	0,03–0,05	0,7	0,6	0	0,6	0,10	0
	Сырая 0,25–0,50	1032	1,10	0,95	0,10–0,15	0,7	1,1	0,45	0,6	0,85	0,29
	Мокрая 0,50–0,75	1032	1,10	0,95	0,15–0,20	0,7	1,15	0,50	0,6	1,0	0,45
Насыпь $H > 1 \text{ м}$ Суглинки пылеватые	— 0,1–0,25	1032	1,10	1,05	0,02–0,03	0,7	0,2	0	0,6	0	0
	— 0,25–0,50	1032	1,10	1,05	0,04–0,07	0,7	0,8	0,22	0,6	0,4	0
Выемка $H > 1 \text{ м}$ Суглинки пылеватые	Сухая 0,1–0,25	1783	1,10	0,95	0,04	0,7	1,15	0,50	0,6	0,6	0,03
	Сырая 0,25–0,50	1783	1,10	0,95	0,12	0,7	1,8	1,18	0,6	1,5	0,97
	Мокрая 0,5–0,75	1783	1,10	0,95	0,18	0,7	1,9	1,29	0,6	1,65	1,12
Насыпь $H > 1 \text{ м}$ Суглинки пылеватые	— 0,1–0,25	1783	1,10	1,05	0,025	0,7	0,7	0,11	0,6	0	0
	— 0,25–0,50	1783	1,10	1,05	0,055	0,7	1,4	0,92	0,6	0,9	0,44
Примечание — Значения коэффициента n приняты условно.											

Г.3 Окончательно решение о требуемой толщине защитного слоя для каждого объекта принимается по большему из двух значений, полученных из условия непревышения допустимой величины морозного пучения подстилающих грунтов и по условию их прочности, но не менее предусмотренных настоящим техническим кодексом.

Г.4 Расчет толщины защитного слоя по условию обеспечения необходимой прочности подстилающего слоя

Г.4.1 Для предотвращения возможности возникновения в грунте деформаций, пластических сдвигов суммарные нормативные напряжения σ (от нагрузки поезда, собственного веса грунта и веса верхнего строения пути) не должны превышать критического для данного грунта давления — $P_{кр}$.

Значение $P_{кр}$, кПа, определяется по формуле

$$P_{кр} = \frac{\pi \cdot \left(\frac{c}{\operatorname{tg} \varphi} + \gamma h_1 \right)}{\operatorname{ctg} \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}} + \gamma h_1, \quad (\text{Г.6})$$

где c — удельное сцепление, кПа;

φ — угол внутреннего трения, рад;

γ — удельный вес грунта, кН/м³;

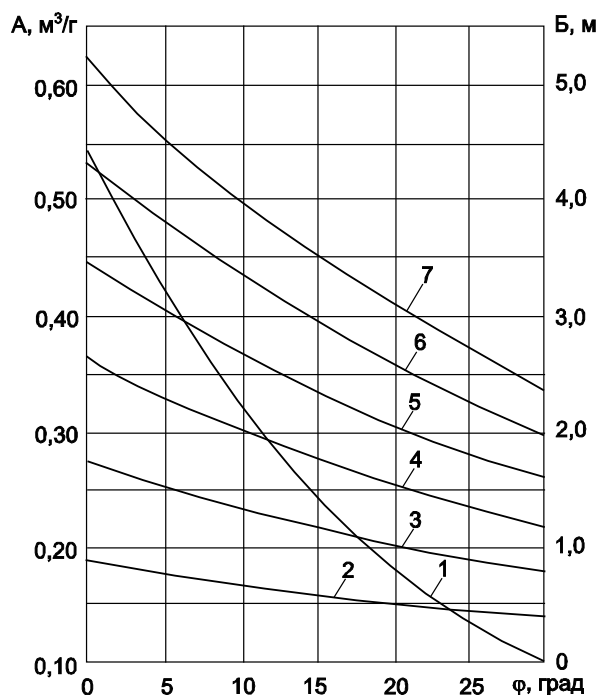
h_1 — расстояние от основной площадки до рассматриваемого горизонта, м.

Значение $P_{кр}$, кПа, может быть определено по упрощенной формуле

$$P_{кр} = \frac{h_1 + B}{A}, \quad (\text{Г.7})$$

где A и B — параметры, значения которых устанавливаются по номограмме (рисунок Г.4) в зависимости от сдвиговых характеристик грунта.

Во всех случаях для расчетов следует принимать минимально возможные прочностные характеристики грунтов, соответствующие условиям их весеннего оттаивания.



1 — кривая зависимости параметра A от φ ; 2–7 — кривые зависимости параметра B от φ при c , равном соответственно 5, 10, 15, 20, 25, 30 кПа

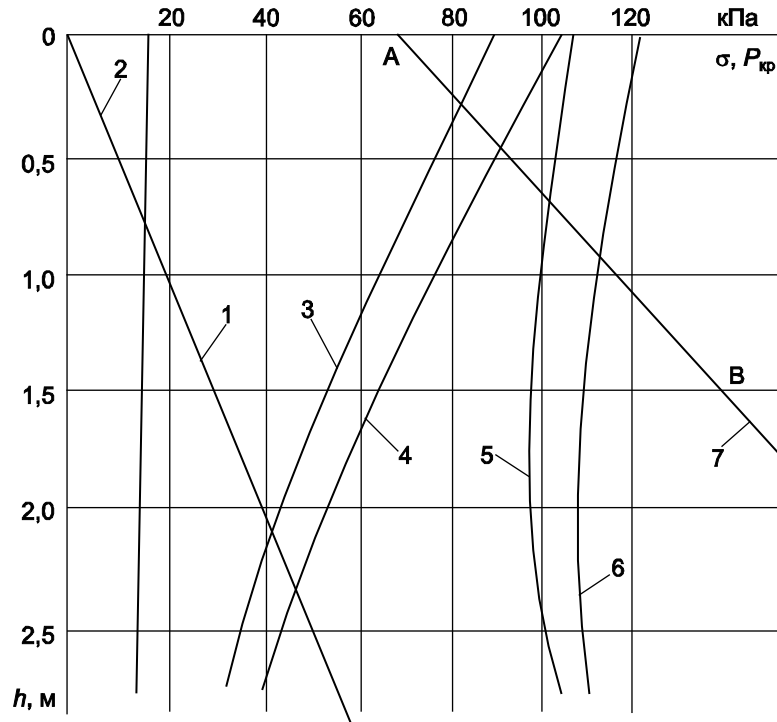
Рисунок Г.4 — Кривые зависимости параметров A и B от прочностных характеристик грунта

Г.4.2 Значение $P_{кр}$ необходимо определять для двух глубин, например для $h_1 = 0$ м и $h_1 = 1,0$ м.

Напряжение в теле земляного полотна устанавливается суммированием напряжений от всех действующих нагрузок согласно рисунку Г.5.

В приведенном примере нормальные напряжения от поезда определены расчетом для четырех- и восьмиосных вагонов (при $P_{ос} = 30$ тс/ось и с учетом размещения осей в экипаже).

Влияние динамики учтено по [43], при скорости движения поезда 120 км/ч.



- 1 — напряжение от собственного веса грунта; 2 — напряжение от верхнего строения пути;
 3, 4 — нагрузки от поезда для четырех- и восьмиосных вагонов при скорости движения поезда 120 км/ч ($P_{ос} = 30$ тс/ось);
 5, 6 — суммарные напряжения для четырех- и восьмиосных вагонов;
 7 — прямая изменения критического давления $P_{кр}$

Рисунок Г.5 — Распределение по глубине слоя критического давления $P_{кр}$ и нормальных напряжений в грунте σ_h

Г.4.3 Значения критического давления $P_{кр}$ представлены на рисунке Г.5, прямая АВ. Они приведены для суглинков мягкопластичной консистенции ($0,5 < I_L \leq 0,75$), характеризуемых следующими показателями: $e = 0,75$; $\rho_d = 1,56$ т/м³; $\gamma = 19,4$ кН/м³; $C_n = 20$ кПа; $C_p = 13,3$ кПа; $\mu_n = 18^\circ$; $\mu_p = 16^\circ$.

По формуле (Г.6):

— при $h_1 = 0$ м $P_{кр} = 67,0$ кПа;

— при $h_1 = 1$ м $P_{кр} = 113,65$ кПа.

По точке пересечения суммарной кривой нормальных напряжений $\sigma = f(h)$ и прямой $P_{кр} = f'(h)$ определяется минимально допустимая (по условиям прочности подстилающих грунтов) толщина защитного слоя.

Примечание — В расчете принята модель динамического воздействия нагрузки от поезда с учетом фактического расположения осей в экипаже, осевых нагрузок, характеристик верхнего строения пути и др.

Приложение Д (справочное)

Расчет устойчивости земляного полотна

Д.1 Общие положения

Д.1.1 Оценку общей устойчивости земляного полотна (насыпей и откосов выемок) рекомендуется осуществлять по первому предельному состоянию — несущей способности (по условиям предельного равновесия).

Устойчивость откосов должна быть проверена по возможным поверхностям сдвига (круглоцилиндрическим или по другим, в том числе ломаным поверхностям) с нахождением наиболее опасной призмы обрушения, характеризуемой минимальным отношением обобщенных предельных реактивных сил сопротивления к активным сдвигающим силам.

Д.1.2 Критерием устойчивости земляных массивов является соблюдение (для наиболее опасной призмы обрушения) неравенства

$$\gamma_{f,c} T \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} \cdot R, \quad (\text{Д.1})$$

где $\gamma_{f,c}$ — коэффициент сочетания нагрузок, учитывающий уменьшение вероятности одновременного появления расчетных нагрузок;

T — расчетное значение обобщенной активной сдвигающей силы;

γ_c — коэффициент условий работы;

γ_n — коэффициент надежности по назначению сооружения (коэффициент ответственности сооружения);

R — расчетное значение предельного сопротивления сдвигу, определенное с учетом коэффициента надежности по грунту γ_g .

Расчетные значения T и R определяются с учетом коэффициента надежности по нагрузке γ_f , т. е. путем умножения на него всех действующих сил (в том числе веса призмы обрушения или ее отсеков).

Значения коэффициента γ_f принимаются при расчете устойчивости откосов высотой более 3 м для выемок — 1,1, а при расчете устойчивости насыпей — 1,15 по СН 2.01.02.

В тех случаях, когда снижение устойчивости может произойти за счет уменьшения действующих сил, следует принимать $\gamma_f = 0,9$.

Д.1.3 Значения коэффициента надежности по грунтам γ_g устанавливаются в соответствии с указаниями СП 5.01.01, а также ГОСТ 20522.

Учет коэффициента надежности по грунтам осуществляется путем деления нормативных значений прочностных характеристик грунтов (удельного сцепления, угла внутреннего трения) на коэффициент надежности, устанавливаемый в зависимости от изменчивости этих характеристик, количества определений и значения доверительной вероятности, принимаемой $\alpha_1 = 0,95$.

Значения коэффициентов γ_n , $\gamma_{f,c}$ и γ_c приведены в таблицах Д.1–Д.3.

Таблица Д.1

Категория железных дорог	Скоростные и особо грузонапряженные	I, II	III	IV
γ_n	1,25	1,20	1,15	1,10

Таблица Д.2

Сочетание нагрузок	Основное	Особое (сейсмика)	Строительного периода
$\gamma_{f,c}$	1,00	0,90	0,95

Таблица Д.3

Методы расчета	Удовлетворяющие условиям равновесия	Упрощенные
γ_c	1,00	0,95

Д.1.4 При поиске наиболее опасной призмы обрушения за критерий устойчивости может быть принята следующая зависимость для оценки коэффициента устойчивости K_s :

$$K_s = \frac{R}{T} \geq \frac{\gamma_n \gamma_{f,c}}{\gamma_c}. \quad (\text{Д.2})$$

Д.1.5 Полученные расчетом значения коэффициента устойчивости при соответствующем сочетании нагрузок не должны превышать значения $\frac{\gamma_n \gamma_{f,c}}{\gamma_c}$ более чем на 10 % и должны быть не менее 1,05. При расчетах насыпей с высоким уровнем динамического воздействия (скорости более 120 км/ч, восьмиосный подвижной состав), сооружаемых из мелких и пылеватых песков и супесей, значение K_s должно быть не менее 1,25.

