ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ДОРОГИ АВТОМОБИЛЬНЫЕ И ЖЕЛЕЗНЫЕ.

Требования по проектированию земляного полотна

СТ РК 1413-2005

Издание официальное

Комитет по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан

Астана

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом « Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт» (АО « КаздорНИИ»), Техническим Комитетом по стандартизации ТК42 «Автомобильные дороги»

ВНЕСЕН Комитетом развития транспортной инфраструктуры Министерства транспорта и коммуникаций Республики Казахстан

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан от 12 декабря 2005 года № 466

4 В настоящем стандарте реализованы нормы Закона Республики Казахстан « Об автомобильных дорогах»

5 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ **2010 год**
ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ **5 лет**

6 ВВЕДЕН ВПЕВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Определения	1
4 Общие положения	2
5 Грунты для земляного полотна	4
5.1 Классификация грунтов	4
5.2 Грунты насыпи	7
5.3 Нормы уплотнения грунтов в теле насыпи	10
5.4 Нормы влажности грунтов	14
5.5 Естественные основания	16
6 Основные конструктивные параметры земляного полотна	18
6.1 Очертание верха земляного полотна.	18
6.2 Ширина земляного полотна поверху	20
6.3 Высота насыпей и глубина выемок	22
6.4 Защитный слой земляного полотна железных дорог	22
7 Виды проектов земляного полотна	24
8 Насыпи	27
8.1 Железнодорожные насыпи на сухом и прочном основании, автодорожные насыпи на 1-м типе местности	27
8.2 Железнодорожные насыпи на сыром и мокром основаниях, автодорожные насыпи на 2-м и 3-м типах местности	33
8.3 Насыпи из переувлажненных глинистых грунтов	37
9. Выемки	42
9.1 Выемки при благоприятных инженерно-геологических условиях	42
9.2 Выемки в глинистых грунтах повышенной влажности и переувлажненных	47
9.3 Выемки в скальных грунтах	49
10 Насыпи на слабых основаниях	55
11 Насыпи в условиях подтопления	62
12 Земляное полотно на участках засоленных, набухающих и просадочных грунтов	69
12.1 Земляное полотно в засоленных грунтах	69
12.2 Земляное полотно из набухающих грунтов	72
12.3 Земляное полотно на просадочных грунтах	73

13 Земляное полотно в районах распространения песков 74
13.1 Общие положения 74
13.2 Поперечный профиль 74
13.3 Защита земляного полотна 78
13.4 Основные положения проекта организации работ 80
14 Земляное полотно в районах искусственного орошения 81
15 Резервы, кавальеры, банкеты 87
15.1 Резервы 87
15.2 Кавальеры 89
15.3 Банкеты 90
16 Устройства для отвода поверхностных и грунтовых вод 91
16.1 Общие положения 91
16.2 Водоотводные канавы 93
16.3 Нагорные канавы 93
16.4 Кюветы и лотки 94
16.5 Поглощающие колодцы и испарительные бассейны 96
16.6 Устройства для отвода грунтовых вод 96
16.7 Водоотводные устройства в пределах раздельных пунктов железных дорог 97
17 Защита и укрепление земляного полотна и водоотводных сооружений 98
17.1 Общие положения 98
17.2 Защитные конструкции и мероприятия 98
17.3 Укрепление земляного полотна и водоотводных сооружений 99
18 Фильтрующие насыпи 102
19 Земляное полотно для железнодорожных узлов и станций 106
20 Земляное полотно внешних (подъездных) путей железных дорог 108
21 Особенности проектирования земляного полотна, возводимого в зимнее время 111
22 Земляное полотно для вторых путей и реконструируемых железных и автомобильных дорог 113
22.1 Земляное полотно железных дорог 113
22.2 Земляное полотно автомобильных дорог 118
23 Экологические требования при проектировании земляного полотна 120
Приложение А Схематическая карта климатического районирования для строительства 124

Приложение Б	Дорожно-климатические зоны Республики Казахстан	129
Приложение В	Подразделение скальных пород по степени выветрелости	131
Приложение Г	Ориентировочные показатели основных физико-механических свойств грунтов	132
Приложение Д	Характеристика грунтов засоленных, просадочных, набухающих, пучинистых	133
Приложение Е	Характеристика грунтов особых разновидностей	138
Приложение Ж	Данные по основным геосинтетическим материалам	140
Приложение З	Характеристика болотных отложений	144
Приложение И	Определение размера камня для защиты откоса	146
Приложение К	Величина уширенной призмы ΔL при защите откоса от размыва	147
Приложение Л	Характеристика песков	148
Приложение М	Указания по проложению дорог в районах распространения песков	150
Приложение	Библиография	152

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ДОРОГИ АВТОМОБИЛЬНЫЕ И ЖЕЛЕЗНЫЕ.

Требования по проектированию земляного полотна

Дата введения 2006.07.01.

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на проектирование земляного полотна новых и реконструируемых *железных* дорог колеи 1520 мм и *автомобильных* дорог, а также на проектирование вторых путей *железных* дорог.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

СТ РК 1053-2002 Автомобильные дороги. Термины и определения.

СТ РК 1285-2004 Грунты. Методы лабораторного определения максимальной плотности.

СТ РК 1290-2004 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.

СТ РК * Дороги автомобильные. Инженерные изыскания для строительства, реконструкции и капитального ремонта. Требования к составу работ.

ГОСТ 25100-95 Грунты. Классификация.

ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.

ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.

ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод.

ГОСТ 17.2.3.01-86 Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов,

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.

3 Определения

В настоящем стандарте применены термины и определения в соответствии с СТ РК 1053, ГОСТ 25100 а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **Банкет:** Земляной вал, устраиваемый с нагорной стороны дорожной выемки для защиты ее откоса от поверхностной воды.

Издание официальное

* Стандартнаходитсяв разработке

3.1.2 **Бровка проектная**: Бровка земляного полотна, устанавливаемая при проектировании с учетом возможной осадки насыпи.

3.1.3 **Бровка профильная**: Бровка земляного полотна, которая устанавливается в натуре после осадки насыпи.

3.1.4 **Влажность естественная грунта**: Влажность грунта в естественном состоянии в карьере, резерве, выемке.

3.1.5 **Влажность оптимальная грунта**: Влажность грунта в конструкции земляного полотна, при которой обеспечивается максимальное уплотнение грунта.

3.1.6 **Водоотвод**: Инженерные сооружения и устройства для защиты земляного полотна от подтопления и отвода воды от него.

3.1.7 **Защитный слой**: Слой дренирующих грунтов (в т.ч. в сочетании с геосинтетическими материалами) в верхней части земляного полотна железных дорог для повышения его прочности и устойчивости.

3.1.8 **Нулевые места**: Земляное полотно на участках продольного профиля, переходных от насыпи к выемке и обратно.

3.1.9 **Коэффициент уплотнения грунта**: Отношение плотности уплотненного грунта земляного полотна к максимальной плотности данного грунта, определяемой по методу стандартного уплотнения.

3.1.10 **Коэффициент относительного уплотнения (переуплотнения) грунта:** Отношение плотности уплотненного грунта земляного полотна к плотности данного грунта в естественном состоянии.

3.1.11 **Орошаемые земли**: Территории, занятые сельскохозяйственными землями (полями) с оросительными сооружениями, расположение, мощность и режим работы которых существенно влияют на проложение дорог и конструкцию земляного полотна.

3.1.12 **Пункт раздельный**: Станция, разъезд, обгонный пункт, путевой пост, проходной светофор, разделяющие железнодорожную линию на перегоны.

4 Общие положения

4.1 Земляное полотно включает в себя насыпи и выемки, водоотводные устройства и сооружения, предназначенные для отвода поверхностных и грунтовых вод (кюветы, нагорные канавы, банкеты), а также соответствующие укрепительные устройства и сооружения для защиты дорог от существующих и возможных угроз, от оползней, обвалов (каменных, снежных), заносов (снежных и песчаных), селей и оврагов.

4.2 Стандарт разработан в развитие требований [1], [2].

4.3 Земляное полотно следует проектировать на основе материалов инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-гидрометеорологических, гидрогеологических и гидрологических изысканий, с последующей камеральной и лабораторной обработкой материалов. При необходимости, в сложных условиях, следует выполнять геокриологические, инженерно-сейсмологические и другие виды изысканий, а также 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 и наименьший ущерб природной среде.

Необходимые сооружения и устройства инженерной защиты (снего- и пескозащитные, противообвальные, противоналедные, противолавинные, противоселевые, охранные лесополосы и др.) могут располагаться как в полосе отвода дороги, так и за ее пределами с обязательным отводом под указанные сооружения земель по согласованию с местными органами исполнительной власти и пользователями земель.

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

- конструкции земляного полотна в зависимости от категории *железнодорожной* линии *и автомобильной* дороги, инженерно-геологических и природных условий с учетом деления территории страны на климатические зоны для строительства (см. приложение А) и дорожно-климатические зоны (см. приложение Б);

- технологии производства строительных работ и необходимых для этого дополнительных временных сооружений и устройств;

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

- типа и основных параметров выемок в зависимости от плана и продольного профиля дороги и свойств грунтов;

- вида и конструкции водоотводных устройств в соответствии расчетными расходами поверхностного стока и гидрогеологическими условиями;

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

- комплекса устройств и мероприятий по защите дороги от вредного воздействия природных факторов;

- мероприятий и конструкций по сохранению и защите окружающей природной среды;

- оптимального сочетания строительных и эксплуатационных показателей проектируемых объектов.

4.5 При проектировании земляного полотна следует определять нагрузку от подвижного состава и верхнего строения дороги с учетом перспективных условий эксплуатации дороги. В необходимых случаях следует проверять устойчивость откосов, прочность рабочего слоя земляного полотна автомобильной дороги, основной площадки *железной дороги* и основания земляного полотна, их устойчивость к деформациям в условиях переменного воздействия природных условий и нагрузок от транспортных средств. При этом возможные деформации различного характера не должны превышать предельных (допустимых) нормативных величин.

4.6 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 *железной* дороги, а также оснований земляного полотна в выемках и «нулевых» местах;

- устройство защитного слоя из дренирующих грунтов в верхней части земляного полотна железных дорог: насыпей из глинистых грунтов и расположенных на 2 и 3 типах оснований, выемок в грунтах с показателем текучести 0,25 и более;

- применение геосинтетических материалов на основании технико-экономических расчетов в теле насыпи, в конструкциях укрепления откосов под слоем основания дорожной одежды *автомобильных* дорог, на основной площадке и под защитным слоем *железных* дорог.

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

- применение инженерных способов защиты откосов насыпей (пляжные откосы, обсев, железобетонные укрепления, химическое закрепление поверхностного слоя грунта) и скальных выемок (пневмонабрызг бетона, одевающие стены, анкерные крепления и др.);

- обсыпку откосов насыпей и выемок крупнообломочным и скальным грунтом.

4.7 В соответствии с современными требованиями по увеличению скоростей движения поездов и автотранспорта и увеличению нагрузок на оси необходимо не только учитывать деформационные показатели конструкций земляного полотна, но и производить проверки прочности основания и откосов на виброустойчивость при принимаемых скоростях движения транспортных средств.

4.8 При необходимости следует выполнять расчеты по устойчивости и прочности земляного полотна, его конструктивных элементов и сопутствующих сооружений и устройств, о чем указано в соответствующих разделах настоящего стандарта*.

5 Грунты для земляного полотна

5.1 Классификация грунтов

5.1.1 Грунты в соответствии с ГОСТ 25100 подразделяются на 4 класса: скальные, дисперсные, мерзлые и техногенные.

5.1.2 Применительно к условиям проектирования земляного полотна скальные грунты подразделяются на залегающие в естественных условиях в виде массивов и раздробленные, полученные посредством разрушения скальных массивов (для насыпей).

Скальные грунты характеризуются показателями прочности и выветрелости во времени; в массивах, кроме того – наличием трещин, их состоянием, ориентацией в пространстве, блочностью и др.

По степени устойчивости к выветрелости во времени под воздействием природных факторов скальные грунты подразделяются на невыветрелые, слабовыветрелые, выветрелые и сильновыветрелые (см. приложение В).

Способность к выветрелости определяется литологическим составом, лабораторными испытаниями образцов при многократном увлажнении – высушивании, а в северной климатической зоне – дополнительно замораживанием – оттаиванием, с учетом результатов наблюдений за природными обнажениями и грунтовыми сооружениями в аналогичных условиях.

5.1.3 Скальные грунты и породы следует считать размягчаемыми, если отношение их временных сопротивлений сжатию в насыщенном водой и в воздушно-сухом состоянии (коэффициент размягчаемости) меньше 0,75, а при отношении равном или более 0,75 – неразмягчаемыми.

5.1.4 Дисперсные грунты подразделяется на несвязные и связные.

Несвязные грунты – крупнообломочные и пески, связные грунты – глинистые грунты (супеси, суглинки, глины), илы, сапропели, заторфованные грунты и торфы.

5.1.5 По гранулометрическому составу несвязные грунты подразделяются на виды по таблице 5.1.

По степени неоднородности гранулометрического состава C_u крупнообломочные грунты и пески подразделяются на:

- однородный грунт $C_u \leq 3$,
- неоднородный грунт $C_u > 3$.

Коэффициент неоднородности определяется по формуле

---

* здесь и далее – при указании необходимости проведения расчетов их следует выполнять в соответствии с нормативно-техническими документами (в т.ч. рекомендательными), введенными в действие в установленном порядке в области транспортного строительства, с использованием программ автоматизированных расчетов.

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} \qquad (5.1)$$

где d_{60} – диаметр частиц, мм; суммарные содержание частиц, имеющих меньшие диаметры, составляет в данном грунте 60 % (по массе);

d_{10} – диаметр частиц, мм; суммарное содержание частиц, имеющих меньшие диаметры, составляет в данном грунте 10 % (по массе).

Таблица 5.1

Вид грунта	Содержание частиц в % от массы сухого грунта
Крупнообломочные:	
- валунный (преобладание неокатанных частиц – глыбовый)	Масса камней крупнее 200 мм составляет более 50 %
- галечниковый (при неокатанных гранях – щебенистый)	Масса частиц крупнее 10 мм составляет более 50%
- гравийный (при неокатанных гранях – дресвяный)	Масса частиц крупнее 2 мм составляет более 50 %
Песчаные:	
- Гравелистый	Масса частиц крупнее 2 мм составляет более 25 %
- Крупный	Масса частиц крупнее 0,5 мм составляет более 50 %
- Средней крупности	Масса частиц крупнее 0,25 мм составляет более 50 %
- Мелкий	Масса частиц крупнее 0,1 мм составляет более 75 %
- Пылеватый	Масса частиц крупнее 0,1 мм составляет менее 75 %

Пески с $C_u \leq 3,0$, а также мелкие пески с содержанием (по массе) 90 % и более частиц размером (0,10-0,25) мм следует считать однородными.

5.1.6 По степени водонасыщения крупнообломочные грунты и пески подразделяются на:

- малой степени водонасыщения, маловлажные, S_r= 0-0,5,
- средней степени водонасыщения, влажные, S_r= 0,5-0,8,
- насыщенные водой, S_r=0,8-1,0.

Коэффициент водонасыщения (степень заполнения объема пор грунта водой) S_r определяются по формуле

$$S_r = \frac{W \cdot \gamma}{e} \qquad (5.2)$$

где W – природная весовая влажность грунта, в долях единицы,

γ – удельный вес материала частиц грунта, в т/м^3,

e – коэффициент пористости грунта (отношение объема пор к объему минеральной части грунта).

5.1.7 По водопроницаемости грунты, используемые для сооружения насыпей, разделяются на дренирующие и недренирующие.

К дренирующим следует относить грунты, имеющие при максимальной плотности при стандартном уплотнении по СТ РК 1285 коэффициент фильтрации ($К_ф$) не менее

0,5 м/сут и содержание частиц (по массе) размером менее 0,1 мм: для *железных* дорог менее 10 %, для *автомобильных* дорог менее 15 %.

Оценка водопроницаемости грунтов возможна по показателям гранулометрического состава. К дренирующим грунтам ($К_ф \geq 0,5$ 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 (10-15) % по массе. При большом 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 испытания заполнителя.

5.1.8 Физико-механические свойства крупнообломочных материалов во многом зависят от содержания в их структуре мелкозема (песка, глины, пыли). Наиболее прочные крупнообломочные грунты – каркасные с содержанием обломочных частиц более 65 %.