Устойчивость откосов можно считать обеспеченной, если условия, определяемые формулой (Д.1), удовлетворяются, в противном случае принимается решение о перепроектировании очертаний земляного полотна, об армировании откосов, устройстве берм, контрбанкетов и т. д. либо о возможности восстановления его при землетрясении.

Д.1.6 При проектировании проверяется общая и местная устойчивость откосов земляного полотна в соответствии с [44] и [45].

Проверка местной устойчивости необходима при глинистых грунтах, характеризующихся влажностью на границе текучести $W_L < 0,4$, а также при легковыветривающихся скальных грунтах в выемках с целью выявления возможности появления поверхностных сплывов на откосах и прогнозирования интенсивности осыпания продуктов выветривания с откосов в процессе эксплуатации.

Д.2 Нагрузки и воздействия

Д.2.1 Расчеты общей устойчивости земляного полотна, его основания и поддерживающих сооружений следует выполнять на основное сочетание действующих нагрузок и воздействия:

- веса и давления грунтов;
- веса сооружений и их частей, в том числе верхнего строения пути, подпорных стен и т. п.;
- подвижной временной нагрузки;
- гидростатического и гидродинамического воздействия воды на участках подтопления.

При этом необходимо учитывать сопротивляемость грунтов силовым воздействиям и возможное изменение прочностных свойств грунтов (угол внутреннего трения, удельное сцепление).

Д.2.2 Давление, кПа, на основную площадку от веса верхнего строения пути в соответствии с [44] и [45] принимается равной:

- 17 — для железных дорог высокоскоростных, особогрузонапряженных, I–III категорий;
- 15 — для железных дорог IV категории.

С учетом средней ширины балластного слоя нагрузка от верхнего строения пути на 1 м по длине земляного полотна составит соответственно $P_{вс} = 83$ кН и $P_{вс} = 64$ кН.

Д.2.3 Временная нагрузка на основную площадку от подвижного состава принимается равной воздействию грузовых вагонов, с нагрузкой на ось четырехосного вагона 294 кН.

Значение временной нагрузки устанавливается исходя из напряжений на уровне основной площадки, определяемых для расчетной единицы подвижного состава в соответствии с [45].

Д.2.4 При оценке прочности грунтов непосредственно основной площадки следует принимать максимальное значение напряжения, соответствующее подрельсовому сечению. При оценке общей устойчивости откосов насыпей к указанному значению следует вводить коэффициент 0,85, учитывающий неравномерность распределения напряжений в продольном и поперечном направлениях. При этом нагрузка от поезда на 1 м по длине насыпи P_n определяется по формуле

$$P_n = 0,85P_p \cdot (l_{ш} + h_6), \quad (Д.3)$$

где $l_{ш}$ — длина шпалы, м;

h_6 — толщина балластного слоя под шпалой, м;

P_p — напряжение на уровне основной площадки в подрельсовом сечении, кПа.

Д.2.5 При расчете устойчивости насыпи воздействие на земляное полотно временной нагрузки и веса верхнего строения пути учитывается посредством введения в расчет фиктивного слоя грунта высотой $h_{ф}$, определяемой по формуле

$$h_{ф} = \frac{P_{вс} + P_{пр}}{\gamma \cdot (l_{ш} + 0,5h_6)}, \quad (Д.4)$$

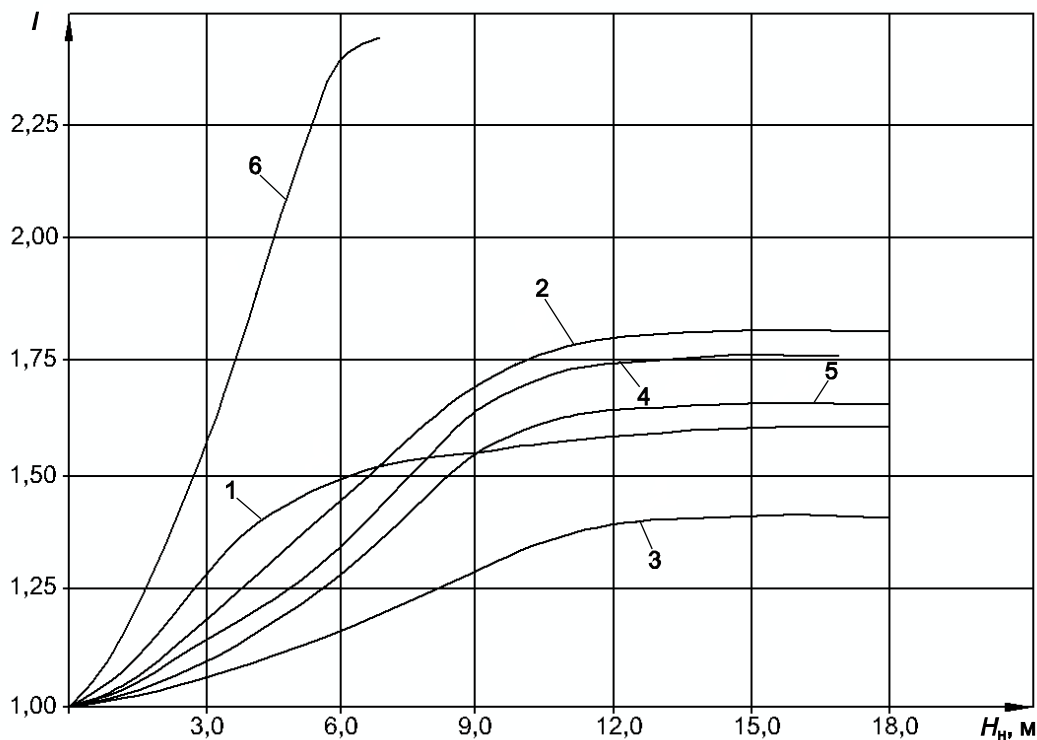
где γ — удельный вес грунта в верхней части насыпи, кН/м³;

$P_{пр}$ — приведенное значение нагрузки от поезда.

Эпюру нагрузки рекомендуется принимать трапецеидальной формы шириной поверху, равной длине шпалы, понизу — $(l_{ш} + h_6)$.

Д.2.6 Для ориентировочных расчетов устойчивости насыпей при вибродинамическом воздействии на грунты проходящих поездов повышенного веса и с высокими скоростями учет динамического состояния насыпи как системы (единого целого) в статической расчетной схеме производится интегрально с помощью единого показателя — интегрального параметра I .

При определении высоты фиктивного слоя в расчет вместо P_n вводится приведенное значение нагрузки от поезда $P_{пр} = P_n I$. Значение I принимается по графику (рисунок Д.1) в соответствии с [44] и [45].



- 1 — супесь $I_L < 0$, K_y (коэффициент уплотнения) равен 0,97–1,00; 2 — супесь $I_L \leq 0,25$, K_y равен 0,90–1,00;
 3 — легкий суглинок $I_L < 0$, K_y равен 0,90–0,95; 4 — легкий суглинок $I_L \leq 0,25$, K_y равен 0,90–1,00;
 5 — тяжелый суглинок $I_L \leq 0,50$, K_y равен 0,90–1,00; 6 — пылеватый песок, K_y равен 0,90–1,00

Примечание — Для насыпей из пылеватых песков при H_n равным 2,0–4,0 м на торфяных основаниях $I = 2,0$.

Рисунок Д.1 — Значение I для насыпей на прочном основании

Д.2.7 Вибродинамическое воздействие измеряется амплитудой среднечастотной составляющей колебаний. Амплитуда колебания грунтов является функцией многих переменных, значение ее существенно изменяется по глубине и при удалении от источника колебаний.

При проверке устойчивости насыпи для каждого отсека определяется амплитуда колебаний и соответствующие ей значения угла внутреннего трения и удельного сцепления ($\varphi_{\text{дин}}$, $c_{\text{дин}}$). Дальнейшие расчеты выполняются по обычной методике.

Д.2.8 Для уточненных расчетов устойчивости и прочности земляного полотна поездная нагрузка должна учитываться исходя из реальной расстановки осей в экипаже, статических и динамических нагрузок от колес на рельсы, типа верхнего строения и т. д.

Д.3 Расчет устойчивости откосов в нескальных грунтах

В расчетах необходимо проверять поперечники с наиболее неблагоприятными для устойчивости условиями (большая высота откоса, наличие подтопления, прослойки слабых грунтов и т. д.).

Д.3.1 Расчетные схемы следует принимать с учетом возможных форм нарушения общей устойчивости. При расчетах проектируемых насыпей, при однородном строении существующих массивов или расположении в них слоев близком к горизонтальному, рекомендуется расчет по круглоцилиндрической поверхности скольжения.

Д.3.2 При этом в качестве основной рекомендуется методика профессора Г. М. Шахунянца (рисунок Д.2).

При наличии в рассматриваемом грунтовом массиве фиксированных поверхностей ослабления следует применять методику расчета по ломаным поверхностям скольжения в соответствии с [45].

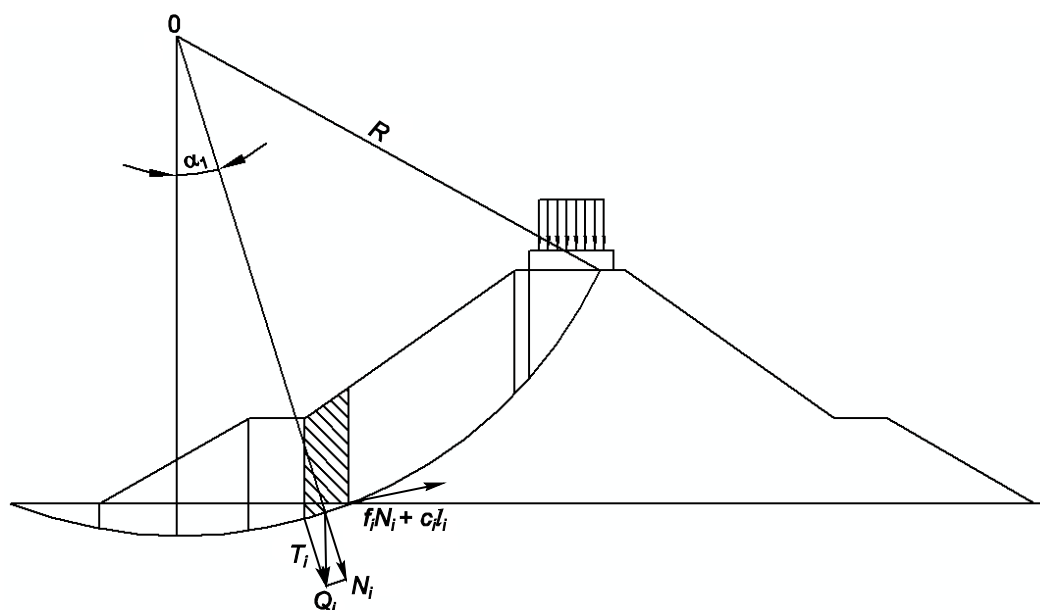


Рисунок Д.2 — Расчет устойчивости откосов в нескальных грунтах

При расчете устойчивости откосов по круглоцилиндрической поверхности обрушения рекомендуется использовать формулу профессора Г. М. Шахунянца:

$$K_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (f_i N_i + c_i l_i + T_{i, \text{уд}}) \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_1 - \varphi_i)}}{\sum_{i=1}^{i=n} T_{i, \text{сд}} \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_1 - \varphi_i)}}, \quad (\text{Д.5})$$

где K_s — коэффициент устойчивости откоса;
 $f_i N_i$ — сила трения;
 $f_i = \text{tg} \varphi_i$ — коэффициент внутреннего трения для основания i -го отсека;
 $c_i l_i$ — сила сцепления;

- c_i — удельное сцепление, Па;
 l_i — длина плоскости возможного смещения в пределах i -го отсека;
 N_i — нормальная составляющая силы;
 $T_{i,уд}$ — тангенциальная составляющая силы T_i направлена в сторону, обратную направлению возможного смещения блока, удерживающая отсек от возможного смещения;
 $T_{i,сд}$ — тангенциальная составляющая силы T_i , стремящаяся сдвинуть отсек по своему основанию.