5.1.9 При повышенном содержании в крупнообломочных грунтах глинистого заполнителя его деформативные качества снижаются, при этом большое значение имеет влажность заполнителя – мелкозема (см. таблицу 5.2).

Таблица 5.2

Грунт	Содержание заполнителя	Модуль упругости грунта, г/см^2 при показателе текучести			
		0,25	0,5	0,7	0,80
Крупнообломочный грунт с глинистым заполнителем	25	1500 3150	1200 1750	1000 1300	550 600
	50	900 1600	-	500 700	-
Примечание – Над чертой – статистический модуль упругости, по чертой - динамический					

5.1.10 Крупнообломочные грунты, содержащие глинистый заполнитель (мельче 0,005 мм) в твердой и полутвердой консистенции подвержены просадочным явлениям и снижению первоначальной прочности при увлажнении.

Снижение просадочных деформаций может быть достигнуто уплотнением грунтов при повышенных нагрузках и влажности глинистого заполнителя.

5.1.11 Глинистые грунты подразделяются на разновидности по гранулометрическому составу и пластичности (см. таблицу 5.3). В случае расхождения разновидности грунта, устанавливаемого по содержанию песчаных частиц и по числу пластичности, наименование грунта следует принимать по числу пластичности.

При содержании в образце рассматриваемого грунта (20-50) % по массе частиц крупнее 2 мм к наименованию грунта, установленному по таблицам 5.3 и 5.4, добавляются слова: «гравелистый» (при окатанных частицах) или «щебенистый» (при неокатанных частицах).

Таблица 5.3

Вид грунта	Разновидности грунтов	Содержание песчаных частиц (2-0,5 мм), % по массе	Число пластичности I_p
Супесь	Песчанистая	≥ 50	1-7
	Пылеватая	< 50	1-7
Суглинок	Легкий песчанистый	≥ 40	7-12
	Легкий пылеватый	< 40	
	Тяжелый песчанистый	≥ 40	12-17
	Тяжелый пылеватый	< 40	
Глина	Легкая песчанистая	≥ 40	17-27
	Легкая пылеватая	< 40	
	Тяжелая	Не пормируется	>27

5.1.12 Глинистые грунты следует считать переувлажненными, если их влажность превышает значения, при которых грунт в насыпи может быть уплотнен до требуемых величин по 5.3.6, а в пределах выемок они имеют показатель текучести более 0,25.

5.1.13 Разновидности глинистых грунтов по показателю текучести приведены в таблице 5.4.

5.1.14 Для предпроектных проработок и принятия предварительных решений допускается пользоваться ориентировочными показателями свойств грунтов (см. приложение Г).

5.1.15 В соответствии с ГОСТ 25100 дисперсные грунты оцениваются по засоленности, относительной деформации пучения, и водопроницаемости. Кроме того, несвязные грунты оцениваются по плотности, пористости, прочности и выветрелости, а связные – по пластичности, текучести, набуханию и просадочности (см. приложение Д).

Таблица 5.4

Разновидности глинистых грунтов	Показатель текучести I_L
Супеси:	
- твердые	<0
- пластичные	0-1,0
- текучие	>1,0
Суглинки, глины:	
- твердые	<0
- полутвердые	0-0,25
- тугопластичные	0,25-0,50
- мягкопластичные	0,50-0,75
- текучепластичные	0,75-1,0
- текучие	>1,0

5.1.16 Характеристика грунтов особых разновидностей, обладающих при определенных условиях специфически неблагоприятными строительными свойствами, что необходимо учитывать при проектировании, приведены в приложении Е.

5.2 Грунты насыпи

5.2.1 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 (см. таблицу 5.5).

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.

К ним следует относить:

- скальные грунты из невыветрелых, слабовыветрелых и выветрелых неразмягчаемых горных пород;
- крупнообломочные, песчаные, за исключением мелких недренирующих и пылеватых песков;
- супеси легкие крупные.

Применение этих грунтов, а также кислых и нейтральных металлургических шлаков, может быть ограничено только по экономическим соображениям с учетом местных условий.

5.2.2 Оптимальная структура крупнообломочных грунтов формируется за счет:

- оптимального гранулометрического состава (65 – 70) % обломочной составляющей;
- равномерного распределения обломочной составляющей во всем объеме грунта;
- близкой к оптимальной влажности заполнителя (мелкозема) в процессе уплотнения;
- надлежащей степени уплотнения грунта.

5.2.3 Требуемая плотность земляного полотна из крупнообломочных грунтов с глинистым заполнителем достигается:

- при содержании суглинка менее 30 % - при влажности не более 1,3 x W_0;
- при содержании суглинка менее 30 % - при влажности, равной оптимальной (или ниже не более, чем на 5 %).

5.2.4 В верхней части земляного полотна толщиной не менее 0,5 м, крупнообломочный грунт не должен иметь фракций более 200 мм; при недостаточной ровности следует устраивать выравнивающий слой толщиной (15-20) см из щебеночно-гравийных грунтов.

Таблица 5.5

Вид грунта	Ограничения по применению	Область применения
Скальные слабовыветрелые и выветрелые неразмягчаемые, крупнообломочные с песчаным заполнителем, пески дренирующие, металлургические шлаки	Без ограничения	Во всех случаях, в том числе для отсыпки в воду в открытые водоемы
Мелкие недренирующие и пылеватые пески, супеси легкие	Ограничения по минимальному возвышению бровки насыпей на сырых и мокрых основаниях; по условиям отсыпки в воду; для супесей - ограничения по влажности	Во всех случаях, в том числе на болотах в заполненные водой котлованы. При отсыпке в открытые водоемы требуются дополнительные конструктивные и технологические решения
Глинистые грунты, крупнообломочные грунты с глинистым заполнителем, сильновыветрелые размягчаемые (за	Ограничения по минимальному возвышению бровок	Во всех случаях при влажности, не превышающей

исключением перечисленных ниже)	насыпей на сырых и мокрых основаниях и по влажности грунтов в период производства земляных работ; не допускаются в основную площадку *железнодорожной* насыпи	установленные нормы: на сухом основании – без ограничения высоты насыпей, на сыром и мокром основаниях – для насыпей высотой не менее установленной
Глинистые грунты с W_L>0,4, выветрелые слюдяные и слюдистые сланцы, размокаемые и выветрелые тальковые, хлоритовые и глинистые сланцы, техногенные грунты	Требуется индивидуальное проектирование. Не допускаются под основную площадку, для отсыпки на сырье и мокрые основания, для подтопляемых насыпей	Допускаются для отсыпки ядра насыпи на сухом основании

5.2.5 Грунты, а также шлаки и золошлаковые смеси, состояние и свойства которых существенно изменяются под воздействием природных факторов, допускаются к использованию в качестве материала для насыпей с учетом ограничений. К таким грунтам относятся:

- скальные из сильновыветрелых размягчаемых горных пород (см. приложение В);
- мелкие недренирующие и пылеватые пески;
- глинистые грунты;
- некоторые грунты особых разновидностей согласно п. 5.1.16.

Возможность и целесообразность применения этих грунтов, а также шлаков и золошлаковых смесей, устанавливаются в зависимости от местных условий и технико-экономических соображений с учетом обоснованного выбора конструкции насыпи, а также способов защиты земляного полотна от разрушающего воздействия природных факторов.

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

5.2.7 Не допускается применять для насыпей следующие грунты:

- глинистые с влажностью, превышающей допустимую по п. 5.4.2 и 5.4.4;
- глинистые избыточно засоленные и сильнонабухающие, жирные глины (см. приложение Д);
- торф, ил, мел, заторфованные грунты, содержащие более 10 % органических веществ;
- грунты заторфованные, содержащие органические вещества в количестве 10 % – для верхнего трехметрового слоя насыпей;
- грунты с примесью органических веществ в количестве (3-10) % - для верхнего метрового слоя насыпи (под основной площадкой *железной дороги* под рабочим слоем *автодорожной насыпи*);
- грунты, содержащие гипс в количестве, превышающем 30 % - для насыпей на сухом основании, 20 % - для насыпей на мокром основании, 5 % - для подтопляемых насыпей;
- грунты мокрых солончаков;

- тальковые, пирофиллитовые грунты и трепелы – для насыпей на мокром основании по 5.5.

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

5.2.8 Для нижней части постоянно подтопленных насыпей, при сооружении которых требуется отсыпка грунта в воду, рекомендуется применять скальные (слабовыветрелые и выветрелые неразмягчаемые), крупнообломочные грунты (в том числе с песчаным заполнителем), пески гравелистые, крупные, средней крупности. Допускаются также мелкие и пылеватые пески и супеси легкие (с содержанием в них глинистых частиц не более 6 %) при условии ограничений по крутизне откосов и технологии производства работ. При этом отметка верха отсыпки, указанных грунтов, устанавливается с учетом высоты капиллярного поднятия воды.

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

5.2.9 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 намыве; при этом в теле возводимой насыпи содержание частиц размером менее 0,1 мм должно быть не более 15 % по массе.

5.2.10 Насыпи подходов к мостам следует проектировать из грунтов в соответствии с требованиями [1], [2], [3].

5.3 Нормы уплотнения грунтов земляного полотна

5.3.1 Расчетная прочность, устойчивость и стабильность земляного полотна в значительной степени обеспечиваются уплотнением грунтов земляного полотна, а также естественных оснований в выемках и под низкими насыпями.

5.3.2 В проектах необходимо предусматривать уплотнение грунтов при возведении земляного полотна:

- естественных слабых и недостаточно прочных оснований по 5.5 под насыпями высотой до 0,5 м и в выемках;

- под основной площадкой *железнодорожных* выемок и « нулевых мест», когда естественная плотность грунтов ниже нормируемой.

5.3.3 Для верхней части насыпей из скальных грунтов слабовыветрелых пород следует применять щебенистый грунт слоем (0,5-1,0) м.

5.3.4 Уплотнение насыпей из скальных грунтов и крупнообломочных с глинистым заполнением, а также глинистых и песчаных грунтов обеспечивается соблюдением установленной технологии производства работ. При этом максимальный размер фракции скального и крупнообломочного материала не должен превышать 2/3 толщины уплотняемого слоя.

5.3.5 Для насыпей, возводимых из глинистых грунтов и песков с коэффициентом уплотнения $K \leq 0,95$, насыпей, сооружаемых способом гидромеханизации, а также из скальных и крупнообломочных грунтов, следует предусматривать запас на осадку (см. таблицу 5.6) за счет самостоятельного уплотнения грунтов тела насыпи.

Таблица 5.6

Характеристика грунтов и условия возведения насыпей	Запас, % проектной высоты насыпи
Пески и глинистые грунты, отсыпаемые с коэффициентом уплотнения:	
К=0,95	0,5
К=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
Легковыветрелые и выветрелые размягчаемые скальные и крупнообломочные грунты	1-3
Скальные слабовыветрелые грунты	3

Большие значения запаса относятся к насыпям, возводимым в короткие сроки (до 6 месяцев) из грунтов с влажностью, близкой к предельно допустимой по п. 5.4.2-5.4.4.

При этом для верхней части, толщиной (0,5-1,0) м, *железнодорожных* насыпей во всех случаях не допускаются применять грунты, абсолютное значение плотности которых после уплотнения составляет менее 1,45 г/см^3.

В случаях невозможности отсыпки *железнодорожных* насыпей с полным запасом на осадку на участках, где это приводит к превышению руководящего уклона более, чем на 2 ‰ (на подходах к мостам и др.), следует предусматривать уширение основной площадки, насыпи *железной* дороги, обеспечивающее возможность подъемки пути до проектных отметок после завершения осадки.

5.3.6 Требуемую в земляном полотне для песчаных и глинистых грунтов плотность сухого грунта δ_d^n следует определять по формуле

$$\delta_d^n = K \cdot \delta_{d\,max}, \qquad (5.3)$$

где $\delta_{d\,max}$ - максимальная плотность (объемный вес скелета грунта) сухого грунта, г/см^3, определяемая методом стандартного уплотнения по СТ РК 1285;

К – минимальный коэффициент уплотнения, устанавливаемый:

- для *железных* дорог – по таблице 5.7;
- для *автомобильных* дорог – по таблице 5.8.

При этом необходимо проверять пригодность грунта резерва или карьера по условиям его влажности по 5.4.

Таблица 5.7

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

* Для насыпей из однородных песков.
** На участках с сильно пересеченным 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 насыпи устанавливается 0,90. Для скоростных и особогрузонапряженных линий коэффициент уплотнения определяется расчетом.

Таблица 5.8

Элементы земляного полотна и оснований	Глубина расположения слоя от поверхности покрытия, м	Наименьший коэффициент уплотнения грунта при типе дорожных одежд			
		капитальном		облегченном, переходном и низшем	
		в дорожно-климатических зонах			
		III	IV, V	III	IV, V
Рабочий слой	До 1,5 включительно	1,0–0,98	0,98–0,95	0,98–0,95	0,95
Неподтопляемая часть насыпи	Св. 1,5 до 6 включительно	0,95	0,95	0,95	0,90
	Св.6	0,95	0,95	0,95	0,90
Подтопляемая часть насыпи	Св.1,5 до 6 включительно	0,98-0,95	0,95	0,95	0,95
	Св.6	0,98	0,98	0,95	0,95
В рабочем слоя выемки ниже сезонного промерзания	До 1,2 включительно	0,95	-	0,95-0,92	-
	До 0,8 включительно	-	0,95-0,92	-	0,90
Выемки и естественные основания низких насыпей:					
- в слое сезонного промерзания	До 1,2* включительно	1,0	0,98	0,98	0,95
	свыше1,2*	0,98	0,95	0,95	-
- ниже слоя сезонного промерзания	До 1,2*	0,95	0,95	0,95	0,90
	свыше1,2*	-	0,92	0,92	-

* В IV и V дорожно-климатических зонах следует устанавливать 0,8 м.
Примечания
1 Большие значения коэффициента уплотнения грунта следует принимать при цементобетонных покрытиях и цементогрунтовых основаниях, а также при дорожных одеждах облегченного типа, меньшие значения – во всех остальных случаях.
2 В районах поливных земель при возможности увлажнения земляного полотна требования к плотности грунта для всех типов дорожных одежд следует принимать таким же, указано в графах для III дорожно-климатической зоны.

5.3.7 При проектировании способа достижения требуемой плотности земляного полотна железных дорог следует руководствоваться нормами [1].

5.3.8 Рекомендуется при проектировании рассматривать варианты уплотнения грунтов насыпи и оснований под низкими (« нулевыми») насыпями или в выемке *автомобильных* дорог с коэффициентом уплотнения более 1,0 с тем, чтобы уменьшить толщину дорожной одежды, самого дорогостоящего конструктивного элемента дороги.

5.3.9 При сооружении земляного полотна в зимнее время запас на осадку за счет уплотнения грунтов тела насыпей следует устанавливать по 21.6.

5.3.10 Уплотнение отсыпаемых в насыпи скальных грунтов из слабовыветрелых, выветрелых, легковыветрелых пород, а также песчаных и глинистых грунтов обеспечивается соблюдением установленной технологии производства работ (заданной толщиной слоя, числа проходов уплотняющих машин и механизмов) и корректировки ее на основании предварительного пробного уплотнения.

5.3.11 Для *автодорожных* насыпей коэффициент уплотнения однородных песков, за исключением сухих барханных, следует устанавливать по таблице 5.9. При этом необходимо учитывать, что дорожные одежды капитального типа на насыпях из однородных песков, допускается устраивать, как правило, не ранее чем через год после сооружения земляного полотна.

5.3.12 Фактический объем грунта, необходимого для сооружения насыпей, в тех случаях когда требуемая плотность грунта в теле насыпи больше естественной плотности грунта в резерве (карьере), определяется по формуле

$$V_{н.ф} = V_н \cdot K_1 \qquad (5.4)$$

где $V_н$ – объем проектируемой насыпи, м^3;

K_1 – коэффициент относительного уплотнения грунта в теле насыпи, определяемый по формуле

$$K_1 = \frac{\delta_d^н}{\delta_{др}} \qquad (5.5)$$

$\delta_d^н$ и $\delta_{др}$ - плотность сухого грунта, г/см^3, соответственно требуемая в насыпи и естественная (в резерве, карьере).

Для предварительного определения объема грунта в резервах (карьерах), выемках, необходимого для возведения насыпей с требуемой плотностью грунтов, коэффициент относительного уплотнения K_1 может быть принят по таблице 5.10.