Д.4 Примеры расчета устойчивости насыпей высотой 3–6–12 м

Грунт: суглинок $\varphi_n = 24^\circ$; $c_n = 31$ кПа; $\gamma_d = 16,5$ кН/м³; $\varphi_p = 21,8^\circ$; $c_p = 20,7$ кПа; $\gamma = 20,1$ кН/м³.

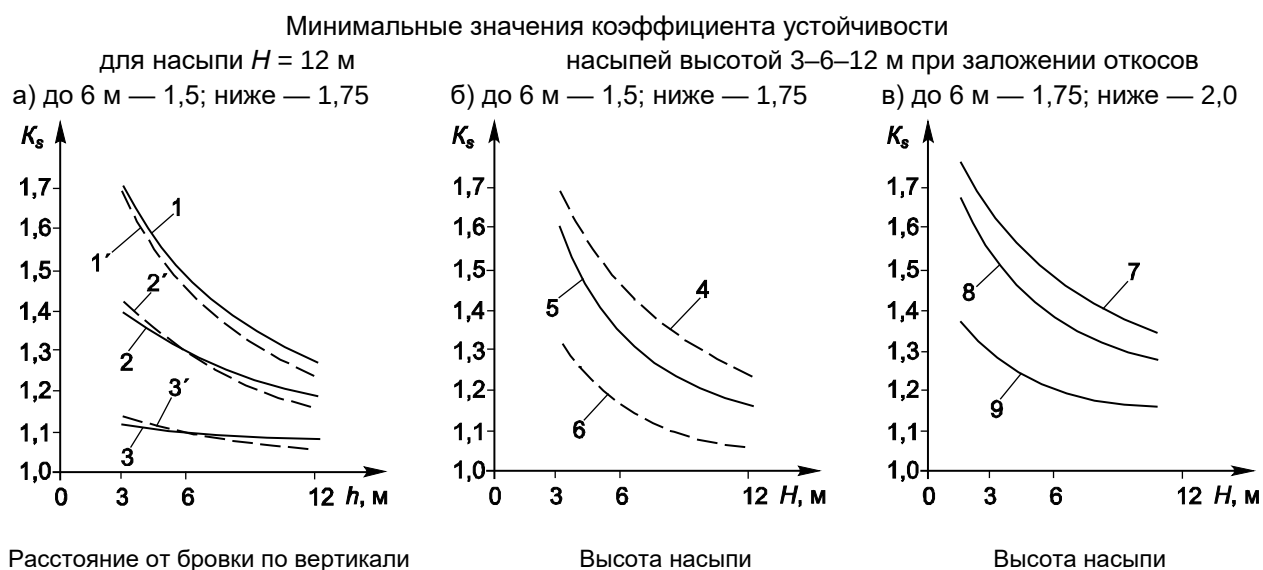


Рисунок Д.3 — Изменение коэффициента устойчивости по высоте

Таблица Д.4 — Пояснения к графикам

Позиции рисунка Д.3	Исходные данные									Результаты расчета	
	Высота насыпи H , м	Нагрузка от поезда			Скорость поезда V , км/ч	Нагрузка от верхнего строения $P_{вс}$, кН/м	Интеграль- ный пара- метр I (рисунок Д.1)	Высота фиктивного слоя грунта $h_{ф}$, м (формула (Д.4))	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Номер кривой	Мини- мальное значение K_s
		на ось, тс/ось	в подрельсо- вом сечении P_p , кПа	P_n , кН/м (формула (Д.3))							
а) откосы: до 6 м — 1:1,5 ниже — 1:1,75	12	30	74	204	0	83	1	4,4	1,15	1	1,23
	12	30	74	204	0	83	1	4,4	1	1'	1,27
	12	30	74	204	0	83	1,65	6,5	1,15	2	1,16
	12	30	74	204	0	83	1,65	6,5	1	2'	1,19
	12	30	125	345	120	83	1,65	10,0	1,15	3	1,06
	12	30	125	345	120	83	1,65	10,0	1	3'	1,08
б) откосы: до 6 м — 1:1,5 ниже — 1:1,75	3	30	74	204	0	83	1	4,4	1,15	4	1,70
	6	30	74	204	0	83	1	4,4	1,15	4	1,45
	12	30	74	204	0	83	1	4,4	1,15	4	1,23
	3	30	74	204	0	83	1,2	5,0	1,15	5	1,61
	6	30	74	204	0	83	1,4	5,7	1,15	5	1,34
	12	30	74	204	0	83	1,65	6,5	1,15	5	1,16
	3	30	125	345	120	83	1,2	7,6	1,15	6	1,32
	6	30	125	345	120	83	1,4	8,7	1,15	6	1,16
	12	30	125	345	120	83	1,65	10,0	1,15	6	1,06
в) откосы: до 6 м — 1:1,75 ниже — 1:2	3	30	74	204	0	83	1	4,4	1,15	7	1,75
	6	30	74	204	0	83	1	4,4	1,15	7	1,53
	12	30	74	204	0	83	1	4,4	1,15	7	1,34
	3	30	74	204	0	83	1,2	5,0	1,15	8	1,66
	6	30	74	204	0	83	1,4	5,7	1,15	8	1,43
	12	30	74	204	0	83	1,65	6,5	1,15	8	1,27

Позиции рисунка Д.3	Исходные данные									Результаты расчета	
	Высота насыпи H , м	Нагрузка от поезда			Скорость поезда V , км/ч	Нагрузка от верхнего строения $P_{вс}$, кН/м	Интеграль- ный пара- метр I (рисунок Д.1)	Высота фиктивного слоя грунта $h_{ф}$, м (формула Д.4))	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Номер кривой	Мини- мальное значение K_s
		на ось, тс/ось	в подрельсо- вом сечении P_p , кПа	P_n , кН/м (формула Д.3))							
в) откосы:	3	30	125	345	120	83	1,2	7,6	1,15	9	1,37
до 6 м — 1:1,75	6	30	125	345	120	83	1,4	8,7	1,15	9	1,23
ниже — 1:2	12	30	125	345	120	83	1,65	10,0	1,15	9	1,16
Примечание — Увеличение нагрузки на земляное полотно за счет увеличения скорости движения поездов принято на основании анализа опубликованных материалов по [39].											

Приложение Е (справочное)

Определение осадки насыпей на болотах

Е.1 Прогноз конечной величины осадки

Е.1.1 Величину погружения насыпи в болотную залежь (общую осадку насыпи $S_{\text{общ}}$) определяют по формуле

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{сж}} + S_{\text{от}}, \quad (\text{Е.1})$$

где $S_{\text{сж}}$ — осадка сжимающихся (уплотняющихся) слоев болотной залежи;

$S_{\text{от}}$ — осадка отдавливаемых слоев болотной залежи, происходящая за счет: выдавливания (выпора) слабых грунтов при любой скорости отсыпки; частичного выдавливания грунтов типа 3а при невозможности их предварительного уплотнения в течение строительного периода вследствие того, что в силу их высокой сжимаемости и низкой прочности нагрузка от возводимой насыпи растет быстрее, чем упрочнение слабого грунта; боковых деформаций слабых грунтов строительного типа 2 при интенсивности отсыпки насыпи в первые 10 сут более 2,0 м.

Е.1.2 Осадку $S_{\text{от}}$ вычисляют по формуле

$$S_{\text{от}} = \sum_1^n \lambda_{i,\text{от}} \cdot h_i = \sum_1^n S_{i,\text{от}}, \quad (\text{Е.2})$$

где $S_{i,\text{от}}$ — осадка i -го отдавливаемого слоя;

$\lambda_{i,\text{от}}$ — относительная деформация i -го отдавливаемого слоя толщиной h_i ;

n — количество расчетных слоев болотной залежи.

Е.1.3 Относительную деформацию $\lambda_{\text{от}}$ определяют по таблице Е.1 в зависимости от сопротивления сдвигу по крыльчатке τ расчетного слоя в природном залегании.

Таблица Е.1 — Относительная деформация $\lambda_{\text{от}}$

τ , МПа	$\lambda_{\text{от}}$	τ , МПа	$\lambda_{\text{от}}$	τ , МПа	$\lambda_{\text{от}}$
0,001	1,00	0,006	0,55	0,011	0,20
0,002	1,00	0,007	0,45	0,012	0,15
0,003	1,00	0,008	0,37	0,013	0,10
0,004	0,82	0,009	0,30	0,014	0,05
0,005	0,67	0,010	0,25	0,015	0,00

Е.1.4 Осадку $S_{\text{сж}}$, м, определяют по формуле

$$S_{\text{сж}} = \sum_1^n \lambda_{i,\text{сж}} \cdot (h_i - S_{i,\text{от}}), \quad (\text{Е.3})$$

где $\lambda_{i,\text{сж}}$ — относительная вертикальная деформация расчетного слоя, полученная по данным испытаний в компрессионном приборе для нагрузки, действующей на этот слой.

При расчете осадки слабое основание разбивают на расчетные слои в соответствии с геологическим строением, прочностными и деформативными свойствами слабых грунтов и величиной действующих вертикальных напряжений по глубине.

При относительной мощности слабого основания $\frac{H_1}{B_1} \leq 0,5$ (H_1 — мощность слабых грунтов,

B_1 — ширина насыпи по подошве) вертикальные напряжения по глубине можно считать постоянными. Значение напряжений для всей мощности залежи в этом случае принимают равным значению расчетной

нагрузки $P_{\text{расч}}$. При $\frac{H_1}{B_1} > 0,5$ напряжение следует рассчитывать по методике, изложенной в ТКП 200.

Е.1.5 Расчетное давление $P_{\text{расч}}$, действующее на болотную залежь от массы возводимой насыпи, определяют с учетом положения уровня грунтовых вод:

$$P_{\text{расч}} = K_0 \lambda_{\text{сж}} + P_0, \quad (\text{Е.4})$$

где $\lambda_{\text{сж}}$ — относительная осадка сжатия основания, которая определяется по формуле

$$\lambda_{\text{сж}} = \frac{S_{\text{сж}}}{H_1 - S_{\text{от}}}. \quad (\text{Е.5})$$

K_0 и P_0 определяют по формулам:

$$K_0 = \rho_{\text{н}}^{\text{БЗВ}} H_1 \cdot (1 - \lambda_{\text{от}}), \quad (\text{Е.6})$$

$$P_0 = \rho_{\text{н}} \cdot (H + h_{\text{гв}}) + \rho_{\text{н}}^{\text{БЗВ}} \cdot (H_1 \lambda_{\text{от}} - h_{\text{гв}}), \quad (\text{Е.7})$$

где $\rho_{\text{н}}$ и $\rho_{\text{н}}^{\text{БЗВ}}$ — соответственно плотность грунта насыпи, расположенного выше и ниже уровня грунтовых вод;

H — проектная высота насыпи (рабочая отметка);

$h_{\text{гв}}$ — расстояние от поверхности болота до горизонта грунтовых вод;

$$\lambda_{\text{от}} = \frac{S_{\text{от}}}{H_1}, \quad (\text{Е.8})$$

здесь H_1 — мощность слабых грунтов.

Если $h_{\text{гв}} > S_{\text{общ}}$ в формулах (Е.6) и (Е.7) принимают $\rho_{\text{н}}^{\text{БЗВ}} = \rho_{\text{н}}$.

Е.1.6 Параметры сжимаемости $\lambda_{\text{сж}}$ определяют по результатам компрессионных испытаний и расчет осадки ведут графоаналитическим методом. При отсутствии данных компрессионных испытаний допускается пользоваться номограммой (рисунок Е.1), построенной на основе обобщения результатов обработки многочисленных компрессионных кривых. В качестве характеристики сжимаемости болотной залежи принят коэффициент пористости e_0 .

Номограмма связывает четыре параметра (K_0 , P_0 , $\lambda_{\text{сж}}$ и e , где e — средневзвешенное значение коэффициента пористости для болотной залежи) и позволяет путем одного наложения линейки, соединяющей две точки на шкалах K_0 и P_0 в точке пересечения линии с заданным e_0 , найти искомое значение $\lambda_{\text{сж}}$.

Е.2 Прогноз осадки во времени

Е.2.1 Продолжительность осадки t для достижения требуемой степени консолидации U слабого основания определяют по номограмме (рисунок Е.2) в зависимости от режима возведения насыпи, характеризующего величиной нагрузки P_1 , допускаемой по условиям устойчивости основания, и длительностью строительного периода t_0 , в течение которого нагрузка на основание возрастает от P_1 до $P_{\text{расч}}$.

Номограмма связывает четыре комплексных параметра:

$$\frac{t_0}{T}, \frac{t}{T}, \frac{\lambda_1/\lambda}{1 - \lambda_1/\lambda} \text{ и } \frac{U}{1 - \lambda_1/\lambda},$$

где t_0 — продолжительность строительного периода;

t — время, необходимое для достижения требуемой степени консолидации U слабой толщи;

λ_1 — конечная относительная деформация сжатия (уплотнения) основания для нагрузки P_1 ;

λ — конечная относительная деформация сжатия (уплотнения) основания для расчетного давления $P_{\text{расч}}$;

T — консолидационный параметр, имеющий размерность времени, характеризует интенсивность затухания осадки.

По любым трем известным параметрам, обозначенным на шкалах номограммы, с помощью одного наложения линейки определяют искомый четвертый параметр.

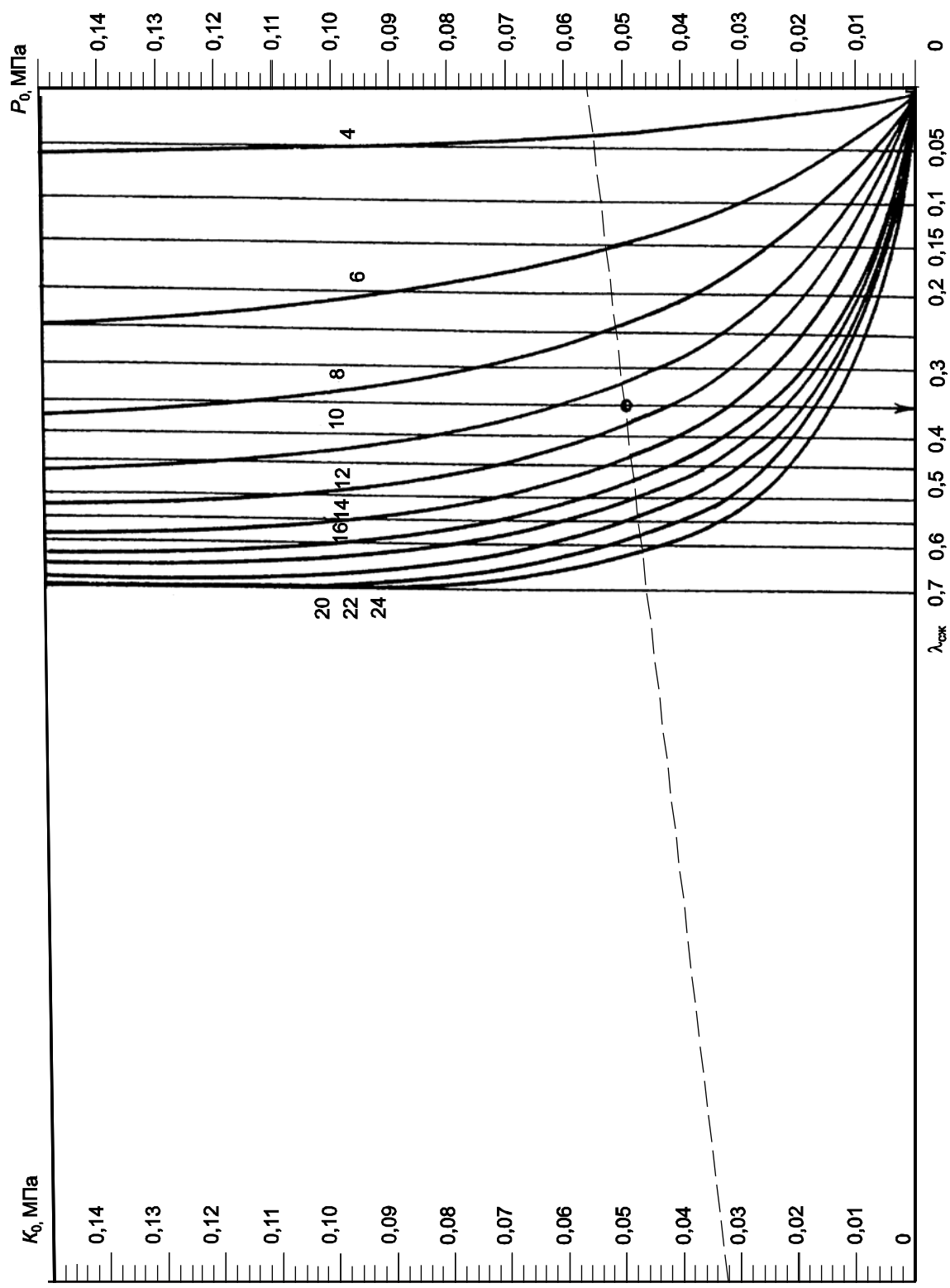


Рисунок Е.1 — Номограмма для определения осадки торфяных грунтов (цифры на кривых — коэффициент пористости e)

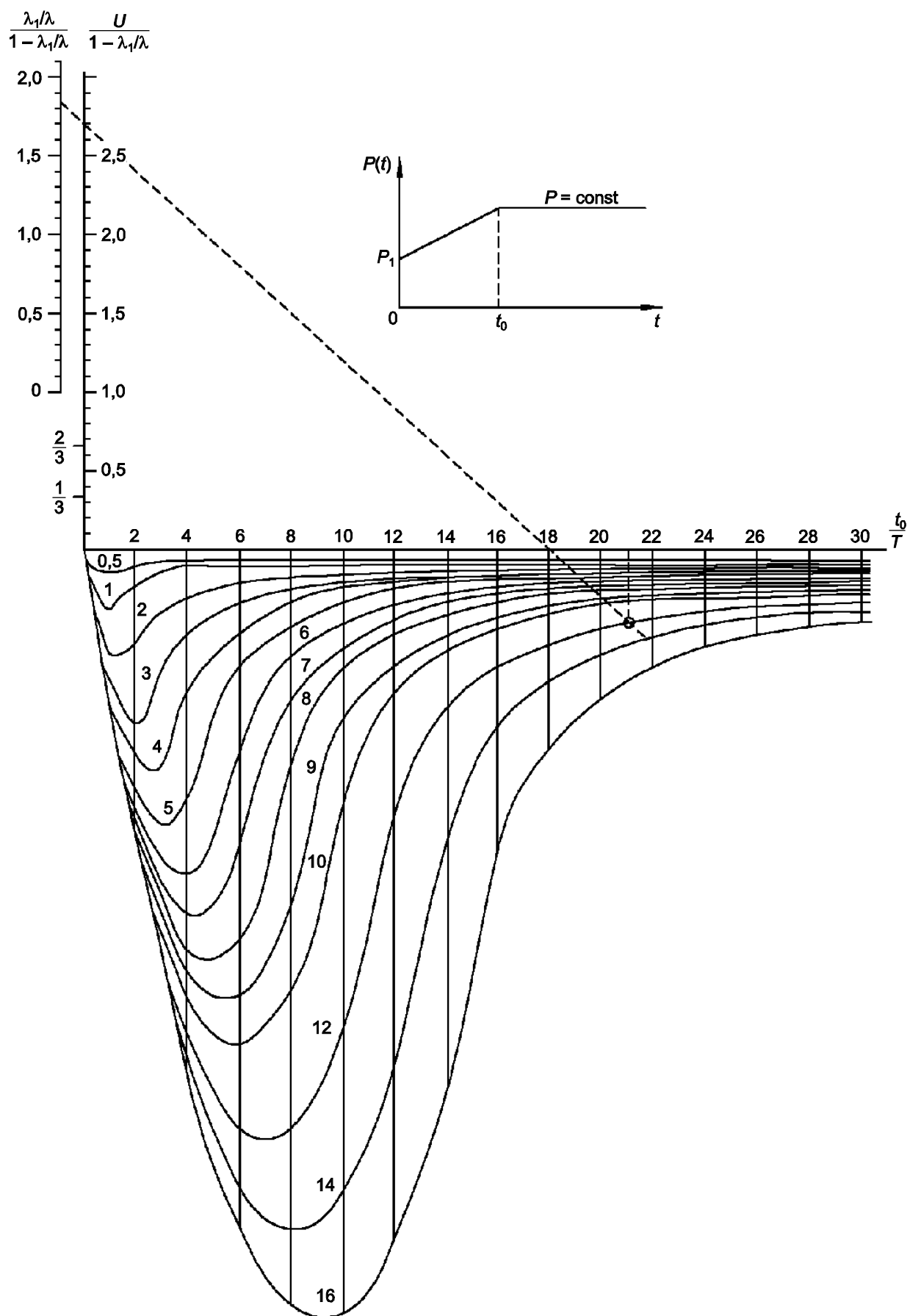


Рисунок Е.2 — Номограмма для расчета продолжительности осадки
(цифры на кривых — отношение t_0/T)

Е.2.2 Консолидационный параметр T_k , сут, определяют по формулам:

а) для оснований I типа по устойчивости

$$T_k = \frac{2,5 \cdot 10^{-5} S_{сж}}{(\lambda_{сж} P_{расч})^2}; \quad (E.9)$$

б) для оснований II и IIIA типа по устойчивости

$$T_k = \frac{4 \cdot 10^{-2} S_{сж}}{\sqrt{\lambda_{сж} P_{расч}}}, \quad (E.10)$$

где $P_{расч}$ — давление от массы насыпи, действующее на основание, МПа;

$\lambda_{сж}$ — относительная деформация сжатия слабого основания от давления массы насыпи $P_{расч}$;

$S_{сж}$ — осадка сжимающихся слоев слабого основания, см.

Е.2.3 Расчет длительности осадки оснований I типа по устойчивости при быстрой отсыпке насыпи можно производить по формуле

$$\frac{t}{T_k} = \frac{U}{1-U}. \quad (E.11)$$

Приложение Ж (обязательное)

Методика испытаний насыпей на болотах

Ж.1 Насыпи индивидуального проектирования, возведенные на болотах с сохранением торфа в основании, следует испытывать на устойчивость к воздействию статической и динамической нагрузок, эквивалентных или больших, чем запланированные для постоянной эксплуатации.