Таблица 5.9

Часть насыпи	Глубина расположения слоя поверхности покрытия, м	Коэффициент уплотнения для дорожных одежд типов		
		капитальных	облегченных	переходных и низших
Верхняя	До 0,8 включительно	0,98	0,95	0,95
Нижняя	свыше 0,8	0,95	0,95	0,92

При возведении насыпи гидромеханизированным способом объем потребного грунта в карьере следует определять в соответствии с указаниями по проектированию гидромеханизированных работ.

Таблица 5.10

Заданный коэффициент уплотнения насыпи К	Коэффициент относительного уплотнения K_1 для грунтов						
	пески, супеси, пылеватые суглинки	суглинки, глины	лессы и лессовидные грунты	скальные разрабатываемые, при объемной массе г/см^3			шлаки, отходы промышленности
				1.9-2.2	2.2-2.4	2.4-2.7	
1,0	1,10	1,05	1,30	0,95	0,89	0,84	1,26-1,47
0,95	1,05	1,00	1,15	0,90	0,85	0,80	1,20-1,40
0,90	1,00	0,95	1,10	0,85	0,80	0,76	1,13-1,33

5.4 Нормы влажности грунтов

5.4.1 Влажность песчаных и глинистых грунтов, подлежащих уплотнению, необходимо учитывать при оценке возможности использования их в насыпях, а также при установлении коэффициента уплотнения. Для насыпей следует применять преимущество грунты, имеющие оптимальную влажность W_0 или близкую к ней.

Численные значения оптимальной влажности определяются по методу стандартного уплотнения (см. СТ РК 1285).

5.4.2 Максимально допустимая влажность $W_{пр}$, при которой обеспечивается требуемая плотность грунта в насыпях *железных* дорог, устанавливается по кривой стандартного уплотнения данного грунта (рисунок 5.1) или определяется по формуле

$$W_p + 0{,}25I_p \geq W_{пр} = \left(\frac{1-0{,}01V}{\gamma_{ск}^{н}} - \frac{1}{\gamma_у}\right) \bullet 100\% \qquad (5.6)$$

где I_p – число пластичности, равное $W_т - W_p$, в %

$W_т$ – влажность на границе текуче по СТ РК 1290

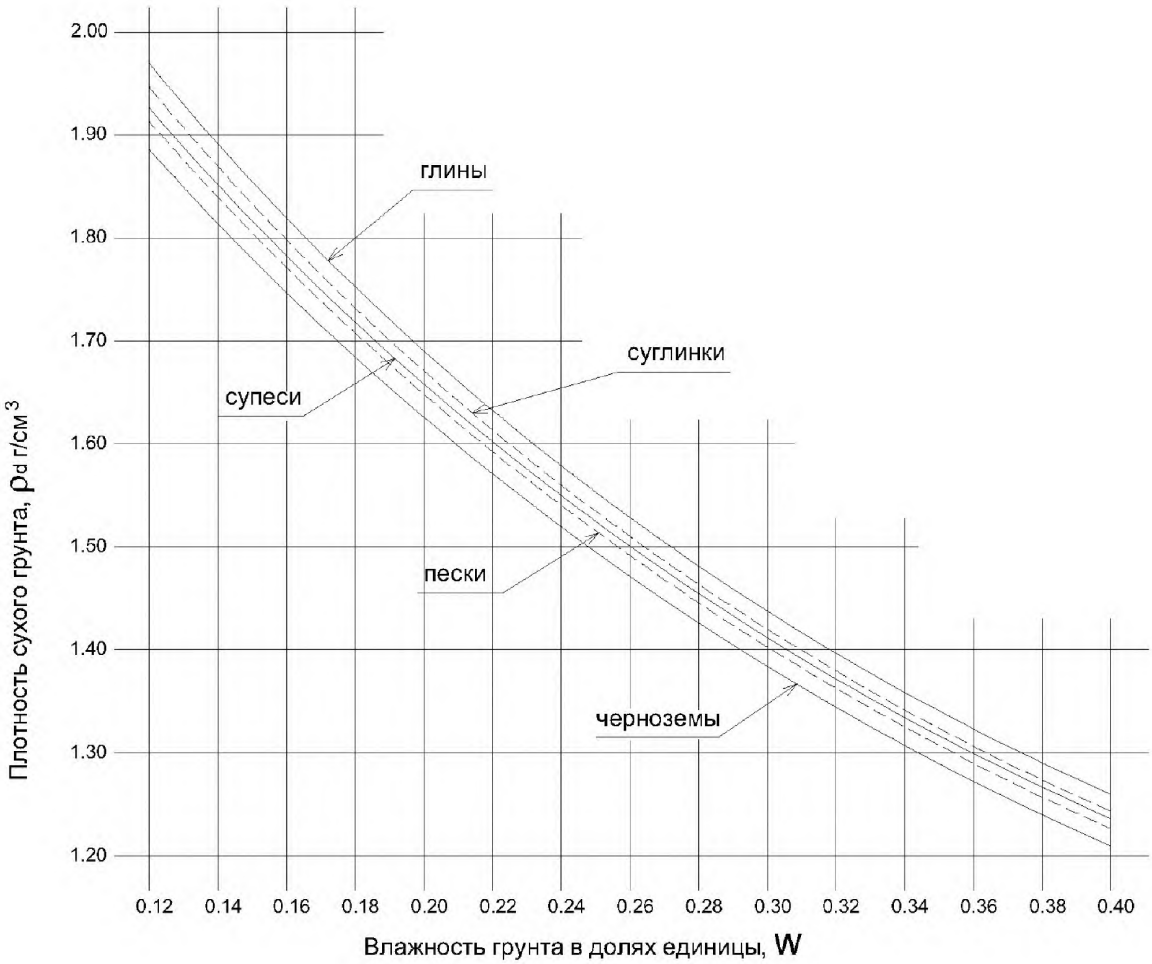
W_p – влажность на границе раскатывания по СТ РК 1290

V – содержание воздуха в порах грунта: супеси – 5 %, суглинки и глины – (3-4) %

$\gamma_у$ – удельный вес грунта; ориентировочно можно принимать, в г/см^3:
пески – 2,66, супеси – 2,68, суглинки – 2,70, глины – 2,74.

$\gamma_{ск}^{н}$ - требуемая плотность грунтов в теле насыпи, г/см^3.

5.4.3 Ориентировочно плотность грунта может быть определена по графику рисунка 5.1.



П р и м е ч а н и е – Зависимости δ_d=f(W) рассчитаны при значениях принятых для плотности частиц грунтов δ_s в г/см^3:

- глины – 2,74; суглинки – 2,70; супесь – 2,68; пески – 2,66; грунты с примесью органических веществ (черноземы) – 2,60;
- содержание воздуха в порах грунтов принято 5 %, что обеспечивается технологией уплотнения.

Рисунок 5.1 - Зависимость возможного уплотнения грунта от его влажности

На указанном графике для пяти основных разновидностей грунта представлены теоретические зависимости, характеризующие максимально возможную их уплотняемость при различной естественной влажности.

5.4.4 Максимально допускаемая влажность грунтов $W_{пр}$ для насыпей и естественных оснований в «нулевых местах» и выемках *автомобильных* дорог не должна превышать значений, приведенных в таблице 5.11.

При проектных расчетах оптимальная влажность допускается устанавливать для:
- песков (8-13) %;
- супесей (9-15) %;
- суглинков (12-22) %;
- глин (16-26) %.

5.4.5 Глинистые грунты, находящиеся в тугопластичном состоянии ($0,25 < I_L \leq 0,50$), используются для сооружения земляного полотна при соблюдении требований к конструкциям, изложенным в подразделах 8.3 (для насыпей) и 9.2 (для выемок).

Грунты, находящиеся в мягкопластичном состоянии ($0,50 < I_L \leq 0,75$), допускается использовать по индивидуальным проектам на основании расчетов прочности и устойчивости земляного полотна и расчетов по сравнению вариантов устройства земляного полотна из других грунтов или вариантов другой трассы дороги.

Таблица 5.11

Разновидности грунтов	Допускаемая влажность (в долях от оптимальной) при коэффициенте уплотнения грунтов		
	1-0,98	0,95	0,90
Пески пылеватые	1,35	1,50	1,60
Супеси песчанистые	1,25	1,35	1,60
Супеси пылеватые, суглинки легкие	1,15	1,25	1,50
Суглинки тяжелые, глины легкие	1,05	1,15	1,30

Грунты, находящиеся в текучепластичном и пластичном состоянии ($I_L > 0,75$), использовать для устройства земляного полотна не допускаются.

5.4.6 При влажности глинистых грунтов, мелких и пылеватых песков менее 0,75-0,80 от оптимальной их необходимо увлажнять.

В засушливых районах должны быть предусмотрены мероприятия по влагонакоплению (снегозадержанию) и получению воды для поливов в местах выполнения земляных работ.

При определении количества воды, потребной для увлажнения грунта, следует учитывать климатические и погодные условия района строительства и ориентироваться на обеспечение при уплотнении влажности грунта, соответствующей не менее 0,9-1,0 от оптимальной. Дополнительное увлажнение грунтов рекомендуется выполнять:

- несвязных и малосвязных – в отсыпаемом слое незадолго перед уплотнением;
- связных – на месте разработки, в карьере, резерве (т.к. распределение влаги идет медленнее).

5.5 Естественные основания

5.5.1 По условиям увлажнения верхней толщи грунтов различают согласно [2] три типа местности:

- 1-й – сухие участки;
- 2-й – сырые участки с избыточным увлажнением в отдельные периоды года;
- 3-й – мокрые участки с постоянным избыточным увлажнением.

Оценку естественных оснований по условиям их увлажнения при выборе грунтов для насыпей и проектирования земляного полотна следует выполнять с учетом показателей, приведенных в таблице 5.12 для *железных* дорог и в таблице 5.13 для *автомобильных* дорог.

Таблица 5.12

Тип основания	Характеристика основания
1 Сухой	Условия для поверхностного стока хорошие: глинистые грунты на глубине до 1 м имеют влажность не более W_p+0,25 I_p, грунтовые воды отсутствуют или залегают на глубине более 2 м от поверхности земли
2 Сырой	Условия для поверхностного стока плохие, грунты водонасыщение песчаные, глинистые; глинистые грунты в предморозный период имеют влажность на глубине до 1 м от W_p+0,25 I_p до W_p+0,75 I_p, а уровень грунтовых вод – на глубине более 1 м от поверхности земли; признаки поверхностного заболачивания
3 Мокрый	Поверхностный сток отсутствует; грунты - глинистые, торфы, илы, сапропели; глинистые грунты в предморозный период имеют влажность на глубине до 1 м, равную W_p+0,75 I_p и более, а уровень грунтовых вод – на глубине до 1 м; имеются выходы грунтовых вод на поверхность земли или длительно стоящие (более 20 суток) поверхностные воды

Таблица 5.13

Тип местности	Признаки в зависимости от дорожно-климатических зон		
	III	IV	V
1-й	Поверхностный сток обеспечен; грунтовые воды не влияют на увлажнение верхней толщи; почвы -лесные слабоподзолистые и черноземы оподзоленные и выщелоченные.	Поверхностный сток обеспечен; грунтовые воды не влияют на увлажнение толщи; почвы – черноземы, темно-каштановые.	Грунтовые воды не влияют на увлажнение; почвы в северной части - бурые, в южной – светлобурые и сероземы
2-й	Поверхностный сток не обеспечен; грунтовые не влияют на увлажнение верхней толщи; почвы -подзолистые, в южной части – лугово-черноземные, солонцы и солоди.	Поверхностный сток не обеспечен; грунтовые воды не влияют на увлажнение верхней толщи; почвы – сильносолонцеватые черноземы, каштановые, солонцы и солоди.	Грунтовые воды не влияют на увлажнение верхней толщи; почвы – солонцы, такыры, солончаковатые солонцы и реже солончаки.
3-й	Грунтовые воды или длительно (более 30 сут) стоящие поверхностные воды влияют на увлажнение верхней толщи; почвы полуболотные	Грунтовые воды или длительно (более 30 сут) стоящие поверхностные воды влияют на увлажнение верхней толщи; почвы полуболотные или болотные, солончаки и солончаковатые солонцы	Грунтовые воды или длительно (более 30 сут) стоящие поверхностные воды влияют на увлажнение верхней толщи; почвы – солончаки, солончаковатые солонцы; постоянно орошаемые территории

Примечания

1 Участки, где залегают песчано-гравийные или песчаные грунты (за исключением мелких пылеватых песков) мощностью более 5 м при расположении уровня грунтовых вод на глубине 3 м в III зоне и более 2 м в IV, V зонах, относятся к 1- му типу независимо от наличия поверхностного стока (при отсутствии длительного подтопления).

2 Грунтовые воды не оказывают влияния на увлажнение верхней толщи грунтов в случае, если их уровень в предморозный период залегает ниже глубины промерзания не менее чем: на 2,1 м при супесях пылеватых, суглинках легких пылеватых, суглинках тяжелых пылеватых; на 1,8 м при суглинках легких песчанистых, суглинках тяжелых песчанистых, глинах; на 1,2 м при песках пылеватых; на 0,9 м при песках мелких, супесях песчанистых.

3 Поверхностный сток считается обеспеченным при уклонах поверхности грунта в пределах полосы отвода 2 ‰ и более.

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

5.5.3 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 сухими при которых не наблюдается деформаций основания под нагрузкой, требующих осуществления специальных мероприятий.

5.5.4 К слабым относятся основания, в которых в пределах активной зоны имеются слои слабых грунтов толщиной (0,30-0,50) м. Толщину активной зоны допускается устанавливать равной ширине насыпи понизу. Слабые основания, как правило, сложены торфом, илами, мокрыми солончаками, переувлажненными глинистыми грунтами (с показателем текучести I_L>0,50), деформация которых может вызвать большие и неравномерные во времени осадки насыпи и нарушение общей устойчивости земляного полотна.

5.5.5 Промежуточное место занимают недостаточно прочные основания. Недостаточно прочные основания – это преимущественно сырые места, сложенные неоднородными переслаивающимися по протяжению грунтами, когда относительная осадка основания больше относительной осадки насыпи с требуемой плотностью грунта, а расчетная величина полной осадки основания превышает 0,10 м; обычно это глинистые тугопластичные и мягкопластичные грунты.

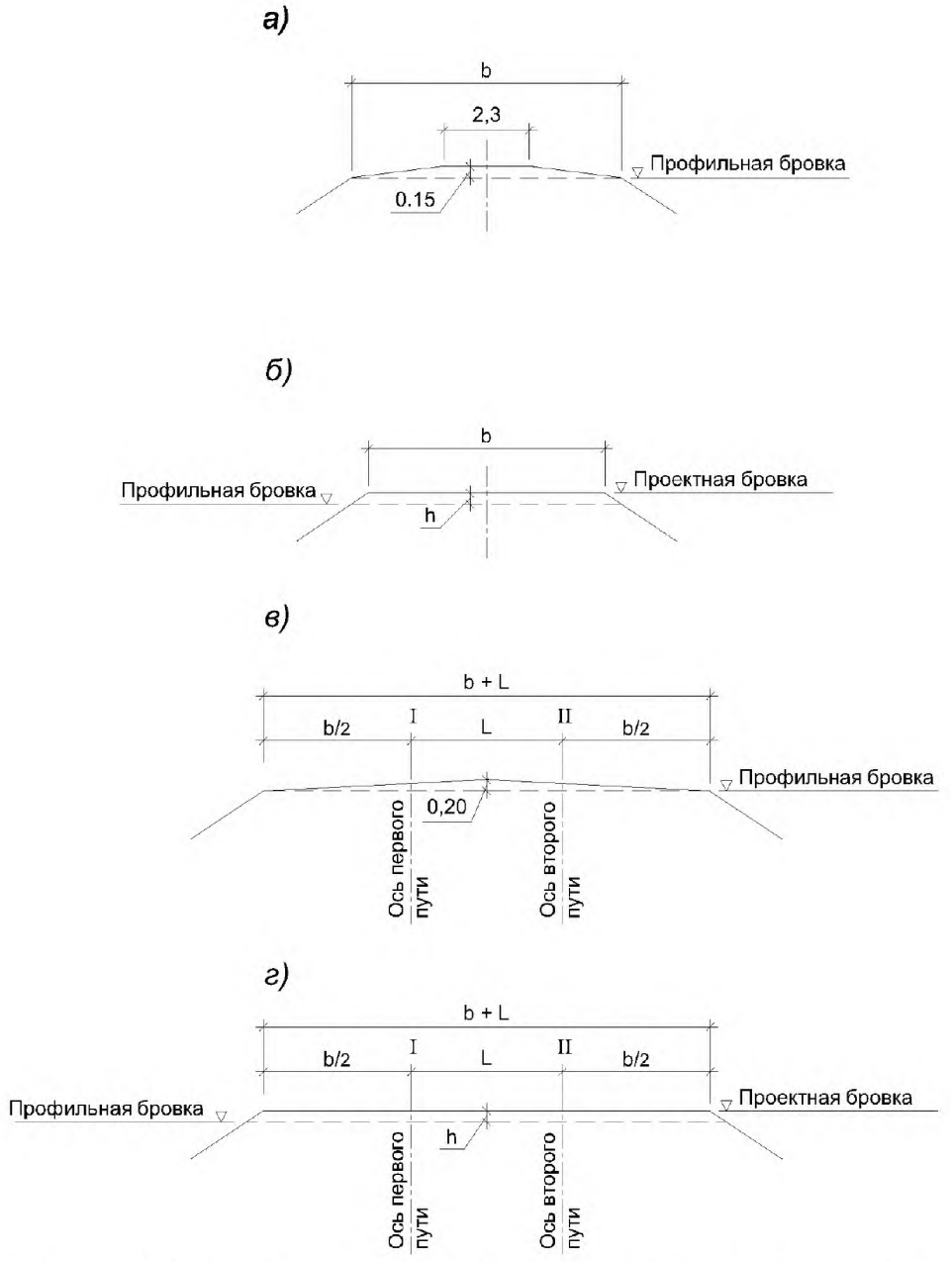
5.5.6 В конструкции земляного полотна на слабых основаниях необходимо предусматривать специальные конструктивные решения для предотвращения деформаций. В случае если слои слабых грунтов располагаются на глубинах (толщинах) больших ширины насыпи по низу, а также при насыпях высотой более 12 м, размер активной зоны следует устанавливать расчетом.