Испытания необходимо проводить при непромерзших основании и грунте тела насыпи.

Ж.2 Испытаниям статической нагрузкой подвергают насыпи, если они:

— запроектированы из расчета на частичное отжатие болотных грунтов из основания или на полное их выдавливание в случае, если полного отжатия не произошло;

— при поперечном уклоне дна болота круче 1:10 — для болот I типа, 1:15 — для болот II типа и 1:20 — для болот III типа;

а также в других случаях индивидуального проектирования, когда для повышения устойчивости основания применены те или иные конструктивные решения, недостаточно апробированные и плохо поддающиеся расчету.

Ж.3 Последовательность статических испытаний сводится к следующему. На испытываемых участках насыпи устанавливают два или более четырех-, шести- или восьмиосных полногрузных вагона на срок не менее чем 3 сут.

В период испытаний ведутся ежедневные инструментальные наблюдения за осадками и другими деформациями насыпи и основания.

Если деформации насыпи носят затухающий характер, статические испытания считаются завершенными.

При испытаниях насыпи следует вести журнал, в котором приводится характеристика участка, конструкции насыпи, тип и величина нагрузки, результаты испытаний, включая величину осадки насыпи, перемещений основания и т. п.

Ж.4 Испытаниям динамической нагрузкой следует подвергать насыпи, имеющие конструктивные особенности, при которых необходимо считаться с возможностью повышенных деформаций (небольшая мощность насыпи или повышенная мощность торфа под ней) основания вследствие передачи на него динамических нагрузок, сопоставимых по величине с нагрузкой от веса самой насыпи.

Вопрос о необходимости испытаний насыпи динамической нагрузкой решается в проекте.

Испытания динамической нагрузкой должно состоять из нескольких циклов последовательных заездов испытательного поезда с постепенно возрастающими скоростями.

После каждого цикла заездов в зависимости от величины осадки и состояния пути определяется порядок продолжения испытаний.

В процессе испытаний по маркам специальной конструкции ведутся наблюдения за упругими и остаточными осадками основания насыпи.

По результатам испытаний составляется акт, в котором отмечается пригодность насыпи для нормальной эксплуатации.

Ж.5 Насыпь можно считать пригодной для нормальной эксплуатации, если не наблюдаются местные просадки и перекосы пути, а упругие осадки и другие деформации насыпи и основания не превышают величин, установленных в проекте.

Приложение К
(рекомендуемое)

**Определение размера камня для защиты откоса
от размыва текущим потоком воды**

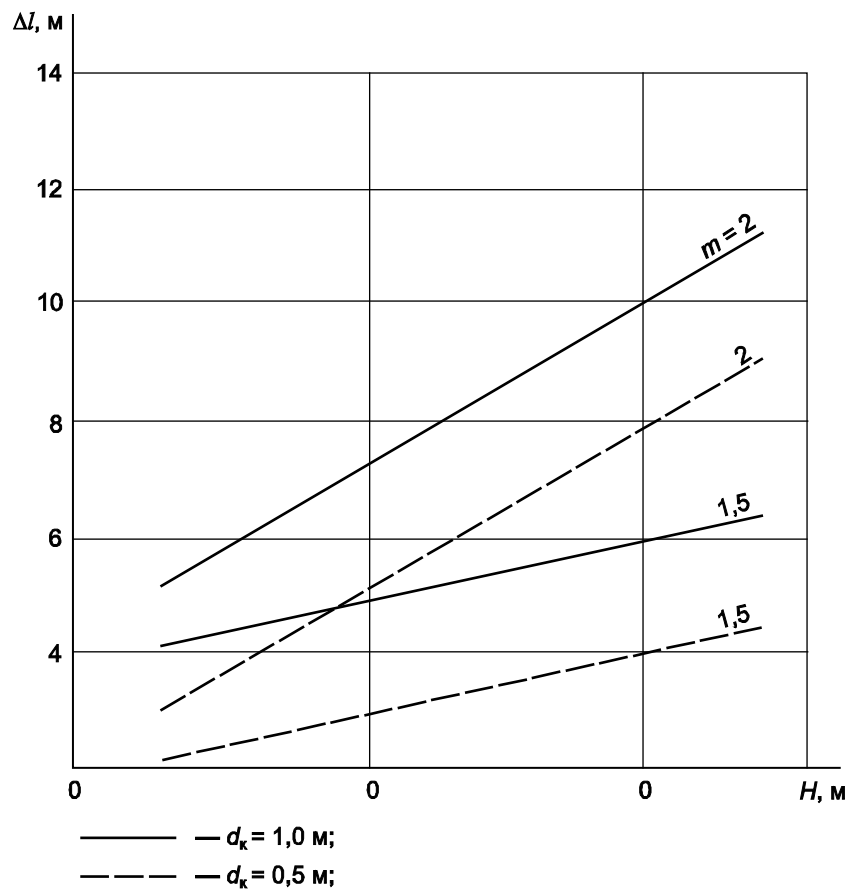
Определение расчетного диаметра камня как шара d_k , требуемого для укрепления откоса от размыва текущим водотоком, рекомендуется производить по формуле

$$d_k = \frac{V_p^2}{A^2 2g \cdot \left(\frac{\rho_k - \rho_w}{\rho_w} \right) \cdot \cos \alpha}, \quad (K.1)$$

- где A — коэффициент, учитывающий устойчивость камня на откосе, рекомендуется принимать:
 $A = 1$ — на участках крутых поворотов русла реки ($R < 300$ м);
 $A = 1,15$ — на всех остальных участках;
 g — ускорение свободного падения;
 ρ_k, ρ_w — плотность камня и воды соответственно;
 α — угол наклона поверхности откоса бермы к горизонту;
 V_p — расчетная скорость течения водотока. При проектировании защитных конструкций в качестве расчетной скорости следует принимать среднюю скорость потока на вертикали у подошвы откоса в рассматриваемом створе.

Приложение Л (справочное)

Определение ширины защитной призмы Δl при защите откоса от размыва с использованием несортированной горной массы



H — высота укрепляемого откоса, м; m — заложение укрепляемого откоса

Рисунок Л.1 — График для определения ширины защитной призмы

Приложение М (справочное)

Армирующие материалы

М.1 В качестве армирующих материалов в армогрунтовых конструкциях в мировой практике используют: металл, железобетон, геотекстиль, а также различные комбинированные конструкции.

В последнее время в качестве армирующих полотнищ все чаще применяют геотекстильные материалы.

Общий перечень номенклатуры геотекстильных материалов включает более 200 марок, выпускаемых в Республике Беларусь по СТБ 1104 и за рубежом — по [46].

М.2 Геотекстильные материалы изготавливают из нефти (полиамиды, полиэфиры, полипропилены), кремнезема (стекловолокно), древесной пульпы (вискоза, ацетат). Выпускают их в виде полотнищ (тканых, нетканых, сетчатых).

М.3 При применении в качестве армирующих элементов геотекстиля предпочтение отдается материалам, обладающим высокими прочностью на растяжение и модулем деформации (небольшим удлинением при разрыве), устойчивыми при воздействии температурных колебаний, минеральных кислот, щелочных сред, засоленности, влаги и солнечной радиации.

М.4 Требованиям армирования грунтов в наибольшей степени удовлетворяют стеклоткани и стеклосетки, покрытые различными защитными пленками, смолами и лаками (так называемые стеклопластики).

М.5 Стеклопластики имеют следующие преимущества:

- высокую прочность на разрыв;
- незначительное относительное удлинение (высокий модуль деформации), что позволяет им включаться в работу практически одновременно с грунтом;
- устойчивы к атмосферным и другим внешним воздействиям (при покрытии их защитными пленками, лаками и смолами соответствующего состава);
- сравнительно невысокую стоимость.

М.6 При строительстве железных дорог геотекстильные материалы целесообразно применять в следующих случаях (таблица М.1):

Таблица М.1

Область применения	Рекомендуемый материал
Для усиления рабочей зоны земляного полотна (в основании балластной призмы или защитного слоя)	Геотекстиль или стеклоткани и стеклопластики (возможны в комбинации)
Для повышения несущей способности слабых оснований (представленных торфами, илами, сапропелями и др.)	Стеклоткани и стеклопластики в комбинации с геотекстилем
При сооружении насыпей из некондиционных грунтов (твердомерзлые пески, переувлажненные глинистые грунты для создания замкнутых оболочек в откосных зонах)	Геотекстиль
Для создания насыпей с повышенной крутизной откосов (в сложных инженерно-геологических и стесненных условиях)	Стеклоткани и стеклопластики в комбинации с геотекстилем
Защита откосов земляных сооружений от эрозии	Заанкеренная стеклосетка в комбинации с посевом трав по растительному слою
В конструкциях защиты откосов подтопляемых насыпей от размывов на водоемах и водотоках	Геотекстиль — в качестве антифильтра под плитами и каменной наброской; стеклоткани и стеклопластики — для армирования откосов насыпей, устраиваемых вдоль водотоков при условии защиты откосов облегченными железобетонными плитами
В дренажах в качестве фильтрационной защиты крупнообломочного заполнителя и труб от кольматации	Геотекстиль

Приложение П
(справочное)

Глубина промерзания глинистых грунтов

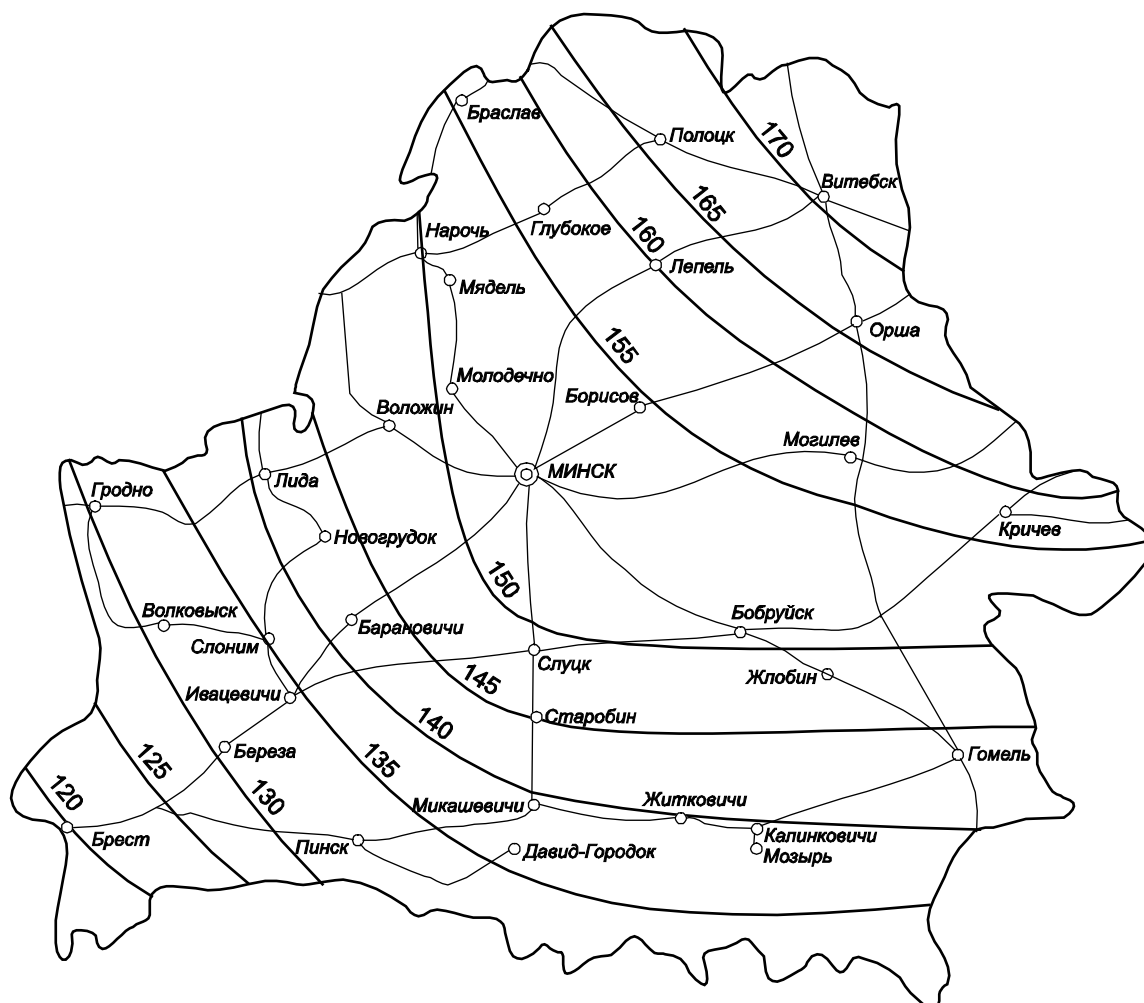


Рисунок П.1 — Схематическая карта глубины промерзания глинистых грунтов

Приложение Р (рекомендуемое)

Расчет параметров ветровых волн для определения отметки бровки насыпи и мощности крепления откоса

Р.1 Параметры ветровых волн определяют для двух расчетных случаев

Параметры ветровых волн определяют для двух расчетных случаев:

- для назначения отметки бровки насыпи или верха крепления откоса, когда принимают условия подтопления насыпи при максимальном расходе;
- при расчете конструкции крепления откоса, когда принимают условия подтопления насыпи при расчетном расходе.

Р.1.1 Различные глубины воды на пойме реки при максимальном и расчетном расходах, а также нормативные обеспеченности ветра и высоты волны в системе шторма для двух расчетных случаев определяют два значения высоты волны и ее периода.

Р.1.2 Нормативные значения обеспеченности расходов воды, скорости ветра и расчетной волны в системе шторма приведены соответственно в 11.3 и 11.4.

В систему расчетов входит определение скоростей ветра, параметров волны для расчета высоты наката волны на откос, параметров волны для расчета мощности крепления. Все расчеты производятся в соответствии со СН 3.04.01.

Р.2 Пример расчета

Рассмотрим участок подходной насыпи к мостовому переходу железной дороги I категории общей сети, работающий в условиях подтопления паводковыми водами реки.

Р.2.1 Определение расчетных скоростей ветра

Ветровой режим в рассматриваемом районе прогнозируется на основании материалов непрерывных 25-летних наблюдений.

Пики половодья в районе, по данным многолетних гидрографов реки, приходятся на два месяца: май и июнь, для периода которых определяется расчетная скорость и направление ветра.

Статистические данные повторяемости в процентах градаций ветра по скоростям и направлениям средние за май и июнь приведены в таблице Р.1.

Для каждого румба рассчитаны повторяемость направления ветра по градациям P_v , % количества случаев наблюдений (таблица Р.1), а также по обеспеченности F , % (как последовательные суммы повторяемостей по градациям от больших скоростей ветра к меньшим). Результат приведен в таблице Р.2. По обеспеченностям F , %, на клетчатке вероятностей строятся графики режимных функций ветра в рассматриваемом районе (рисунок Р.1), для всех восьми румбов.

Расчетные скорости ветра в соответствии с 11.3 и 11.4 приняты с повторяемостью:

- при определении отметки бровки насыпи — 1 раз в 2 года (обеспеченность 50 %);
- при расчетах мощности крепления — 1 раз в 25 лет (обеспеченность 4 %).

Для каждого румба применительно к использованным данным статистического ряда наблюдаемых скоростей ветра определяется обеспеченность ветра, повторяющегося 1 раз в нормативное nt лет, по формуле

$$F_n = 4,17 \cdot \frac{t}{N_{nt} P_v}, \quad (P.1)$$

где t — непрерывная продолжительность действия ветра (при отсутствии данных принимается равной 6 ч);

N — количество дней наблюдений в году за паводковый период, в данном примере за май–июнь $N = 61$ день;

nt — нормативное количество лет повторяемости ветра, в данном примере $nt1 = 2$ года и $nt2 = 25$ лет;

P_v — повторяемость направления ветра в долях единицы от суммы повторяемостей всех направлений (берется из последней строки таблицы Р.1).

Таблица Р.1 — Статистические данные повторяемости направления ветра по градациям, по скоростям и направлениям средние за май и июнь

Скорость ветра, м/с	Повторяемость направления ветра, %, при направлении ветра (румбе)								Всего, %
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
0–1	1,7	0,9	1,25	1,75	1,55	1,55	1,5	1,8	12,0
2–5	6,75	7,2	8,55	8,7	5,8	6,8	8,0	7,7	59,5
6–9	2,15	2,9	4,05	3,45	2,25	1,8	2,4	2,5	21,5
10–13	0,3	0,8	1,1	1,45	0,35	0,35	0,65	0,75	5,75
14–17	0,08	0,15	0,2	0,3	0,085	0,035	0,15	0,135	1,135
18–20				0,03	0,015	0,015	0,015	0,035	0,11
21–26					0,015				0,015
Всего P_v , %	10,98	11,95	15,15	15,68	10,065	10,55	12,715	12,92	100,01

Таблица Р.2 — Результаты расчета повторяемости направления ветра по градациям

Скорость ветра, м/с	Повторяемость направления ветра, %, при направлении ветра (румбе)															
	С		СВ		В		ЮВ		Ю		ЮЗ		З		СЗ	
	P_v	F	P_v	F	P_v	F	P_v	F	P_v	F	P_v	F	P_v	F	P_v	F
21–26									0,15	0,15						
18–20							0,19	0,19	0,15	0,30	0,14	0,14	0,12	0,12	0,27	0,27
14–17	0,73	0,73	1,25	1,25	1,32	1,32	1,91	2,10	0,85	1,15	0,33	0,47	1,18	1,30	1,04	1,37
10–13	2,73	3,46	6,70	7,95	7,26	8,58	9,25	11,35	3,48	4,63	3,32	3,79	5,11	6,41	5,80	7,11
6–9	19,58	23,04	24,27	32,22	26,74	35,32	22,00	33,35	22,35	26,98	17,06	20,84	18,87	25,28	19,36	26,47
2–5	61,48	84,52	60,25	92,47	56,43	91,75	55,49	88,84	57,62	84,60	64,46	85,30	62,92	88,20	59,60	86,07
0–1	15,48	100,0	7,53	100,0	8,25	100,0	11,16	100,0	15,40	100,0	14,7	100,0	11,8	100,0	13,93	100,0

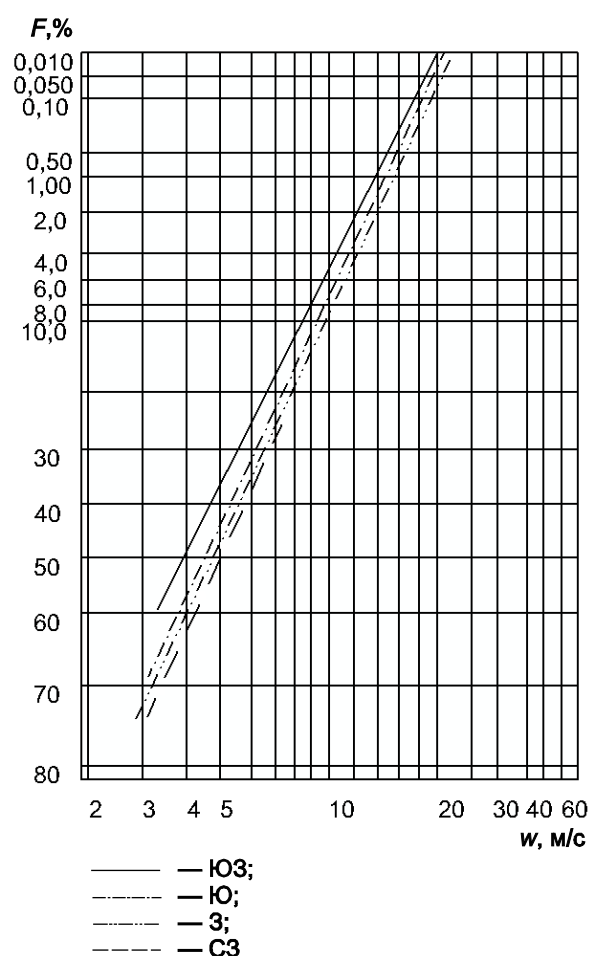
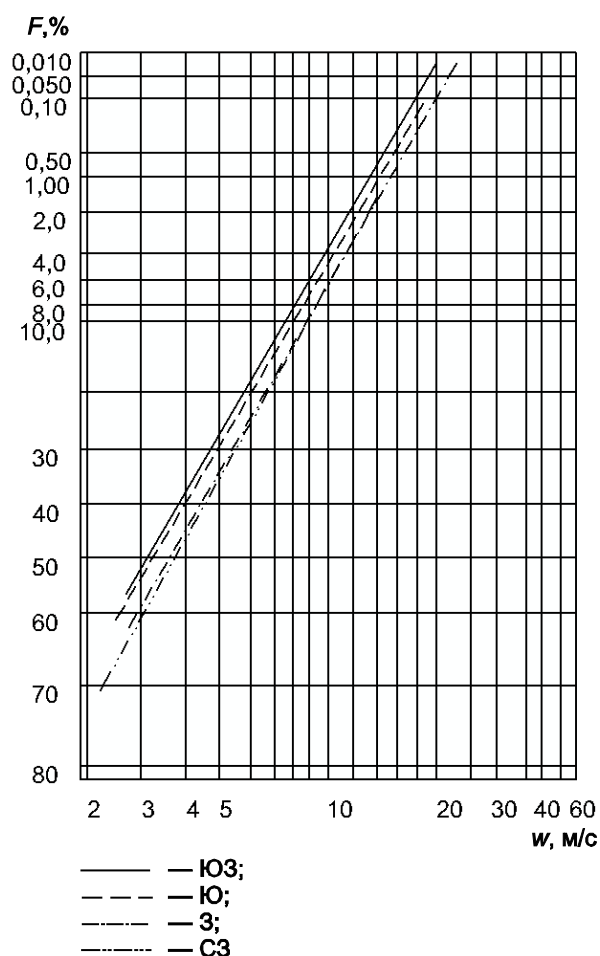


Рисунок Р.1 — Режимные функции скорости ветра

Вычисленные значения обеспеченностей F_2 и F_{25} , %, и соответственно им определенные по графикам режимных функций (см. рисунок Р.1) расчетные скорости ветра $V_{50\%}$ и $V_{4\%}$ приведены в таблице Р.3.

Таблица Р.3

Показатели	Значения показателей при направлении ветра (румбы)							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
F_2 (50 %), %	1,87	1,72	1,35	1,31	2,04	1,44	1,61	1,59
F_{25} (4 %), %	0,15	0,14	0,11	0,10	0,16	0,16	0,13	0,13
$V_{4\%}$, м/с	17,0	18,0	18,5	14,0	19,0	17,0	19,5	19,0
$V_{50\%}$, м/с	12,5	13,5	14,5	15,0	13,0	11,5	13,5	14,0

Скорость ветра V_w , м/с, прогнозируемую по данным гидрометеостанции V_{iz} , следует привести к условиям водной поверхности на высоте $z = 10$ м по СН 3.04.01:

$$V_w = k_z k_{fl} k_l V_{iz}, \quad (P.2)$$

где $V_i = V_{iz}$, k_z — скорость ветра на высоте $z = 10$ м на гидрометеостанции;

k_z — коэффициент приведения скорости ветра к значению на высоте 10 м, принимаемый при $z = 5$ м $k_z = 1,1$, при $z = 10$ м $k_z = 1,0$, при $z = 20$ м $k_z > 0,9$; в данном примере при $z = 11,6$ м $k_z = 0,98$;

k_{fl} — коэффициент пересчета скорости, измеренной флюгером (но не более 1):

k_l — коэффициент приведения скорости ветра, измеренной на гидрометеостанции, к условиям водной поверхности протяженностью L , км, в зависимости от типа местности A , B и C по СН 2.01.02; при длине водоема менее 20 км следует использовать график, приведенный на рисунке 2 СН 2.01.02.

$$k_{fl} = 0,675 + \frac{4,5}{V_l}. \quad (P.3)$$

Расчеты скоростей ветра над водной поверхностью по восьми румбам для повторяемости 1 раз в 2 года (обеспеченность 50 % для назначения отметки бровки насыпи) и 1 раз в 25 лет (обеспеченность 4 % для расчета мощности крепления) приведены в таблицах Р.4 и Р.5.