Необходимость расчетов устойчивости и прочности земляного полотна на недостаточно прочном основании или применении специальных мероприятий по укреплению этих оснований следует устанавливать исходя из условий конкретных объектов.

6 Основные конструктивные параметры земляного полотна

6.1 Очертание верха земляного полотна

6.1.1 Поперечные очертания основной площадки проектируемого однопутного земляного полотна *железных* дорог из недренирующих грунтов без устройства защитного слоя, а также из мелких и пылеватых песков следует устанавливать в виде трапеции 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 основанием, равным ширине земляного полотна (см. рисунок 6.1).



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

b – ширина основной площадки земляного полотна однопутной линии в соответствии с данными таблицы 4.1 [1]; h – величина, равная 0,15 м, плюс разность толщин балластного слоя на данном участке и на смежных с ним участках из недренирующих грунтов

Примечание - Рисунки *б* и *г* распространяется на мелкие барханные пески в районах засушливого климата.

Рисунок 6.1 – Поперечные очертания основной площадки *железнодорожного* земляного полотна на прямых участках пути (на перегонах)

Основную площадку одно- и двухпутного земляного полотна из раздробленных скальных слабовыветрелых грунтов, крупнообломочных с песчаным заполнителем, дренирующих песков (кроме мелких и пылеватых) следует проектировать горизонтальной, 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.

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

6.1.3 Поперечный профиль верха земляного полотна *автомобильных* дорог следует проектировать двускатным на прямых участках, а также в пределах кривых радиусом 3000 м и более для дорог I категории и кривых радиусом 2000 м и более для дорог других категорий.

В пределах кривых с меньшими радиусами земляное полотно необходимо проектировать односкатным, предусматривая устройство виражей, согласно требованиям [2].

6.1.4 Поперечные уклоны верха земляного полотна *автомобильных* дорог при двухскатном поперечном профиле следует устанавливать по [2]:

- на проезжей части в зависимости от типа дорожной одежды, количества полос и климатических условий;
- на обочинах в зависимости от климатических условий и типа укрепления обочин.

6.1.5 Поперечные уклоны верха земляного полотна *автомобильных* дорог на виражах устанавливаются одинаковыми для проезжей части и обочин в зависимости от радиуса кривой, категории дороги и наличия гололеда, в пределах (20-60) ‰, а переход от двухскатного профиля дороги к односкатному осуществляется на протяжении переходной кривой, а при ее отсутствии – на прямом участке, равном по длине переходной кривой, нормируемой для принятого радиуса кривой согласно [2].

6.2 Ширина земляного полотна поверху

6.2.1 Ширину земляного полотна новых *железных* дорог (в уровне основной площадки) на прямых участках пути на перегонах следует устанавливать согласно [1] (см. таблица 4.1).

6.2.2 Ширину земляного полотна многопутных *железных* дорог следует устанавливать 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.

6.2.3 Ширину земляного полотна насыпей, возводимых на слабых основаниях, и насыпей, возводимых с запасом на осадку, следует устанавливать с расчетом обеспечения требуемых согласно таблицы 5.6 размеров после полной осадки.

6.2.4 Ширину земляного полотна *автомобильных* дорог на прямых участках и на кривых участках больших радиусов без требуемых нормативных уширений (основная ширина) следует устанавливать по таблице 6.1.

6.2.5 Земляное полотно в пределах кривых следует устраивать с уширением в зависимости от радиуса кривой. Для *железных* дорог уширение земляного полотна должно быть на кривых с наружной стороны на величину по таблице 6.2, а также на величину уширения междупутий в кривых между осями первого и второго главного пути,

а также третьего и четвертого пути согласно [1]. Уширение в кривых на скоростных и особогрузонапряженных линиях устанавливается по расчету.

Таблица 6.1

Категория дороги	I а			I б			II	III	IV	V
Количество полос, движения	8	6	4	8	6	4	2	2	2	1
Ширина земляного полотна	43,5	36,0	28,5	42,5	35,0	27,5	15,0	12,0	10,0	8,0

На *автомобильных* дорогах земляное полотно подлежит уширению на кривых в тех случаях, когда ширина обочин после уширения проезжей части оказывается менее уровня допустимой; при этом ширина обочин должна быть не менее 1,5 м для дорог I и II категорий и 1,0 м для дорог остальных категорий. Уширение осуществляется с внутренней стороны кривой.

Таблица 6.2

Радиусы кривых, м	Уширение земляного полотна, м
3000 и свыше	0,20
2500-1800	0,30
1500 -700	0,40
600 и менее	0,50

6.2.6 Кроме того, уширение земляного полотна *автомобильных* дорог возможно при устройстве дополнительных полос проезжей части (для грузового движения в сторону подъема) и при уширении проезжей части в пределах средней части вогнутых вертикальных кривых. Протяженность участков уширения определяется проектом, протяженность участков оттона уширения в пределах (25-60) м по [2].

6.2.7 Переход от нормальной ширины земляного полотна к увеличенной на кривых должен осуществляться на длине переходных кривых, а при их отсутствии – на прямых участках, равных по длине переходным кривым, нормируемым для принятого радиуса кривой.

6.2.8 Ширину земляного полотна *автомобильных* дорог на примыканиях и пересечениях их между собой (транспортные развязки) следует устанавливать по проекту и в соответствии с требованиями [2].

6.2.9 При проектировании подходов к мостам следует учитывать требования [3].

6.2.10 Земляное полотно поверху на протяжении не менее 10 м от задней грани устоев у *железнодорожных* мостов должно быть уширено на 0,5 м с каждой стороны дороги, у *автодорожных* мостов – иметь ширину не менее расстояния между внешними гранями перил плюс не менее 0,5 м с каждой стороны. Переход от увеличенной ширины к нормальной следует делать на участках длиной не менее 25 м.

6.2.11 Сопряжение земляного полотна с устоями мостовых сооружений следует проектировать в соответствии с [3].

6.2.12 Длину участков и конструктивные решения на *железных дорогах* по сопряжению земляного полотна с разной шириной в уровне бровки следует устанавливать с учетом:

- вида сопрягаемого земляного полотна (насыпь или выемка);

- поперечного очертания верха земляного полотна (с наличием сливной призмы или горизонтальное);
- высоты сливной призмы;
- разности толщин балластного слоя;
- продольного уклона пути на рассматриваемом и смежных участках;
- минимального элемента проектирования продольного профиля, принятого для данной линии.

6.3 Высота насыпей и глубина выемок

6.3.1 Максимальные значения высоты насыпей и глубины выемок следует устанавливать при проектировании продольного профиля на основе технико-экономического сравнения вариантов и с учетом:
- требований по экологии;
- глубины заложения грунтовых вод;
- уровня длительно стоящих поверхностных вод;
- наличия ценных сельскохозяйственных земель и угодий в районе приложения дороги;
- рельефа местности;
- наличия вблизи дороги грунтов, приемлемых для отсыпки насыпи;
- грунтов, предстоящих к проходке выемкой;
- соотношения объемов близ расположенных насыпей и выемок.

6.3.2 Минимальную высоту насыпей следует устанавливать по условиям незаносимости снегом и песком, недопущения пучинообразования, максимальной механизации земляных работ, а также – предохранения от подтопления водой в соответствии с требованиями 8.2.4, 8.2.5, раздела 11.

Кроме того, требуется предусматривать меры, направленные на обеспечение прочности и устойчивости основной площадки земляного полотна *железных* дорог и верха земляного полотна (рабочего слоя) *автомобильных* дорог на участках с сырым и мокрым основаниями в растопах со 2 и 3 типами местности.

6.3.3 Возвышение бровки земляного полотна над поверхностью снегового покрова следует принимать в соответствии с требованиями [1], [2].

6.4 Защитный слой земляного полотна железных дорог

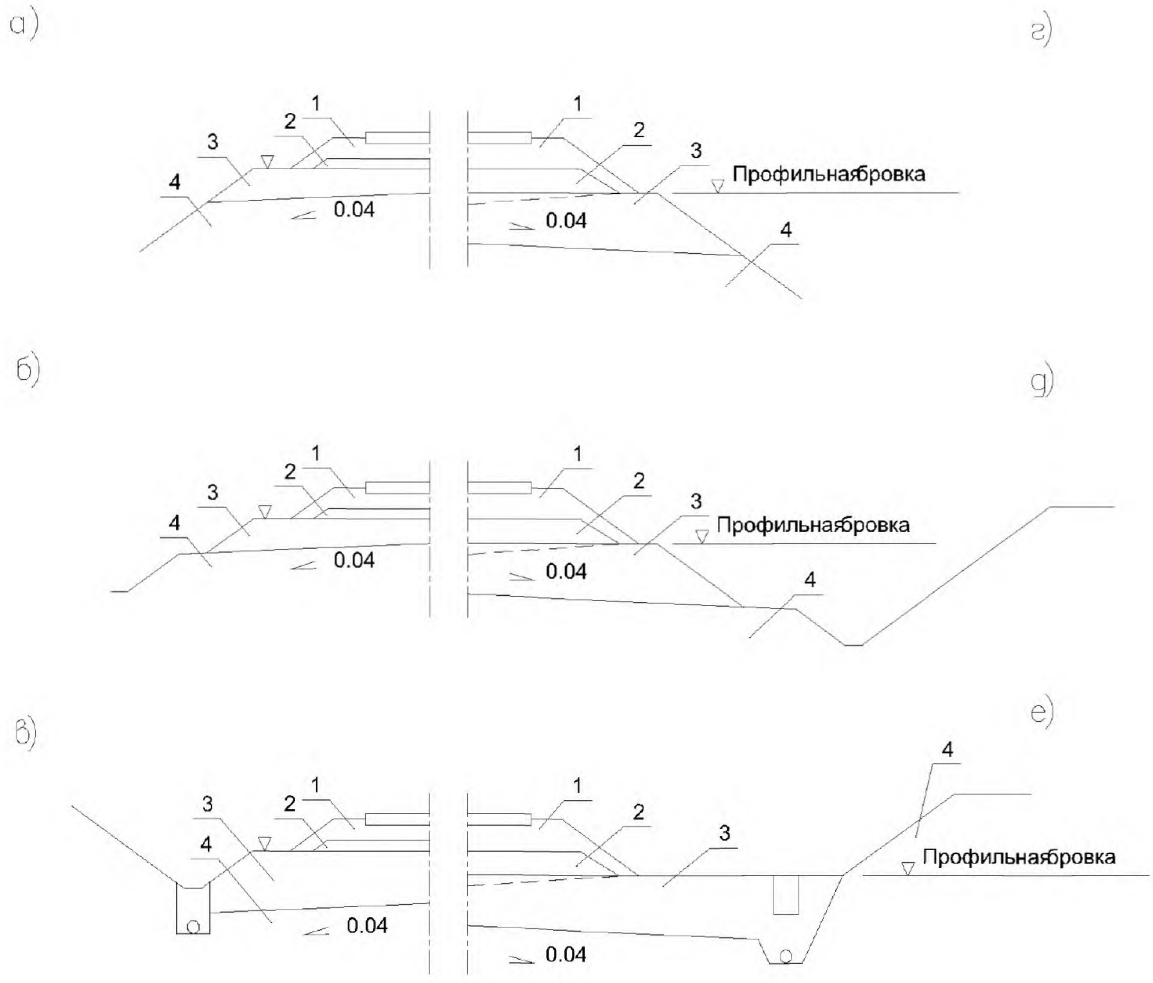
6.4.1 Для земляного полотна из глинистых грунтов всех видов с влажностью на границе текучести W_L>0,23 кроме супесей, содержащих песчаные частицы размером от 2 до 0,05 мм в количестве более 50 % по массе, а также из грунтов с показателем текучести IL>0,25 следует предусматривать усиление конструкции в зоне основной площадки: устройство под балластной призмой защитного слоя из дренирующего грунта или из дренирующего грунта в комбинации с геосинтетическими материалами в соответствии с требованиями [1].

6.4.2 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 двухсторонним уклоном 4 ‰ от оси полотна в сторону откосов.

Верх защитного слоя следует планировать: горизонтально – при дренирующих грунтах, в виде сливной призм(аналогично верху земляного полотна из глинистых грунтов) – при песках мелких и пылеватых (см. рисунок 6.2).



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

Рисунок 6.2 – Земляное полотно из глинистых грунтов, характеризуемое I_L>0,25, с защитным слоем

6.4.3 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 выполняются исходя из двух условий:

- обеспечения заданной прочности основной площадки, исключающей появление деформаций под воздействием поездной нагрузки выше допустимых значений;

- ограничения деформации пути под воздействием морозного пучения или набухания сильнонабухающих грунтов (W_L>0,40).

Толщину защитного слоя следует устанавливать по большему из полученных расчетом значений, но не менее 0,8 м для суглинков и глин, 0,5 м – для супесей.

6.4.4 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.

6.4.5 В пределах раздельных пунктов на главных, приемоотправочных и подгорочных путях и на стрелочных улицах защитный слой, в случае его необходимости, устраивается из дренирующего грунта с возможной укладкой геосинтетических материалов, при этом конструкция верха земляного полотна проектируется индивидуально.

7 Виды проектов земляного полотна

7.1 При проектировании земляного полотна применяются:

- типовые конструктивные решения для участков с несложными инженерно-геологическими и топографическими условиями в соответствии с типовыми альбомами;

- групповые поперечные профили, разрабатываемые для применения на отдельных участках со сложными и многократно повторяющимися на рассматриваемой дороге 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.

- индивидуальные проекты, разрабатываемые для отдельных участков со сложными инженерно-геологическими условиями, перечисленными в 7.3, а также при проектировании земляного полотна с заданными нестандартными параметрами;

7.2 Проектирование для следующих видов земляного полотна следует выполнять с применением типовых конструкций, по разработкам ведущих проектных институтов страны; возможно использование типовых проектов других стран, в т.ч. России:

- насыпи *железнодорожные* на прочном и устойчивом естественном основании в пределах участков с поперечным уклоном местности не круче 1:3, высотой до 12 м – из раздробленных скальных грунтов, крупнообломочных и глинистых твердых и полутвердых грунтов; до 6 м – из глинистых тугопластичных грунтов, а также из крупнообломочных с глинистым тугопластичным заполнением; до 20 м – из камня; насыпи *автодорожные* высотой до 12 м на прочном основании;

- насыпи на естественном основании из засоленных грунтов;

- выемки глубиной до 12 м в нескальных грунтах;

- земляное полотно в районах подвижных песков;

- земляное полотно на участках с искусственным орошением.

7.3 Земляное полотно и водоотводные устройства в пределах участков со сложными природными условиями, а также в случаях необходимости применения сложных конструкций, когда устойчивость и прочность сооружения и его основания должны быть проверены расчетом, необходимо проектировать индивидуально.

Индивидуальные проекты применяют для следующих объектов и условий:

- насыпи высотой более 12 м – из раздробленных скальных грунтов, крупнообломочных грунтов, из песков и из глинистых грунтов твердых и полутвердых;

- насыпи высотой более 6 м – из глинистых грунтов тугопластичных, также из крупнообломочных грунтов с глинистым тугопластичным заполнителем;

- насыпи на слабых основаниях, а также на участках местности с выходом ключей в пределах основания (переувлажненные грунты) и с мокрыми солончаками;

- насыпи на заболоченных участках независимо от типа болот, их глубины и консистенции болотных отложений;

- насыпи из грунтов повышенной влажности;

- 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 в нескальных грунтах при высоте откосов более 12 м;

- выемки в скальных грунтах при неблагоприятных инженерно-геологических условиях, в том числе при залегании пластов горных пород с наклоном круче 1:3 в сторону *железнодорожной* дороги или полотна *автомобильной* дороги;

- выемки в глинистых переувлажненных грунтах с показателем текучести I_L>0,5 или вскрывающие водоносные горизонты;

- выемки глубиной более 6 м в глинистых грунтах избыточного увлажнения;

- выемки в набухающих грунтах, в других (в том числе техногенных) грунтах, резко снижающих устойчивость откоса и прочность основной площадки *железных* дорог при воздействии климатических факторов и при динамических воздействиях (глинистые грунты с влажностью на границе текучести более 0,4), а также насыпи, проектируемые с использованием указанных грунтов;

- земляное полотно на пучинноопасных 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 на участках засоленных, набухающих, просадочных грунтов (с обоснованным использованием типовых решений)

- земляное полотно в местах активных склоновых процессов (на участках косогоров круче 1:3 с наличием или возможным развитием оползней, обвалов, осыпей, каменных россыпей, снежных лавин, селей, оврагов);

- земляное полотно на участках с искусственными подземными полостями (горные выработки);

- земляное полотно в местах пересечения его трубопроводами;

- земляное полотно, при сооружении которого используется гидромеханизация или взрывные способы производства работ, а также земляное полотно с элементами геосинтетических и теплоизоляционных материалов в конструкции;

- земляное полотно *железных* дорог, 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;

- земляное полотно в районах строительства с сейсмичностью 7 баллов и более согласно [3], [4];

- земляное полотно *автомобильных* дорог при их реконструкции;

- земляное полотно *автомобильных* дорог на транспортных развязках.

7.4 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 дороги.

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 (воздух, вода, почва), 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 поперечном профилях, детали конструкции – на отдельных чертежах) и в пояснительной записке по [5].

По крупным и сложным объектам (оползневой косогор, пересечение водоема, глубокое болото и др.) возможно оформление материала в виде отдельного раздела проекта.

7.5 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.

7.6 Для предварительного установления расчетных характеристик грунтов могут быть использованы данные приложения Г, 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.

7.7 Программа обследования составляется в зависимости от специфики объекта и решаемой задачи, с учетом в соответствии с рекомендациями методических указаний по инженерно-геологическим изысканиям и СТ РК * и другие действующие нормативные документы, утвержденные в установленном порядке.

7.8 Размеры и очертания поперечного профиля земляного полотна следует устанавливать с учетом обеспечения механизации всех производственных процессов, предусматривая технологические полки шириной не менее 5,0 м на подлежащих укреплению высоких откосах выемок и насыпей, технологические полки безопасности на откосах скальных выемок по 9.3.12 и др.

8 Насыпи

8.1 Железнодорожные насыпи на сухом и прочном основании, автодорожные насыпи на 1-м типе местности

8.1.1 Для насыпей на сухом и прочном основании, на 1- м типе основания и местности следует использовать, как правило, грунт из резервов, притрассовых карьеров и ближайших выемок, а при их отсутствии – техногенные или привозные грунты. Допустимость применения различных грунтов для насыпей в этих условиях приведена в таблице 5.5.

8.1.2 Конструкцию насыпей следует проектировать в зависимости от их высоты, вида, свойств и состояния применяемого грунта, поперечного уклона местности, инженерно-геологических, гидрологических, климатических условий и способов производства земляных работ. Для *железных* дорог следует предусматривать усиление конструкций насыпи в рабочей зоне путем устройства защитного слоя под балластной призмой. Для *автомобильных* дорог верхний рабочий слой насыпи в III дорожно-климатической зоне на глубину 1,0 м от поверхности цементобетонных и на глубину 0,8 м асфальтобетонных покрытий должен устраиваться из непучинистых или слабопучинистых грунтов (см. приложение Д).

8.1.3 Проектирование насыпей *железных* дорог следует выполнять, руководствуясь примерными поперечными профилями по рисунку 8.1, а на косогорных участках – рисунку 8.2.

8.1.4 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 трубопроводов в теле насыпи запрещается.

8.1.5 Поперечные профили насыпей для *автомобильных* дорог, которыми следует руководствоваться при проектировании, приведены на рисунках 8.3 и 8.4.

8.1.6 В пределах косогоров крутизной от 1:5 до 1:3 независимо от высоты насыпей требуется нарезка уступов. Ширина уступов устанавливается в пределах от 1,0 до 4,0 м. Поверхности уступов следует придавать поперечный уклон в низовую сторону величиной (10-20) ‰, стенки уступов при их высоте до 1,0 м можно проектировать вертикальными, а при высоте до 2,0 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 *железнодорожной* насыпи в пределах зоны промерзания за счет частичной замены естественных грунтов насыпными (в том числе дренирующими) для исключения неравномерного пучения (см. рисунок 8.5). При этом толщина слоя насыпного грунта h_{min} должна быть не менее значений, указанных в таблице 8.3.

8.1.7 При соответствующем обосновании допускается проектирование насыпей из разнородных грунтов. При этом в случае расположения песка (за исключением слоя в основной площадке *железной* дороги) над глинистым грунтом поверхности последнего необходимо придавать поперечный уклон (40-50) ‰ о 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

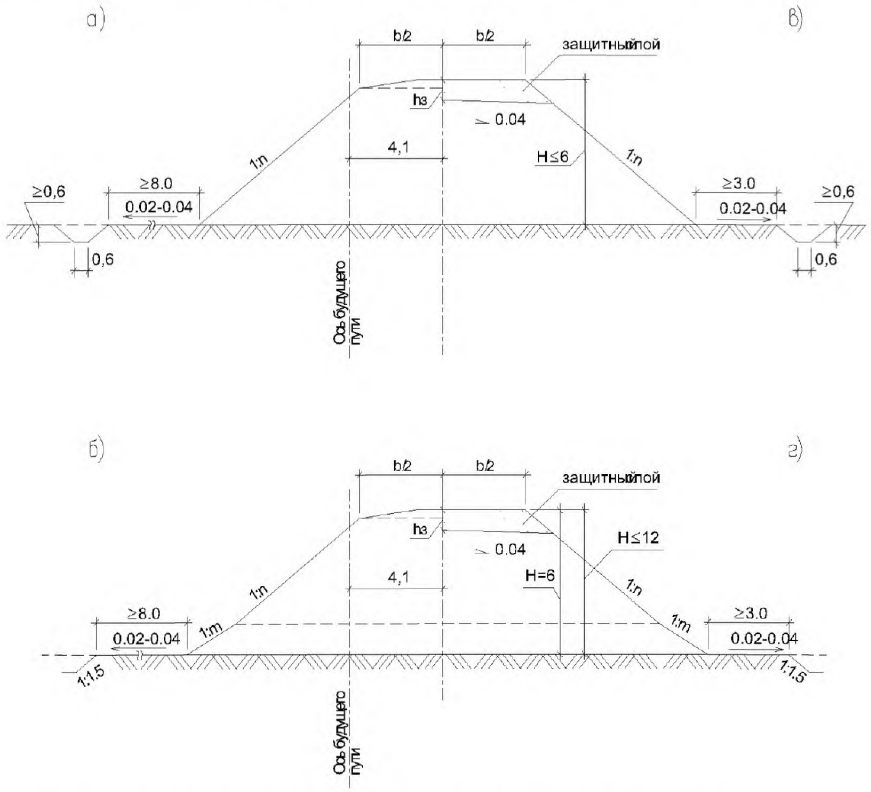
защитных экранов на откосах). Сопряжение в продольном направлении слоев разнородных грунтов должно осуществляться откосами не круче 1:7 – 1:5 при высоте

насыпи над сопрягаемыми слоями более глубины промерзания; сопряжение разнородных грунтов в уровне защитного слоя следует предусматривать в соответствии с рекомендациями 6.4.4.

В сейсмических районах более тяжелые грунты рекомендуется располагать в нижней части насыпи (см. рисунок 8.5).

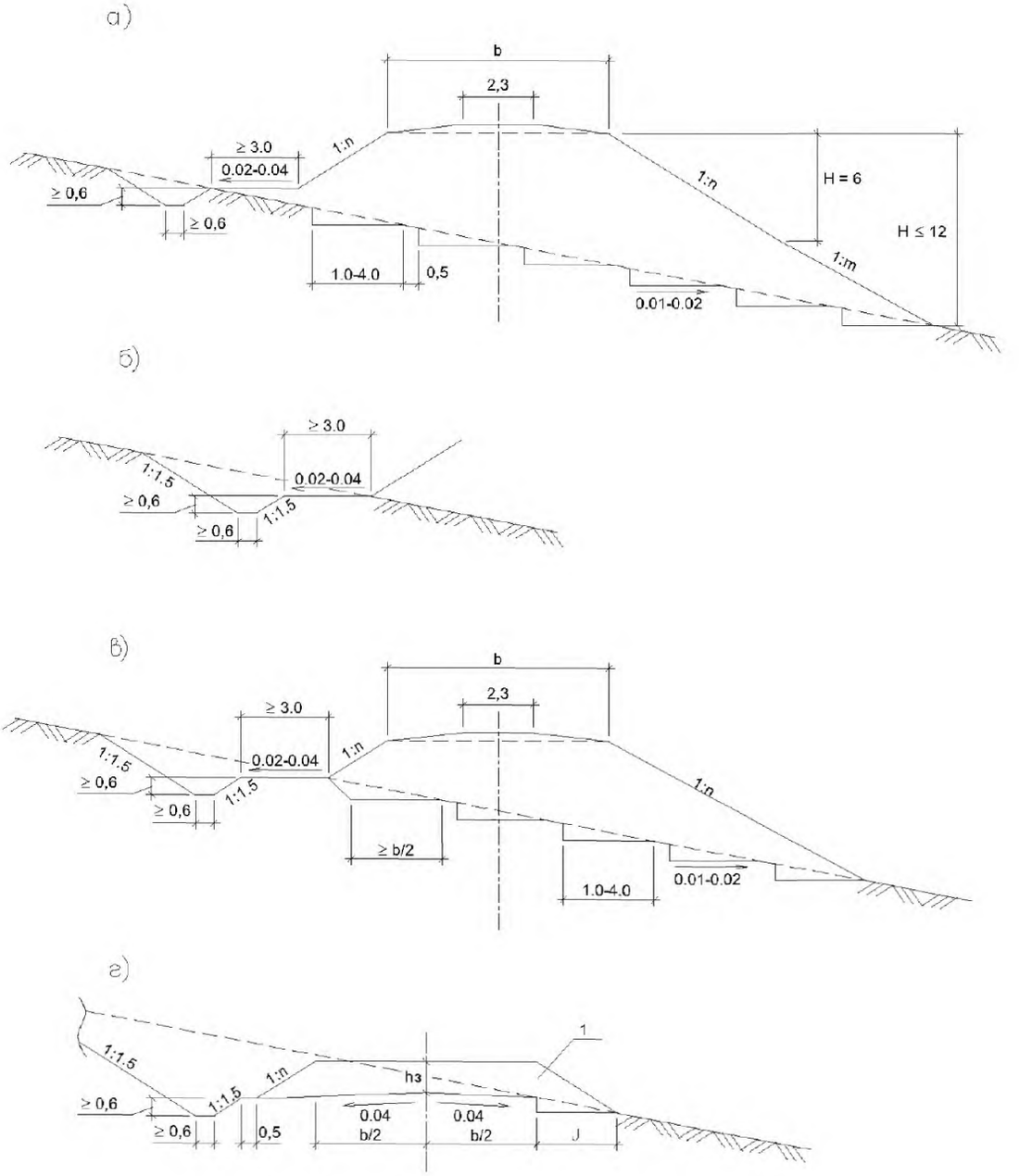
8.1.8 Для насыпей, отсыпаемых из скальных слабовыветрелых и выветрелых грунтов (горной массы), а также из крупнообломочных (валунных и глыбовых) грунтов, верхний слой мощностью не менее 0,5 м следует проектировать из гравийно-галечниковых или щебенистых грунтов, наиболее крупные фракции в которых не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

8.1.9 При проектировании насыпей из глинистых грунтов, характеризуемых 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.



а – насыпь без защитного слоя $H \leq 6$ м; б – то же, высотой от 6 до 12 м;
в - насыпь с защитным слоем $H \leq 6$ м; г – то же, высотой от 6 до 12 м

Рисунок 8.1 – Поперечные профили *железнодорожных* насыпей из недренирующих грунтов при поперечном уклоне местности не круче 1:5



а – насыпь высотой низкого откоса до 12 м, б – деталь нагорной канавы с бермой в грунте естественного сложения; в – низкая насыпь на косогоре;

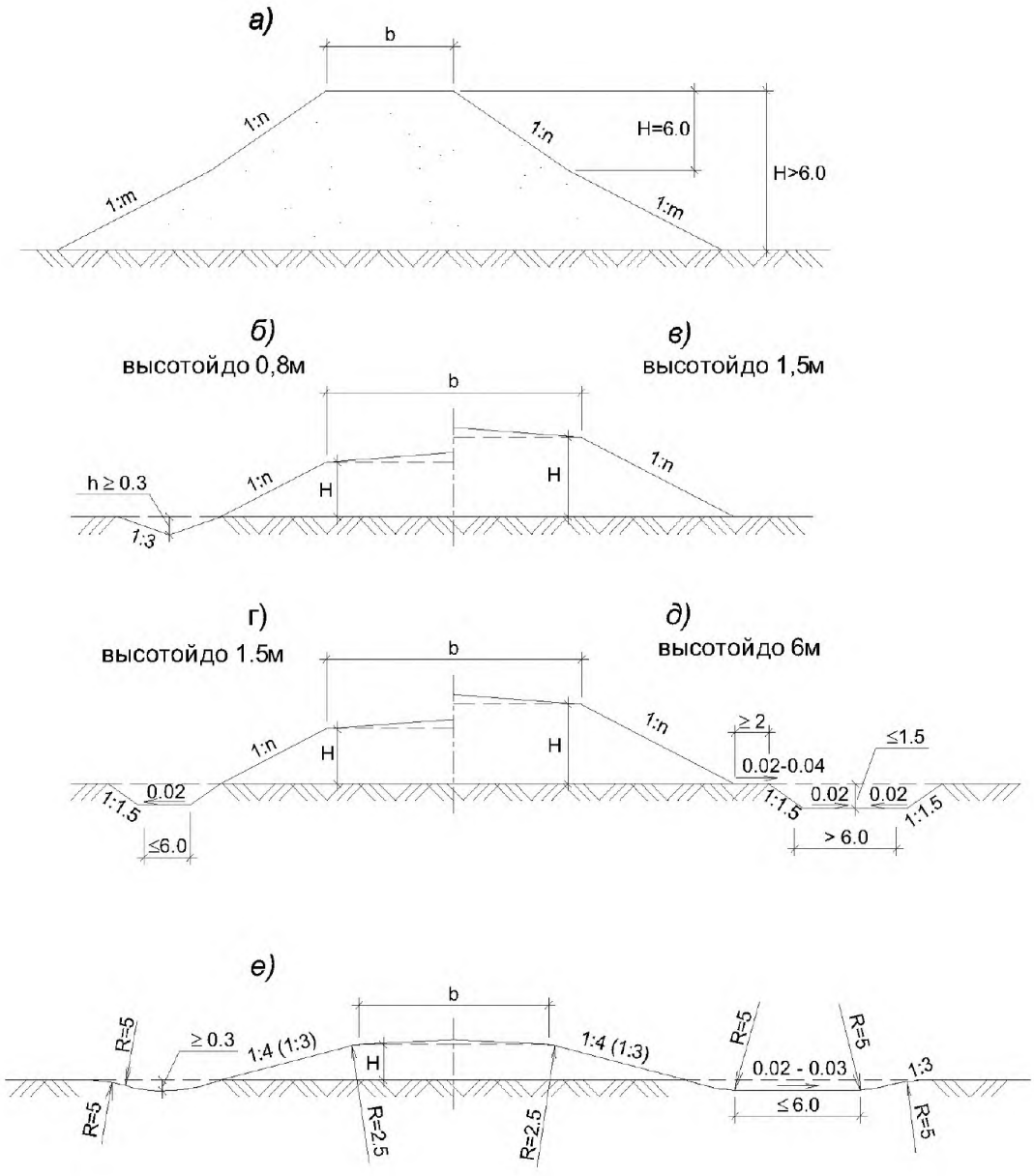
г – полунасыпь-полувыемка;