Таблица Р.4

Расчетные величины	Значения расчетных величин при направлении ветра (румбы)							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
V_{lz} , м/с	12,5	13,5	14,5	15,0	13,0	11,5	13,5	14,0
k_{fl}	1,0	1,0	0,99	0,98	1,0	1,0	1,0	1,0
$k_{fl} V_l$, м/с	12,0	13,2	14,1	14,4	12,7	11,3	13,2	13,7
L , км	—	1,2	1,2	1,2	—	3,2	3,2	3,2
k_l	—	1,06	1,06	1,06	—	1,14	1,13	1,129
$V_w 50\%$, м/с	—	14,0	15,0	15,3	—	12,9	15,0	15,5

Таблица Р.5

Расчетные величины	Значения расчетных величин при направлении ветра (румбе)							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
V_{lz} , м/с	17,0	18,0	18,5	19,0	19,0	17,0	19,5	19,0
k_{fl}	0,945	0,931	0,924	0,917	0,917	0,944	0,911	0,917
$k_{fl} V_{lz}$, м/с	15,8	16,4	16,7	17,1	17,1	15,8	17,4	17,1
L , км	—	1,2	1,2	1,2	—	3,2	3,2	3,2
k_l	—	1,055	1,055	1,055	—	1,12	1,12	1,12
$V_w 4\%$, м/с	—	17,3	17,6	18,0	—	17,7	19,5	19,2

Р.2.2 Определение параметров волн и высоты наката для назначения отметки бровки насыпи

Исходя из топографии района подтопления и азимута оси насыпи $\alpha = 187^\circ$ установлено, что максимальные длины разгонов волн, подходящих практически фронтально к оси насыпи со стороны реки (западное направление) и со стороны ее поймы (восточное направление), составляют соответственно 3200 и 1200 м.

По этим направлениям прогнозируемые скорости ветра практически будут максимальными (см. таблицу Р.3), т. е. направления являются волноопасными и для них определяются расчетные параметры волн.

В случаях сложной конфигурации береговой линии волноопасное направление определяется по результатам расчета высоты волны с использованием спектрального метода, а при отклонении главного луча волны от нормали к оси насыпи более 20° , должна учитываться рефракция волны в соответствии со СН 3.04.01.

Бровка насыпи назначается исходя из уровня на пике паводка повторяемостью 1 раз в 300 лет (обеспеченность 0,33 %) и высота наката на этот откос — при шторме повторяемостью 1 раз в два года (обеспеченность 50 %).

Для одной из характерных точек трассы железной дороги (а их на проектируемом участке может быть несколько) по волноопасному западному направлению «запад» на луче протяженностью $L = 3200$ м средняя глубина воды на акватории определена по плану с горизонталями в масштабе 1:25 000, значением $d_{cp} = 3,45$ м, а по волноопасному восточному направлению «восток» на луче протяженностью $L = 1200$ м $d_{cp} = 2,30$ м.

При сложном рельефе дна на акватории должно учитываться изменение глубины воды по лучу волны, или в итоге расчетная высота волны, как правило, будет меньше.

При расчетном ветре западного и восточного направлений $V_{50\%} = 15$ м/с определяются относительные характеристики разгона волны $\frac{gL}{V^2}$ и средней глубины воды $\frac{gd}{V^2}$. По ним по графику, приведенному на рисунке 1 приложения 1 СНиП 2.06.04, определяют относительные характеристики параметров волны: средней высоты $\frac{gh}{V^2}$ и периода $\frac{gT}{V}$, по которым определяются средняя высота волны h , ее период T и длина λ .

Высота наката волны на откос рассчитывается по высоте волны $h_{1\%}$ обеспеченностью 1 % (в системе шторма).

$$h_{1\%} = 2,07 \bar{h}, \quad (P.4)$$

$$\lambda = \frac{gT^2}{2\pi}. \quad (P.5)$$

Результаты расчетов приведены в таблице P.6.

Таблица P.6

Волноопасное направление	$\frac{gL}{V^2}$	$\frac{gd}{V^2}$	$\frac{gh}{V^2}$	$\frac{gT}{V}$	$\bar{h}$, м	T , с	$h_{1\%}$, м	λ , м
Запад	140	0,15	0,016	1,47	0,36	2,25	0,75	7,9
Восток	52	0,10	0,011	1,19	0,26	1,82	0,54	5,2

У основания откоса насыпи глубина воды $d = 1,45$ м и волна, выходя на мелководную зону, трансформируется. Ее высота h_i , м, определяется по формуле (153), [47] и графику, приведенному в СН 3.04.01:

$$h_i = k_t k_r k_l k_d \bar{h}_d, \quad (P.6)$$

где k_t , k_r , k_l — коэффициенты трансформации, рефракции и потерь соответственно;
 k_d , h_d — высота волны до трансформации.

Коэффициент трансформации определяется как функция от $\frac{d}{\lambda}$. При угле подхода луча волны к откосу $\alpha = 7^\circ$ рефракция волны не возникает и $k \cdot \frac{d}{\lambda} \cdot r = 1$, а при уклонах дна более 0,03 потери отсутствуют ($k_l = 1$).

Волна начинает разрушаться с глубины менее критической d_{cr} , определяемой как функция $\frac{h}{gT^2}$, и при глубине у откоса $d = 1,45$ м $> d_{cr}$ разрушается и переходит в накат непосредственно на откосе. Расчет параметров волны для определения высоты наката приведен в таблице P.7.

Таблица P.7

Волноопасное направление	$h_{1\%}$, м	T , с	λ , м	d , м	$\frac{d}{\lambda}$	k_l	$h_{m1\%}$, м	$\frac{h}{gT^2}$	$\frac{d_{cr}}{\lambda}$	d_{cr} , м
Запад	0,75	2,25	7,9	1,45	0,18	0,91	0,68	0,014	0,10	0,79
Восток	0,54	1,82	5,2	1,45	0,28	0,95	0,51	0,016	0,11	0,57

Высоту наката волны $h_{run1\%}$ (обеспеченность по накату 1 %) на откос заложением m фронтально подходящей волны $h_{1\%}$ определяют в соответствии с СН 3.04.01.

$$h_{run1\%} = k_r k_p k_{sp} k_{run} h_{1\%}, \quad (P.7)$$

где k_r и k_p — коэффициенты рефракции и проницаемости защитного покрытия;

k_{sp} — коэффициент, зависящий от скорости ветра и заложения откоса;

k_{run} — коэффициент, зависящий от пологости волны $\frac{\lambda}{h}$ и заложения откоса m . При угле α

луча волны к нормали оси насыпи высота наката уменьшается на коэффициент k_α .

В данном примере для откоса заложением $m = 2$ в предположении укрепления его железобетонными плитами и угле $\alpha = 7^\circ$ результаты расчета высоты наката волны на откосы насыпи с западного и восточного направлений сведены в таблицу P.8.

Таблица P.8

Волноопасное направление	$h_{m1\%}$, м	λ , м	k_r	k_p	k_{sp}	k_{run}	$h_{run1\%}$, м	k_α	$h_{run1\%}$, м
Запад	0,68	7,9	1	0,9	1,25	2,0	1,53	0,985	1,51
Восток	0,51	5,2	1	0,9	1,25	1,85	1,06	0,985	1,05

Таким образом, бровка земляного полотна должна возвышаться над уровнем воды, соответствующим паводковому расходу повторяемостью 1 раз в 300 лет на величину наката $h_{run} = 1,51$ м с запасом $a = 0,5$ м.

Бровка насыпи также должна быть поднята на высоту нагона и подпора (у мостовых переходов), если эти явления прогнозируются в районе проектируемого объекта.

P.2.3 Определение параметров волны для расчета мощности крепления

Обычно расчеты производятся для тех же характерных точек трассы насыпи и принимаются за расчетные те же волноопасные направления, что и в случае расчетов, проводимых для назначения бровки насыпи.

При расчете мощности креплений откоса за исходные принимаются расчетный расход повторяемостью 1 раз в 100 лет (обеспеченность 1 %) и шторм повторяемостью 1 раз в 25 лет (обеспеченность 4 %).

В системе шторма расчетной принимается волна обеспеченностью 5 %. Уровень воды при расчетном расходе в данном примере на 0,4 м ниже уровня максимального расхода. Уменьшатся соответственно средние глубины и длины разгонов по западному волноопасному направлению до значений $d = 3,05$ м и $L = 2900$ м и восточному — $d = 1,90$ м и $L = 900$ м.

Расчетные скорости ветра обеспеченностью 4 % взяты из таблицы P.5 для западного направления: $V_{4\%} = 19,5$ м/с и восточного направления: $V_{4\%} = 17,6$ м/с.

Относительные характеристики разгона волны, глубины воды, соответствующие им, приведены в СН 3.04.01, относительные характеристики параметров волны и соответственно параметры волны приведены в таблице P.9, при этом $h_{5\%} = 1,76h$.

Полученные параметры волн могут быть скорректированы в связи с трансформацией волны аналогично методу, изложенному при расчете наката волны на откос.

Таблица P.9

Волноопасное направление	$\frac{gL}{V^2}$	$\frac{gd}{V^2}$	$\frac{g\bar{h}}{V^2}$	$\frac{gT}{V}$	$\bar{h}$, м	T , с	$h_{5\%}$, м	λ , м
Запад	74,8	0,08	0,011	1,15	0,43	2,29	0,75	8,2
Восток	28,5	0,06	0,0078	0,92	0,25	1,65	0,44	4,25

P.2.4 Назначение конструкций укрепления откоса

Полученные параметры волн служат основой для расчета и назначения типа и мощности защитной конструкции.

Высота насыпи в случае определения ее только гидравлическими условиями должна быть не менее:

$$H = h_{0,33\%} + h_{run1\%} + a, \quad (P.8)$$

где $h_{0,33\%}$ — глубина воды у основания откоса насыпи при уровне максимального паводка обеспеченностью 0,33 %;
 $h_{run1\%}$ — высота наката волны на откос;
 a — запас 0,25–0,5 м.

При соответствующих условиях высоту насыпи следует поднимать, учитывая нагон и подпор воды. В данном примере высота насыпи $H = 1,45 + 1,51 + 0,5 = 3,46$ м.

Укрепление откоса заложением $m = 2$ производят от его основания до бровки насыпи по всей его длине $l = H \cdot \sqrt{1 + m^2} = 7,74$ м конструкциями, рассчитанными на высоту волны с западной стороны $h = 0,75$ м и восточной стороны $h = 0,44$ м. Покрытие, выполненное по этим параметрам волн, называется основным.