I – ширина нижнего уступа определяется из условия возможности уплотнения грунтов нижней части насыпи,

1 – защитный слой

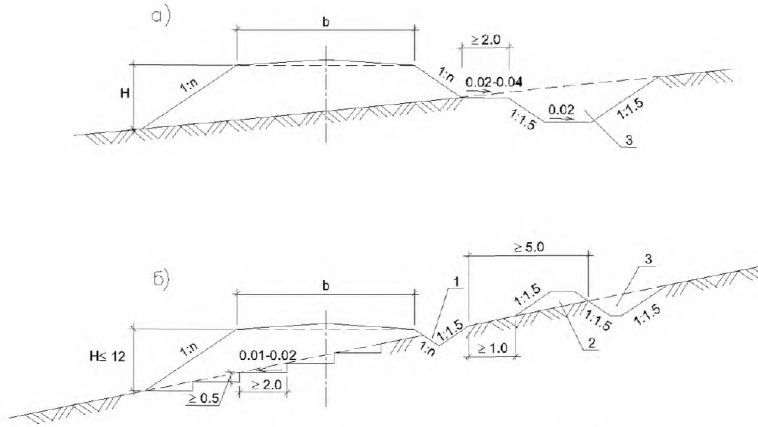
П р и м е ч а н и е – Очертания верха земляного полотна устанавливаются в соответствии с требованиями 6.1.1

Рисунок 8.2 – Поперечные профили *железнодорожных* насыпей на косогорах крутизной от 1:5 до 1:3



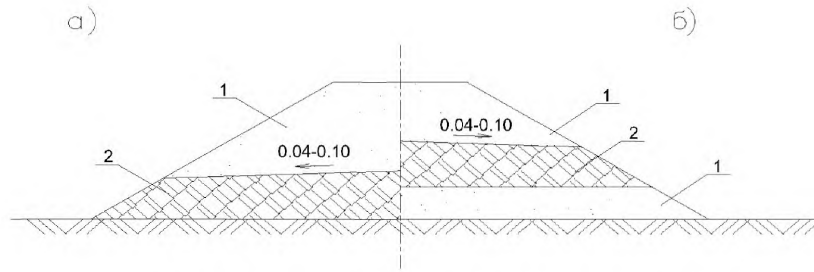
а – насыпь высотой более 6,0 м
б, в – насыпь из привозных грунтов
г, д – насыпь из притрассовых резервов
е – насыпь: высотой до 3,0 м I- III категории дороги
высотой до 2,0 м IV-V категории дороги
высотой до 1,5 м – в снегозаносимых местах

Рисунок 8.3 - Поперечные профили *автодорожных* насыпей при поперечном уклоне местности не круче 1:10



а – крутизна косогора от 1:10 до 1:5
б – крутизна косогора от 1:5 до 1:3
1 – кювет глубиной не менее 0,3 м, 2 – банкет, 3 – нагорная канава

Рисунок 8.4 - Поперечные профили *автодорожных* насыпей на косогорах круче 1:10



а – дренирующий грунт расположен над глинистым;
б – глинистый грунт находится между слоями дренирующего;
1 – дренирующий грунт; 2 – глинистый грунт

Рисунок 8.5 – Схемы возможного расположения разнородных грунтов в насыпях

8.1.10 Состав работ по подготовке оснований насыпей следует устанавливать 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 под насыпями высотой до 0,5 м – на равнинных участках и на косогорах крутизной до 1:10; под насыпями высотой до 1,0 м – на косогорах крутизной от 1:10 до 1:5; независимо от

высоты насыпи – на косогорах крутизной от 1:5 до 1:3 с последующей нарезкой уступов. При высоте насыпи более 1,0 м на косогорах крутизной от 1:10 до 1:5 необходимо рыхление поверхности основания насыпей. Размеры уступов – по 8.1.6. Необходимость подготовки насыпей, размещаемых на косогорах, сложенных скальными грунтами, следует устанавливать в зависимости от местных условий.

В лесных районах при подготовке основания под насыпи необходимо предусматривать удаление валежника; при высоте насыпи до 1,0 м обязательна сплошная корчевка пней и удаление мохового покрова; при большой высоте насыпей пни могут быть оставлены, но спилены так, чтобы высота их не превышала 0,2 м.

8.1.11 Крутизну откосов насыпи следует устанавливать в зависимости от высоты насыпи, грунтов насыпи с учетом намечаемого укрепления откосов. Нормы по наибольшей крутизне откосов насыпей приведены для:

- *железных* дорог –в таблице 8.1;

- *автомобильных* дорог –в таблице 8.2 (для насыпей на прочном основании).

В целях безопасного съезда транспортных средств в аварийных ситуациях крутизну откосов, как правило, следует назначать:

- на дорогах I- III категорий, при высоте насыпи до 3,0 м – не круче 1:4;

- на дорогах других категорий при высоте насыпи до 2,0 м – не круче 1:3.

На ценных землях допускается увеличение крутизны откосов до предельных значений, приведенных в таблице 8.2, с разработкой мероприятий по обеспечению безопасности движения с установкой ограждений барьерного типа. При этом для повышения устойчивости откосов следует рассматривать варианты применения для их укрепления геосинтетических материалов

Таблица 8.1

Вид грунта	Крутизна откосов при высоте насыпи, м		
	До 6,0	До 12,0	
		в верхней части высотой 6,0	в нижней части высотой 6-12
Раздробленные скальные слабовыветрелые и выветрелые, 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 сильновыветрелые*	1:1,5	1:1,5	1:1,75

Окончание таблицы 8.1

Вид грунта	Крутизна откосов при высоте насыпи, м		
	До 6,0	До 12,0	
		в верхней части высотой 6,0	в нижней части высотой 6-12
Глинистые грунты тугопластичной консистенции и крупнообломочные грунты с глинистым заполнителем такой же	1:2***	Определяется расчетом	

консистенции **			
Глинистые грунты (в том числе лессовидные) в районах избыточного увлажнения****, а также пески однородные и пески пылеватые**	1:1,75	1:1,75	1:2
Пески мелкие (барханные) в районах с засушливым климатом	1:2	1:2	1:2

*Более 12 м – по расчету

** Для глинистых грунтов полутвердой и тугопластичной консистенции, а также песков мелких и пылеватых следует устанавливать данные таблицы минимальные и проверять расчетом, учитывая снижение прочностных и деформативных характеристик грунтов при вибродинамическом воздействии.

*** Для линий IV категории – 1:1,75.

**** К районам избыточного увлажнения относятся территории, в пределах которых среднегодовое количество выпадающих осадков значительно превышает возможную испаряемость с поверхности суши; к районам с засушиванием климатом – территории, на которых количество осадков значительно меньше возможной испаряемости (по абсолютной величине меньше 300 мм).

Примечание - Высота откоса насыпи определяется разностью отметок верхней и нижней бровок откоса. При наличии косогорности высота откоса насыпи определяется разностью отметок бровки земляного полотна и подошвы низового откоса.

Таблица 8.2

Грунты насыпи	Крутизна откосов при высоте насыпи, м		
	До 6,0	До 12,0	
		в нижней части (0-6)	в верхней части (6-12)
Глыбы из слабовыветрелых пород	1:1–1:1,3	1:1,3–1:1,5	1:1,3–1:1,5
Крупнообломочные и песчаные (за исключением мелких и пылеватых песков)	1:1,5	1:1,5	1:1,5
Песчаные мелкие и пылеватые, глинистые и лессовые	1:1,5 1:1,75	1:1,75 1:2	1:1,5 1:1,75
Мелкие барханные пески (в засушливых районах)	1:2	1:2	1:2

Примечания

1 Под чертой даны значения для пылеватых разновидностей грунтов в III дорожно-климатической зоне и для однородных мелких песков

2 При слабых основаниях насыпей, при отсыпке насыпи из грунтов повышенной влажности средней и высокой степени переувлажнения крутизна откосов устанавливается на основе расчетов; при допустимой степени переувлажнения – на (15-25) % положе, чем по настоящей таблице для глинистых грунтов.

3 Высота откоса насыпи определяется разностью отметок верхней и нижней бровок откоса. При наличии косогорности высота откоса насыпи определяется разностью отметок верхней и нижний бровок низового откоса.

8.2 Железнодорожные насыпи на сыром и мокром основаниях, автодорожные насыпи на 2-м и 3-м типах местности

8.2.1 Насыпи на сыром и мокром основаниях для *железных* дорог, а также *автомобильных* дорог с капитальными типами дорожных одежд в III дорожно-климатической зоне, следует проектировать преимущественно из дренирующих грунтов.

8.2.2 При использовании дренирующих грунтов для возведения всей насыпи или ее нижней части специальные мероприятия по обеспечению устойчивости земляного полотна предусматривать не требуется.

Глинистые грунты, мелкие и пылеватые пески, а также другие недренирующие грунты допускается применять для возведения насыпей на сыром и мокром основаниях только при соблюдении следующих условий:

- влажность глинистого грунта должна удовлетворять требованиям 5.4.2 - 5.4.4;

- необходимо предусматривать мероприятия, обеспечивающие устойчивость и прочность земляного полотна и его основания, в том числе осушение грунтов основания посредством углубленных водоотводных канав, устройства берм, применением геосинтетических материалов, устройством капилляропрерывателей;

- верхнюю часть насыпей *автомобильных* дорог следует проектировать с соблюдением требований 8.1.2.

8.2.3 Несущую способность оснований следует проверять расчетом на всех участках; для насыпей на недостаточно прочном и слабом основаниях по 5.5.5 необходимо учитывать осадку, при целесообразности – предусматривать мероприятия, ограничивающие время осадок периодом строительства. Дополнительные требования к автодорожным насыпям на слабых основаниях приведены в [2] (см. 7.3).

8.2.4 Бровка насыпей *железных* дорог должна возвышаться над уровнем длительно (более 20 суток) стоящих поверхностных вод или над наивысшим расчетным уровнем грунтовых вод, а при сырых основаниях над поверхностью земли 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 8.3. Глубину промерзания при этом следует принимать по приложению А или по данным местных метеостанций.

Деформация морозного пучения земляного полотна *железных* дорог нормируется в [1].

Возвышение бровки насыпей дорог IV категории допускается уменьшать по сравнению нормами таблицы 8.3 на основании данных опыта эксплуатации дорог в районе расположения проектируемой дороги, но не более чем в 1,5 раза.

Таблица 8.3

Грунт, используемый для насыпей	Минимальные возвышение бровки *железнодорожной* насыпи, м, при расчетной глубине промерзания, м			
	1,0	1,5	2,0	2,5
Пески средней крупности, дренирующие мелкие	0,9 / 0,6	1,1 / 0,8	1,4 / 1,1	1,6 / 1,3
Мелкие недренирующие и пылеватые пески, супеси песчанистые	1,2 / 1,0	1,5 / 1,2	1,8 / 1,4	2,0 / 1,6
Суглинки и глины, пылеватые тяжелые супеси	1,6 / 1,3	1,9 / 1,5	2,1 / 1,7	2,4 / 2,0

Примечания - Над чертой – возвышение бровки насыпи над расчетным уровнем грунтовых вод или длительно (более 20 суток) стоящих поверхностных вод. Под чертой - возвышение бровки насыпи над поверхностью земли при сыром основании или над уровнем кратковременно (менее 20 суток) стоящих поверхностных вод.

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

8.2.5 Возвышение поверхности дорожного покрытия *автомобильных* дорог над поверхностью земли с необеспеченным поверхностным стоком, над уровнем длительно

(более 30 суток) стоящих поверхностных вод или над уровнем грунтовых вод следует устанавливать не менее приведенного в таблице 8.4, с учетом требований 6.3.2.

Таблица 8.4

Грунт рабочего слоя	Наименьшее возвышение поверхности покрытия, м, в пределах дорожно-климатических зон		
	III	IV	V
Песок мелкий, супесь песчанистая	0,9 / 0,7	0,75 / 0,55	0,5 / 0,3
Песок пылеватый	1,2 / 1,0	1,1 / 0,8	0,8 / 0,5
Суглинок легкий песчанистый, суглинок тяжелый песчанистый, глины	1,8 / 1,4	1,5 / 1,1	1,1 / 0,8
Супесь пылеватая, суглинок легкий пылеватый, суглинок тяжелый пылеватый	2,1 / 1,5	1,8 / 1,3	1,2 / 0,8

Примечание - Над чертой – возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод, верховодки или длительно (более 30 сут) стоящих поверхностных вод, под чертой – то же, над поверхностью земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком или над уровнем кратковременно (менее 30 сут) стоящих поверхностных вод.

Для насыпей с крутизной откосов менее 1:1,5, а также для насыпей с бермами нормы таблице 8.3 допускается уточнять по расчету.

8.2.6 Нормы таблицы 8.3 следует увеличивать:

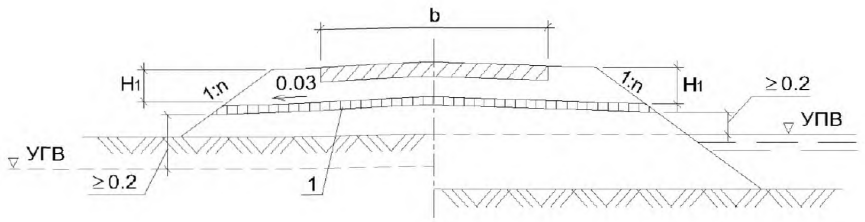
- на 20 % для слабо- и среднезасоленных грунтов (кроме суглинков и глин),
- на 30 % для суглинков и глин слабо- и среднезасоленных,
- на 40 % для сильнозасоленных грунтов;
- в районах постоянного искусственного орошения над зимне-весенним уровнем грунтовых вод: на 0,40м – в IV-V дорожно-климатических зонах, на 0,20 м – в III зоне;
- на 25 % над уровнем грунтовых вод, понижешых посредством дренажа.

8.2.7 Расчетный уровень грунтовых вод должен соответствовать максимально возможному осеннему уровню, а при отсутствии необходимых данных – наивысшему возможному уровню, определяемый по верхней границе оглеения грунтов.

8.2.8 Дренажи для понижения уровня грунтовых вод или их перехвата, замену грунтов, устройство изолирующих или капилляропрерывающих прослоек (см. рисунки 8.6 и 8.7) в автодорожных насыпях следует предусматривать в случаях, когда выполнение требований 8.2.4-8.2.6 относительно возвышения поверхности дорожного покрытия будет нецелесообразно по данным технико-экономических расчетов.

Изолирующие прослойки следует предусматривать преимущественно в пределах IV и V дорожно-климатических зон, а капилляропрерывающие прослойки – в пределах III зоны.

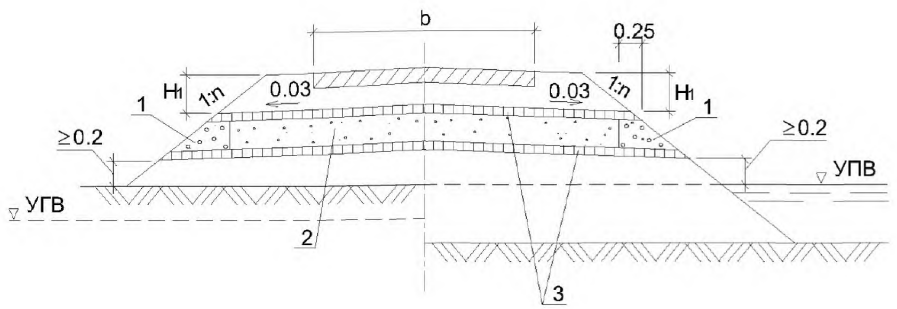
Верх изолирующих и капилляропрерывающих прослоек необходимо размещать на глубинах от бровки земляного полотна согласно таблице 8.5.



1- изолирующая, водонепроницаемая прослойка толщиной (3-8) см из грунта, обработанного битумом или другими гидрофобными материалами.
H_1 – глубина заложения верха прослоек.

Примечание- УГВ – уровень грунтовых вод, УПВ – уровень длительно стоящих поверхностных вод.

Рисунок 8.6 - Поперечный профиль насыпи с водонепроницаемой прослойкой.



1 – крупный гравий или камень на выходе прослойки;
2 – слой толщиной (15-20) см из гравия, щебня, гравелистого песка и др.;
3 – противозаиливающие слои толщиной (3 – 5) см из песка или мелкого гравия.
H_1 – глубина заложения верха прослоек
Примечание- УГВ – уровень грунтовых вод, УПВ – уровень длительно стоящих поверхностных вод.

Рисунок 8.7 - Поперечный профиль насыпи с капилляропрерывающей прослойкой.

Таблица 8.5

Дорожно-климатические зоны	Глубина заложения верха прослоек, H_1, м.
III	0,80
IV	0,75
V	0,65

Расстояние между нижней поверхностью прослоек (по откосу насыпи) и наивысшим уровнем грунтовых вод или расчетным уровнем длительно стоящих поверхностных вод следует устанавливать не менее 0,20 м.

Капилляропрерывающие прослойки следует проектировать толщиной (0,15-0,20) м из дренирующих материалов.

8.2.9 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-экономическими расчетами случаях следует предусматривать мероприятия по сокращению сроков стабилизации насыпи по [2] (см. 7.3).

8.3 Насыпи из переувлажненных глинистых грунтов

8.3.1 К грунтам повышенной влажности следует относить грунты, которые в период укладки их в насыпь или разработки в выемке имеют влажность выше оптимальной, определенной по СТ РК 1285 (см. 5.1.13). Такие грунты могут быть использованы для устройства насыпей при выполнении мероприятий, обеспечивающих снижение влажности грунтов (до оптимальной или близкой к ней) к началу работ..

8.3.2 Степень переувлажнения характеризуется отношением фактической влажности грунта W к оптимальной влажности W_0, определенной по СТ РК 1285, и выражается коэффициентом

$$K_W = \frac{W}{W_0} \quad (8.1)$$

где $K_W > 1,0$

Для характеристики грунтов в естественном залегании, когда отсутствуют данные стандартных испытаний на максимальную стандартную плотность, оптимальную влажность можно определить ориентировочно по выражению $W_0 = \alpha \cdot W_L$, где W_L влажность на границе текучести, определенная по СТ РК 1290, α – коэффициент, равный для песков и супесей (0,75 – 0,70), суглинков (0,60 – 0,55), глин (0,50 – 0,45).

8.3.3 Категории грунтов по степени переувлажнения разграничиваются влажностями, значения которых приведены в таблица 8.6

Таблица 8.6

Степень переувлажнения	Границы категорий грунта по влажности	Величина K_W на границе категории грунтов		
		песвязных	связных	
		пески, супеси легкие и легкие пылеватые	Супеси пылеватые и тяжелые, суглинки легкие	Суглинки тяжелые, глины
Допустимая	Оптимальная влажность	1,0	1,0	1,0
Средняя	Допускаемая влажность	1,25	1,15	1,1
Высокая	Максимальное водонасыщение	1,4	1,45	1,5
Избыточная	Граница текучести	1,55	1,80	2,05

8.3.4 До проведения лабораторных исследований грунтов, которые визуально представляются переувлажненными, возможно предварительное установление степени переувлажнения по технологическим характеристикам грунтов по таблице 8.7.

Таблица 8.7

Степень переувлажнения	Технологические характеристики		
	Уплотняемость в насыпи	Проходимость машин по ненарушенному слою грунта	Липкость при переработке
Допустимая	Уплотняются по обычной технологии до требуемой плотности	Удовлетворительная	Повышенная
Средняя	Уплотняются механическими способами до K_y=0,9	Затрудненная	Сильная
Высокая	Уплотняются только методами консолидации или при искусственном осушении	Обеспечивается для машин высокой проходимости	Очень сильная
Избыточная	-	Отсутствует	Очень сильная

8.3.5 Глинистые грунты повышенной влажности (тугопластичные с показателем текучести $0,25 < I_L \leq 0,50$) допускается применять для *железнодорожных* насыпей типовых конструкций при высоте их до 6 м (см. рисунок 8.8) на естественном сухом или осушенном основании при крутизне откосов, указанной в таблице 8.1. При высоте насыпей из этих грунтов более 6 м, а также при переувлажненных грунтах (с показателем текучести $0,50 < I_L \leq 0,75$) независимо от высоты насыпей, требуется индивидуальное проектирование с установлением способов снижения их влажности. Грунты показателем текучести более 0,75 использовать для устройства насыпей не допускается.

8.3.6 Толщину верхнего слоя грунта для насыпей скоростных и особогрузонапряженных *железных* дорог I- III категорий, проектируемых применительно к поперечному профилю, приведенному на рисунке 8.8, следует устанавливать по нормам табл. 8.8.

Необходимость применения поперечного профиля рисунка 8.8, а также толщины верхнего слоя грунта для насыпей *железных* дорог IV и V категорий должны быть обоснованы в проектах с учетом местных условий.

Таблица 8.8

Величина показателя текучести I_L глинистого грунта, используемого для насыпи	Минимальная толщина слоя , м
0,26	0,30
0,35	0,40
0,50	0,50

Увеличение толщины верхнего слоя грунта сверх норм, приведенных в таблице 8.8, допускается при соответствующем обосновании, учитывающем местные условия.

8.3.7 Для насыпей *автомобильных* дорог допускается применять грунты с влажностью, при которой может быть достигнута плотность грунта в теле насыпи с коэффициентом уплотнения не менее 0,90; наибольшее значение влажности W_c, удовлетворяющее этому условию, определяется по формуле

$$W_e = \frac{(100 - V)\gamma_y}{0{,}9\gamma_{ск,макс}} - 37 \qquad (8.2)$$

где V – содержание воздуха в порах грунта (см. 5.4.2):

супеси – 5 %, суглинки и глины -3-4 %

γ_y – удельный вес грунта по 5.4.2;

$\gamma_{ск.max}$ – максимальная плотность (объемный вес скелета сухого грунта) в г/см^3, определяемая по методу стандартного уплотнения по СТ РК 1285.

8.3.8 *Автодорожные* насыпи из переувлажненных глинистых грунтов следует проектировать применительно к поперечному профилю, рисунок 8.9.

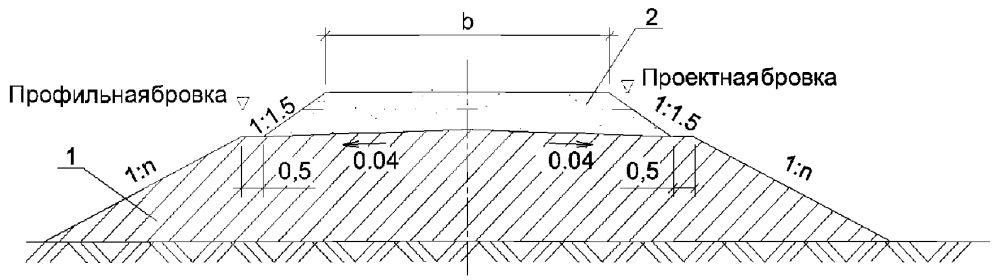
Толщину дренирующего грунта для верхней части *автодорожных* насыпей (см. рисунок 8.9) следует назначать на (1,0-1,2) м ниже поверхности дорожной одежды в III-IV дорожно-климатических зонах и на 1,5 м во II зоне; слой дренирующего грунта в нижней части насыпей необходимо назначать толщиной (0,3-0,4) м во всех дорожно-климатических зонах.

8.3.9 Для обеспечения устойчивости откосов земляного полотна из грунтов повышенной влажности крутизну откосов насыпей и выемок рекомендуется назначать не круче приведенных в таблице 8.9.

Таблица 8.9

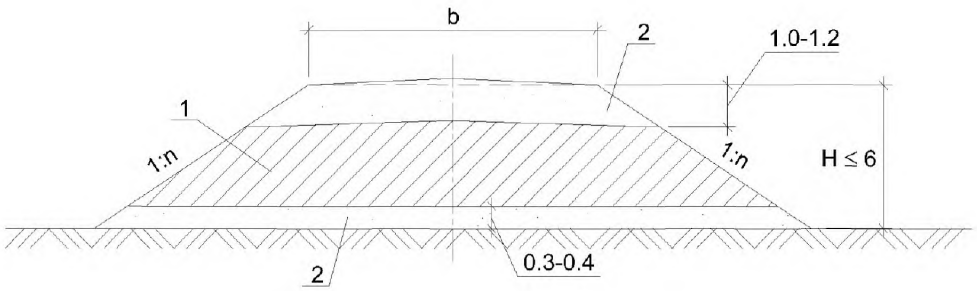
Вид грунтов (число пластичности I_p)	Предельная высота насыпи, глубина выемки и крутизна откосов, назначаемая при проектировании, при K_W				
	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Суглинок легкий ($7 < I_p \leq 12$)	9 1:2	5 1:2,5	3 1:2,5	2 1:3	-
Суглинок тяжелый ($7 < I_p \leq 17$)	10 1:1,75	9 1:2	7 1:1,25	5 1:1,25	3 1:1,25
Глина ($I_p > 17$)	10 1:1,5	10 1:2	8 1:2,5	5 1:2,5	3 1:2,5
Примечание – Над чертой приведены высоты насыпей или глубины выемок, над чертой – крутизна откосов					

При назначении крутизны откосов по таблице 8.9 необходимо выполнять расчеты устойчивости откосов на выборочных сложных участках дороги. Если высота насыпи превышает значения, указанные в таблице 8.9, то крутизна откосов рассчитывается из условий обеспечениях общей и местной устойчивости



1-глинистый грунт, 2-дренирующий грунт

Рисунок 8.8 – Поперечный профиль *железнодорожной* насыпи высотой до 6 м из глинистых грунтов тугопластичной консистенции ($0{,}25 < I_L \leq 0{,}5$)



1 – глинистый грунт, 2 – дренирующий грунт

Рисунок 8.9 - Поперечный профиль *автодорожной* насыпи из глинистых переувлажненных грунтов

8.3.10 При разработке мероприятий, позволяющих использовать переувлажненные грунты для устройства земляного полотна, следует учитывать:

- несущую способность естественных оснований и насыпных слоев;
- изменение влажности грунтов при уплотнении во времени под действием собственного веса (консолидации);
- изменение влажности грунтов в результате естественного просушивания или влагонакопления;
- возможности осушения и укрепления грунтов путем введения в них инертных или активных добавок.

8.3.11 В проектах *железнодорожных* насыпей из переувлажненных глинистых грунтов следует предусматривать конструктивный запас по высоте по нормам таблицы 5.6.

8.3.12 В качестве мероприятий для подготовки грунтов к использованию в земляном полотне рекомендуется:

- 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 горно-рудной промышленности) или путем чередования слоев грунта (переувлажненного, сухого и дренирующего) из разных источников;
- осушение грунта активными добавками (негашеной известью, цементом, золой-уноса, гипсом, безводной кристаллической фосфорной кислотой и др.). Количество осушающих добавок необходимо назначать в зависимости от свойств этих добавок, а также от вида осушаемого грунта и степени его переувлажнения.

8.3.13 Наиболее доступным является метод естественного просушивания грунта, так как другие методы связаны с большими энергетическими и материально-финансовыми затратами и могут быть применены в особо сложных случаях и в ограниченном объеме, что устанавливается индивидуальным проектированием.

Время естественного просушивания грунта до допустимой степени в сложности ориентировочно можно устанавливать по таблице 8.10.

Таблица 8.10

Вид грунта	Толщина рыхлого слоя, см	Время просушивания грунта при температуре воздуха (15-20) °С и влажности (60-80) %, сутки
Песок супесь легкая	35	2
Супесь пылеватая, суглинок легкий	30	3
Супесь тяжелая пылеватая, суглинок легкий пылеватый, суглинок тяжелый, глина песчаная	23	5
Суглинок тяжелый пылеватый, глина пылеватая	17	7

При соответствующем технико-экономическом обосновании проектом может быть предусмотрено стадийное строительство *автомобильных* дорог IV и V категории с дорожной одеждой переходного типа с эксплуатацией на первой стадии при неполном уплотнении земляного полотна или его основания с учетом выполнения в последствии послеосадочного ремонта.

8.3.14 При проектировании земляного полотна из грунтов повышенной влажности следует использовать прослойки из геосинтетических материалов (см. приложение Ж) в качестве:

- защитно-дренирующих на контакте песчаного дренирующего слоя с рабочим слоем;
- защитно-армирующих на контакте слоя основания с рабочим слоем;
- защитно-дренирующих прослоек в нижней части насыпи;
- защитно-армирующих прослоек, повышающих устойчивость откосов насыпей.

Расстояние между дренирующими слоями должно быть не более 2,0 м для суглинков и 1,5 м для тяжелых суглинков и глин. Верхний слой должен располагаться от поверхности земляного полотна на расстоянии в зависимости от K_w=1,1-1,5 (8.3.2):

- для легких суглинков – от 1,5 до 3,0 м;
- для тяжелых суглинков и глин – от 2,5 до 5,5 м.

Для устройства армирующих прослоек из геосинтетических материалов (ГМ) рекомендуется применять (см. приложение Ж):

- нетканые иглопробивные ГМ толщиной 3,5 м;
- тканые геосинтетические материалы;
- георешетки, геосетки, как правило на основе полиэфира.

8.3.15 Конструктивные и технологические решения при сооружении земляного полотна из грунтов повышенной влажности устанавливаются на основе технико-экономического сравнения вариантов. При сравнении вариантов следует учитывать, кроме строительных затрат, затраты на подготовку (осушение) грунтов, временные дороги и повышенные эксплуатационные расходы в первые годы работы таких насыпей.

8.3.16 Связные грунты повышенной влажности после их укладки в дорожные насыпи способны консолидироваться, т.е. уплотняться под собственным весом с течением времени. В зависимости от степени переувлажнения глинистых грунтов по высоте насыпи выделяются две зоны: консолидируемая (активная, нижняя) и неконсолидируемая (пассивная, верхняя). При проектировании высоты насыпи из указанных грунтов следует учитывать предельную высоту насыпи, в которых консолидация отсутствует, а также запас высоты насыпи на осадку консолидирусмой зоны, таблица 8.11.

Таблица 8.11

Вид грунта	K_W	Предельная высота неконсолидируемых насыпей, м	Запас на осадку, %, при высоте насыпи, м			
			4,0	6,0	8,0	10,0
Легкий суглинок	1,1	3,0	-	-	1,0	1,2
	1,2	2,5	-	1,0	1,2	1,5
	1,3	2,25	1,0	1,2	1,6	2,0
	1,4	2,0	1,0	1,5	2,0	3,0
	1,5	1,5	1,0	2,0	3,0	3,5
Тяжелый суглинок и глина	1,1	5,5	-	-	-	1,0
	1,2	5,0	-	-	1,0	1,5
	1,3	4,35	-	-	1,5	2,0
	1,4	3,5	1,0	1,0	2,0	3,0
	1,5	2,5	1,0	2,0	3,0	4,0

Время достижения консолидации грунта в насыпи в зависимости от разновидности грунтов, степени переувлажнениях и степени начального уплотнения можно определять по таблице 8.12.

Таблица 8.12

Вид грунта (число пластичности I_p)	Годы консолидации при K_W	
	1.2	1.5
Суглинок легкий ($7 < I_p \leq 12$)	0,5	2,0
Суглинок тяжелый ($12 < I_p \leq 17$)	1,0	3,0
Глина ($I_p > 12$)	2,0	5,0

8.3.17 С целью ускорения процесса уплотнения грунта в консолидируемой зоне допускается устройство прослойки толщиной (30-50) см из дренирующего грунта. Исходя из этого интенсивная часть осадки грунта должна завершиться в течение года. Максимальную толщину грунта повышенной влажности следует устанавливать не более 2,0 м для суглинков и 1,5 м для тяжелых суглинков и глине.

8.3.18 Верх земляного полотна из переувлажненных глинистых грунтов в местах сопряжения с земляным полотном из непереувлажненного глинистого или дренирующего грунта следует проектировать с продольным уклоном не более 50 ‰.

9 Выемки

9.1 Выемки при благоприятных инженерно – геологических условиях

9.1.1 Конструкцию выемок следует устанавливать 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 устанавливать, руководствуясь поперечными профилями, показанными на рисунках 9.1-9.9. Для усиления конструкции земляного полотна *железных* дорог в выемках и на нулевых местах следует при глинистых грунтах с влажностью (на границе текучести) $W_L > 0,23$ предусматривать устройство защитного слоя на *железнодорожных* насыпях в соответствии с указаниями 6.4.1-6.4.3.