В случае больших глубин у откоса и волновых воздействий, когда высота наката $h_{run1\%}$ возрастает, целесообразно мощность и тип конструкций дифференцировать по длине откоса, назначая в зоне разрушения волны основное крепление, а выше по откосу в зоне наката — крепление облегченное. Верхняя граница основного крепления при этом принимается на отметке

$$\nabla_{\text{осн}} = \nabla_{0,33\%} + 0,68h_{run1\%}, \quad (\text{P.9})$$

где $\nabla_{0,33\%}$ — отметка уровня воды на пике максимального паводка обеспеченностью 0,33 % (с учетом нагона и подпора).

Облегченное крепление рассчитывается по скорости потока в зоне наката, образовавшегося после разрушения волны. Скорость может быть определена по формуле

$$V = 0,8 \cdot \sqrt{gh_{5\%}}, \quad (\text{P.10})$$

где $h_{5\%}$ — высота расчетной волны в зоне разрушения.

Тип и мощность креплений определяют по материалам типовых проектов, приведенным в [37] и [41].

В данном примере защита откоса насыпи основным креплением с западного волноопасного направления при $h_{5\%} = 0,75$ м может быть выполнена каменной наброской с $d_{\text{ср}} = 0,25$ м и толщиной $t = 3d_{\text{ср}} = 0,75$ м (листы 10–13 [41]), бетонными плитами размером $1 \times 1 \times 0,16$ м (лист 14, [41]), железобетонными плитами размером $2,5 \times 3,0 \times 0,15$ м с открытыми швами (лист 16–19 [41]), железобетонными плитами размером $2,5 \times 3,0 \times 0,10$ м, омоноличенными по контуру (листы 20–38 [41]), и монолитными железобетонными плитами толщиной 0,15 м.

С восточного волноопасного направления при $h_{5\%} = 0,44$ м крепление может быть выполнено каменной наброской с $d_{\text{ср}} = 0,14$ м толщиной $t = 0,42$ м и бетонными плитами размером $1 \times 1 \times 0,16$ м.

В том случае, когда значения расчетной высоты волны на проектируемом объекте ниже нормативной типового проекта, обратный песчано-гравийный фильтр и щебеночную подготовку под покрытием возможно заменять геотекстилем в соответствии с [33] и [47].

Приложение С (справочное)

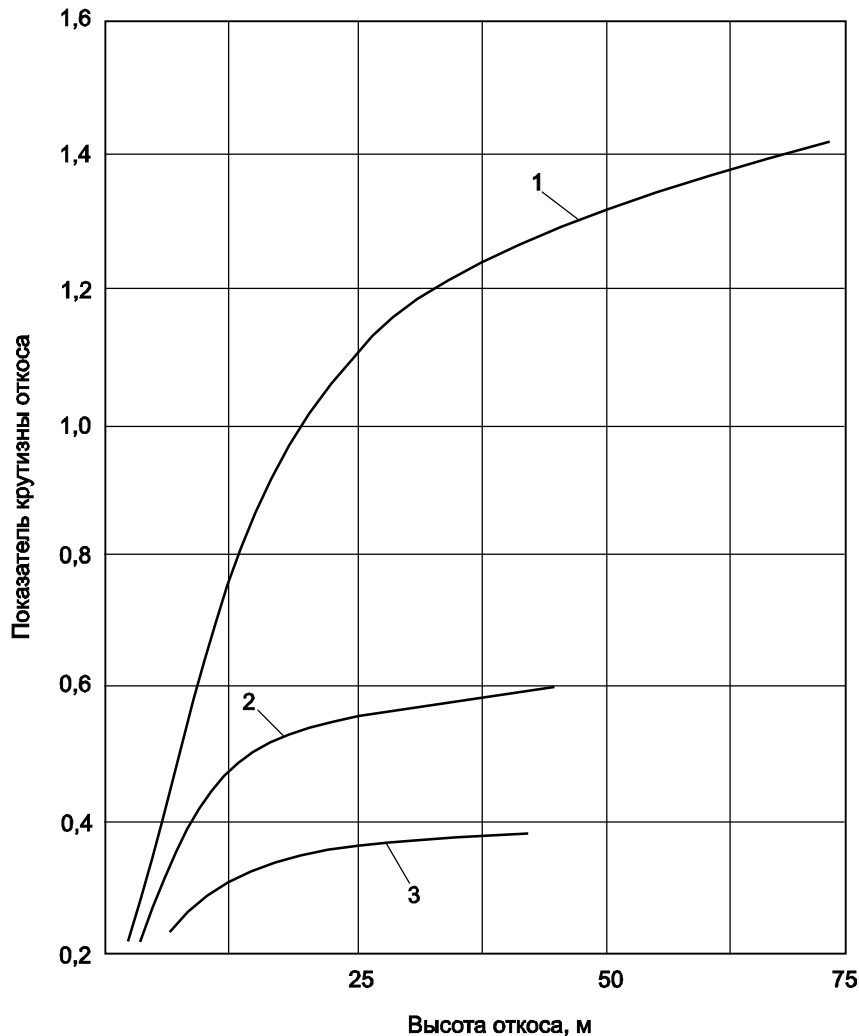
Устойчивость земляного полотна на участках лессовидных грунтов

С.1 Различные формы нарушения устойчивости склонов следует рассматривать в качестве форм нарушения устойчивости земляного полотна, расположенного на склонах.

На сухих лессовых косогорах типичной формой нарушения устойчивости откосов выемок является их эрозионное разрушение от атмосферных осадков.

С.2 Объем разрушений и возможность выноса продуктов последних в эксплуатируемое пространство поперечного профиля выемки тесно связано с крутизной нагорных откосов выемки и крутизной косо-гора, в который врезана последняя. Эта связь использована в [48]. В результате полевым методом и методом предельной эрозии получены показанные на рисунке С.1 кривые оптимальной крутизны откосов, выемок, врезаемых в сухие косогоры, сложенные лессовидными, а также обыкновенными грунтами.

Использовать эти кривые можно без каких-либо дополнительных расчетов. Для поперечных профилей крутизна откосов назначена по кривым 2 и 3 (рисунок С.1), следует предусмотреть закуветные полки для размещения и последующей уборки с них продуктов ежегодного эрозионного разрушения откосов. Размер полки — до 3,0 м, в зависимости от высоты нагорного откоса выемки и крутизны косогора.



1 — косогоры 1:1,6 и отложе, обыкновенные грунты; 2 — косогоры 1:1,5 и отложе, лессовые грунты;
3 — косогоры 1:3,0 и отложе, лессовые грунты

Рисунок С.1 — Зависимость оптимальной крутизны откосов выемок от их высоты для сухих косогоров

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Кодекс Республики Беларусь об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности от 17 июля 2023 г. № 289-З
- [2] Кодекс Республики Беларусь о земле от 23 июля 2008 г. № 425-З
- [3] Лесной кодекс Республики Беларусь от 24 декабря 2015 г. № 332-З
- [4] Закон Республики Беларусь от 6 января 1999 Г. 237-З «О железнодорожном транспорте»
- [5] Закон Республики Беларусь от 5 января 2016 г. № 354-З «О промышленной безопасности»
- [6] Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 6 июня 2011 г. № 716 «Об утверждении Положения о порядке приемки в эксплуатацию объектов строительства»
- [7] Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 2 декабря 2025 г. № 698 «О государственном строительном надзоре»
- [8] Правила технической эксплуатации железной дороги в Республике Беларусь (утверждены постановлением Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 25 ноября 2015 г. № 52)
- [9] Правила по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением (утверждены постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 28 января 2016 г. № 7)
- [10] СН 2.01.02-2025 Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Объемный вес, собственный вес, функциональные нагрузки для зданий
- [11] СН 2.01.05-2025 Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Ветровые воздействия
- [12] СН 2.02.03-2019 Пожарная автоматика зданий и сооружений
- [13] СН 2.02.05-2020 Пожарная безопасность зданий и сооружений
- [14] СН 3.01.03-2020 Планировка и застройка населенных пунктов
- [15] СН 3.02.12-2020 Среда обитания для физически ослабленных лиц
- [16] СН 3.02.13-2020 Радиационные объекты
- [17] СН 3.03.01-2019 Мосты и трубы
- [18] СН 3.03.03-2019 Промышленный транспорт
- [19] СН 3.03.05-2020 Метрополитены
- [20] СН 3.03.06-2022 Улицы населенных пунктов
- [21] СН 3.04.01-2020 Гидротехнические сооружения общего назначения
- [22] СН 4.01.01-2019 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения

- [23] СН 4.01.02-2019 Канализация. Наружные сети и сооружения
- [24] СН 4.02.01-2019 Тепловые сети
- [25] СН 4.03.01-2019 Газораспределение и газопотребление
- [26] СП 2.03.01-2020 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов
- [27] ЭкоНиП 17.06.01-006-2023 Охрана окружающей среды И природопользование. Гидросфера. Нормативы качества воды поверхностных водных объектов
- [28] СНиП 2.05.06-85* Магистральные трубопроводы
- [29] СТП БЧ 56.269-2013 Бесстыковой путь. Устройство, укладка, содержание и ремонт
- [30] СТП БЧ 56.388-2022 Положение о системе ведения путевого хозяйства Белорусской железной дороги
- [31] Большая энциклопедия транспорта. В 8 т.: Т. 4. Железнодорожный транспорт. СПб., 1994, с. 328.
- [32] Пособие по технологии сооружения земляного полотна железных дорог (в развитие СНиП 3.06.02-86). — М.: ПКТИтрансстрой, 1993.
- [33] Указания по проектированию производства земляных работ при сооружении земляного полотна железных и автомобильных дорог способом гидромеханизации/Мосгипротранс. - М., 1987.
- [34] Поперечные профили земляного полотна железных дорог колеи 1520 мм. Инв. № 1223. М., 1980.
- [35] Методические рекомендации по разработке выемок в глинистых грунтах с влажностью выше оптимальной и использованию этих грунтов для возведения насыпей автомобильных дорог во II и III климатических зонах/СоюздорНИИ. - М., 1988.
- [36] Методические рекомендации по проектированию насыпей на болотах по условию допустимых упругих осадок/ЦНИИС. — М., 1981.
- [37] Укрепление русел, конусов и откосов насыпей у малых и средних мостов и водопропускных труб: Альбом/Ленгипротрансмост. Л., 1981.
- [38] Методические рекомендации по проектированию и строительству гибких железобетонных покрытий откосов транспортных сооружений/ЦНИИС. М., 1984.
- [39] Рекомендации по применению подпорно-оседающих стен при строительстве дорог в условиях подмыва земляного полотна/ЦНИИС. М., 1983.
- [40] Рекомендации по сферам применения и технологии сооружения дренажей с полимерными трубами для железнодорожного пути. М., ЦНИИС, 1987.
- [41] Альбом конструкций креплений откосов земляного полотна железных дорог и автомобильных дорог общей сети СССР. Инв. № 750. - М., 1970.
- [42] Технические указания по устранению пучин и просадок железнодорожного пути. М.: Транспорт, 1987.

- [43] Вериго М. Ф., Крепкогорский С. С. Общие предпосылки для корректировки правил расчетов железнодорожного пути на прочность предложения по изменению этих правил: Труды ЦНИИ МПС, вып. 466. — М.: Транспорт, 1972.
- [44] Методические рекомендации по прогнозированию надежной работы железнодорожных насыпей в условиях интенсивной эксплуатации пути/МИИТ. М., 1990.
- [45] Яковлева Т. Г., Шульга В. Я., Амелин С. В. и др. Основы устройства и расчетов железнодорожного пути. М.: Транспорт, 1990.
- [46] Армирование геотекстилем откосов земляного полотна: Научно-технический информационный сборник № 21. М., 1989.
- [47] Технические указания по применению нетканых материалов для усиления земляного полотна. М.: Транспорт, 1989.
- [48] Казакбаев К. К., Смирнов С. Н. Устойчивость откосов выемок на косогорах. -Ташкент: Фан, 1975.