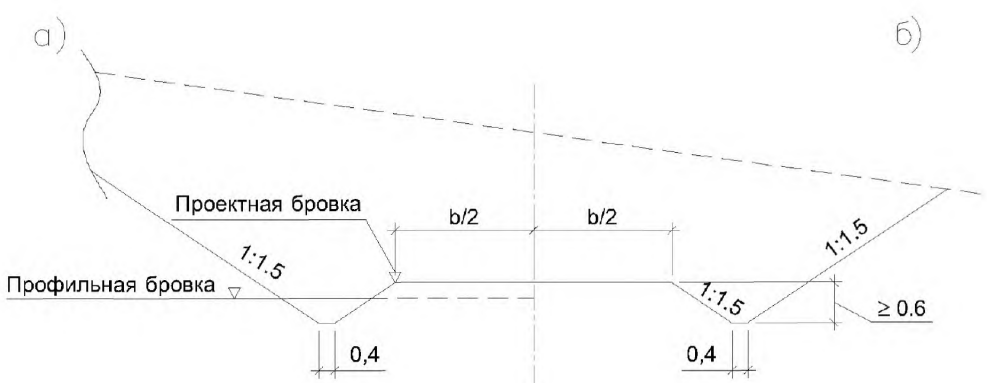
9.1.2 В районах с засушливым климатом, где происходит полное впитывание атмосферных осадков во всякое время года, выемки в дренирующих грунтах и барханных песках допускается проектировать без кюветов (см. рисунок 9.3). На раздельных пунктах *железных* дорог, на сильнозаносимых участках в малоподвижных и подвижных песках выемки следует проектировать с кювет-траншеями у подошвы откосов шириной 4,0 м, глубиной до 0,6 м (см. рисунок 9.4).

9.1.3 При проектировании выемок *железных дорог* глубиной более 2,0 м в глинистых грунтах, в мелких и пылеватых песках и в сильновыветрелых скальных грунтах следует предусматривать закюветные полки шириной (1,0 - 2,0) м (см. рисунок 9.5); при глубине выемок более 6,0 м в сильновыветрелых скальных грунтах следует предусматривать кювет-траншеи шириной по низу 4,0 м, глубиной 0,6 м.

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

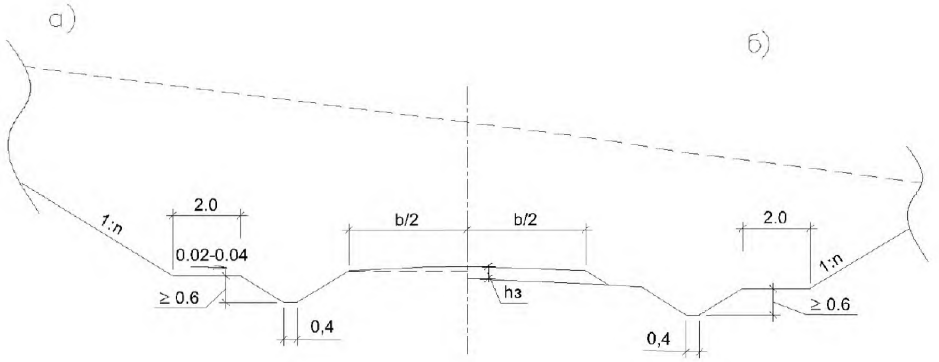
9.1.4 Выемки глубиной до 1,0 м, а также начальные участки глубоких выемок для *автомобильных дорог*, в целях предохранения их от снежных заносов, необходимо проектировать раскрытыми или разделываемыми под насыпь (см. рисунок 9.9). Сопряжение поперечных профилей начальных участков с основным поперечным профилем глубоких выемок следует предусматривать в пределах участков длиной не менее 20 м. При этом выемки глубиной от 1,0м до 5,0 м следует проектировать с откосами крутизной от 1:4 до 1:6.

9.1.5 Выемки глубиной более 2,0 м следует проектировать с закюветными полками: в мелких и пылеватых песках, в пылеватых глинистых грунтах, в том числе лессовидных, лессах и глинах (см. рисунок 9.8).



а) – для *железных* дорог б) – для *автомобильных* дорог

Рисунок 9.1 – Поперечный профиль выемки глубиной до 12 м в крупнообломочных, крупнообломочных с песчаным заполнителем и песчаных дренирующих грунтах



а-в глинистых грунтах твердых и полутвердых, характеризуемых $W_L \leq 0{,}23$, и в крупнообломочных грунтах с глинистым заполнителем,
б – то же, при глинистых грунтах, характеризуемых $W_L > 0{,}23$;
h_3 – толщина защитного слоя

Рисунок 9.2 – Поперечные профили выемки для *железных* дорог глубиной до 12 м

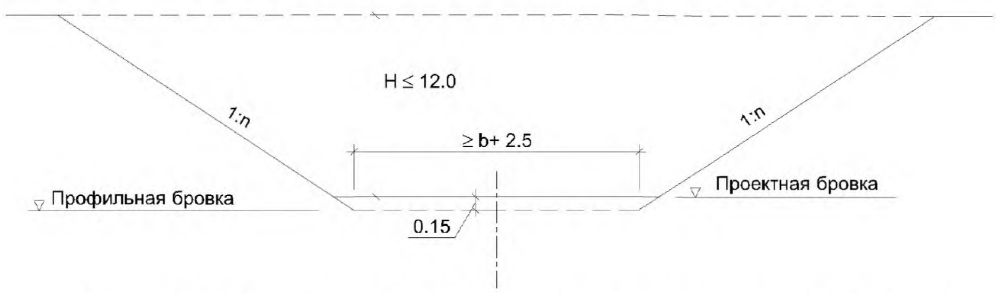


Рисунок 9.3 – Попереченый профиль выемки для *железных* дорог в районах с засушливым климатом в дренирующих грунтах, в малоподвижных и неподвижных песках

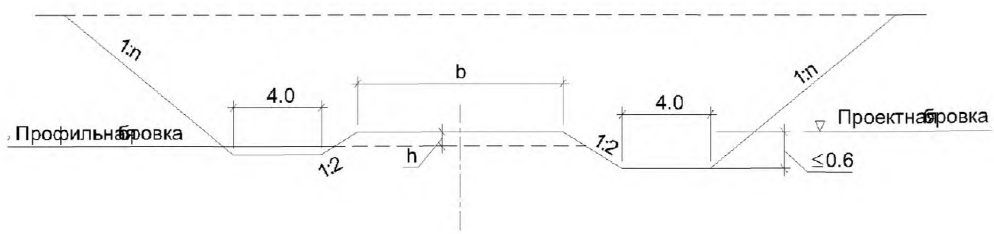
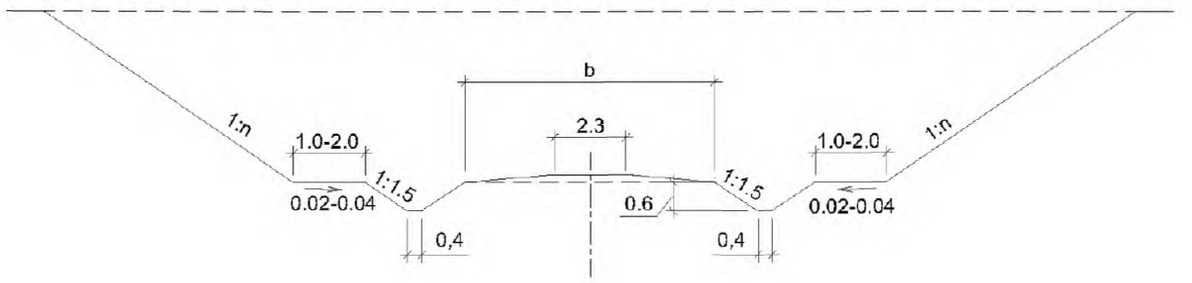


Рисунок 9.4 – Поперечный профиль выемки для *железных* дорог
в песках на сильнозаносимых участках с кювет-траншеями



Примечание – Ширина закюветной полки при высоте откоса от 2 до 6 м должна быть 1,0м, при высоте откоса от 6 до 12 м – 2,0 м

Рисунок 9.5 – Поперечный профиль выемки для *железных* дорог глубиной до 12 м в мелких и пылеватых песках, в глинистых грунтах с W_L<0,23 и в легковыветрелых скальных грунтах

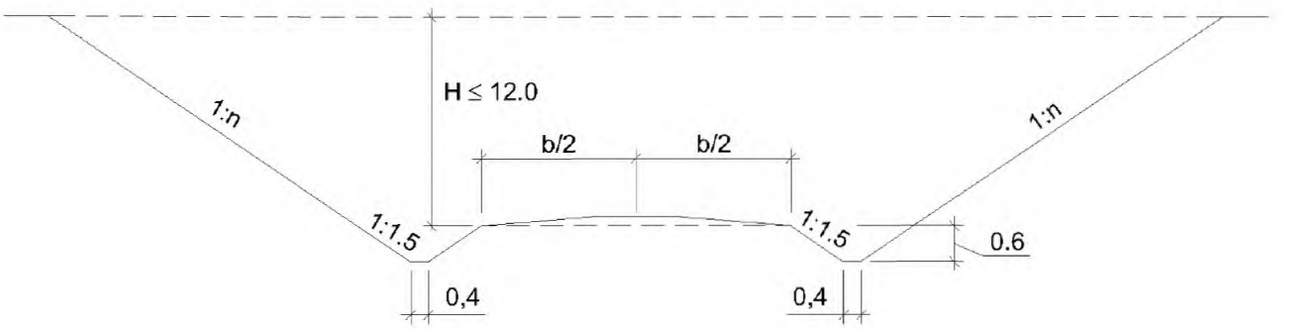
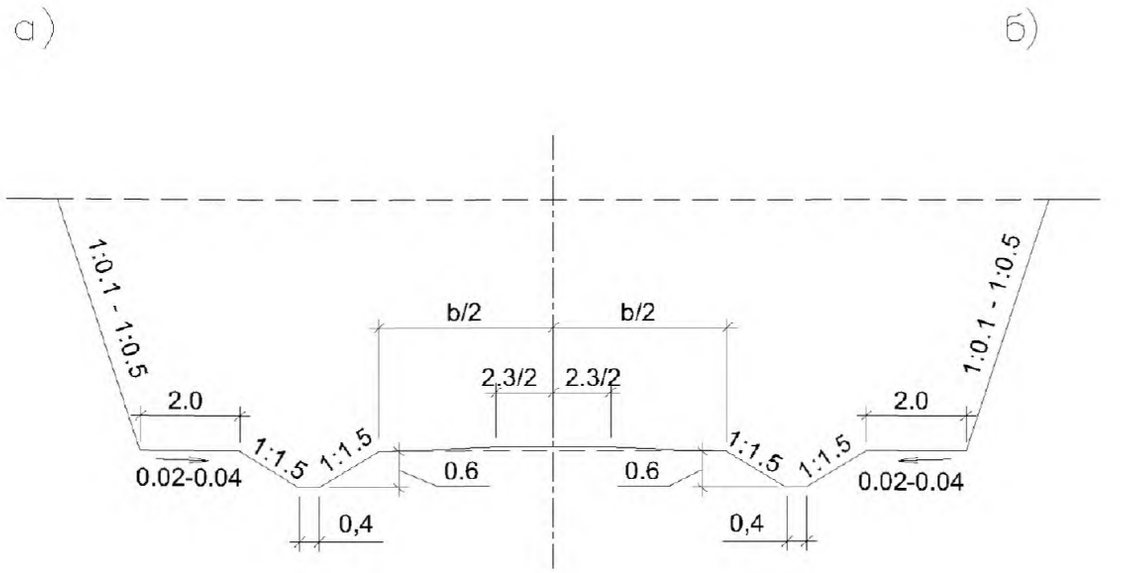


Рисунок 9.6 - Поперечный профиль выемки для *железных* и *автомобильных* дорог в глинистых непереувлажненных, непылеватых грунтах



а) для *железных* дорог б) для *автомобильных* дорог

Рисунок 9.7 – Поперечные профили выемки глубиной до 12 м в сухих лессах засушливых районов

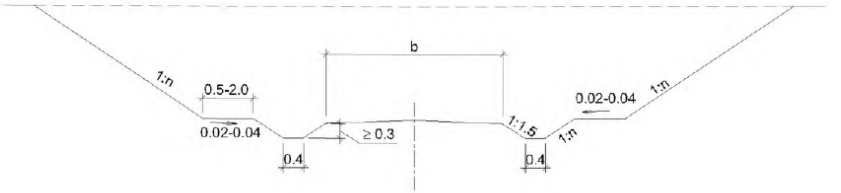
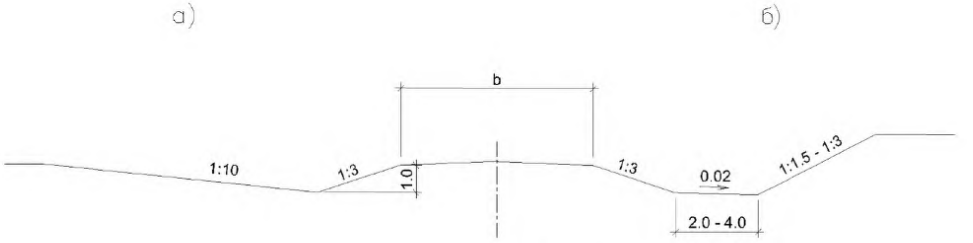


Рисунок 9.8 - Поперечный профиль выемок для *автомобильных* дорог глубиной от 2 до 12 м



а – раскрытых б – разделанных под насыпь

Рисунок 9.9 - Поперечные профили выемок для *автомобильных* дорог глубиной до 1,0 м

9.1.6 Нормы по наибольшей крутизне откосов выемок устанавливать по таблице 9.1.

Таблица 9.1

Грунты	*Железные* дороги		*Автомобильные* дороги	
	высота откосов, м	наибольшая крутизна откосов	высота откосов, м	наибольшая крутизна откосов
1. Скальные:				
- слабовыветрелые	До 12,0	1:0,2	До 16,0	1:0,2
- выветрелые	До 12,0	1:0,5-1:1	До 16,0	1:0,5-1:1
- сильновыветрелые	До 12,0	1:1,5		
в том числе:				
неразмягчаемые			До 16,0	1:0,5-1:1,5
размягчаемые			До 6,0	1:1
			6,0-12,0	1:1,5

2. Крупнообломочные	До 12,0	1:1,5	До 12,0	1:1-1:1,5
3. Песчаные, глинистые однородные твердой, полутвердой и тугопластичной консистенции	До 12,0	1:1,5	До 12,0	1:1,5
4. Глинистые, в районах избыточного увлажнения	До 12,0	1:2	До 12,0	1:2
5. Пески мелки барханные	До 12,0	1:1,75-1:2	До 2,0 2,0-12,0	1:4 1:2
6. Лессы: - в засушливых районах - вне засушливых районов	 До 12,0 До 12,0	 1:0,1-1:0,5 1:0,5-1:1,5	 До 12,0 До 12,0	 1:0,1-1:0,5 1:0,5-1:1,5
Примечания 1 На территориях с закрепленными растительностью песками (грунты по 3) допускается наибольшую крутизну откосов при высоте откоса до 12 м устанавливать для *автомобильных* дорог 1:2 2 При косогорности высота откоса принимается по верховому откосу				

9.2 Выемки в глинистых грунтах повышенной влажности и переувлажненных

9.2.1 Характеристика грунтов с повышенной влажностью, их физико-механические показатели и визуальные качества и свойства, а также основные мероприятия, которые подлежат выполнению при работе с такими грунтами приведены в подразделе 8.3.

9.2.2 На участках местности с грунтами повышенной влажности выемки допускается устраивать в грунтах с показателем текучести, I_L, не более 0,75. Выемки в тугопластичных грунтах ($0,25<I_L\leq 0,50$) проектируются по поперечным профилям по 9.1. Конструкция выемок в мягкопластичных грунтах ($0,50<I_L\leq 0,75$) определяется по индивидуальному проекту.

Крутизну откосов выемок следует устанавливать более пологую из приведенных в таблицах 8.9 и 9.1, с выборочной проверкой их устойчивости расчетами на отдельных сложных участках.

9.2.3 В выемках, сооружаемых в глинистых грунтах повышенной влажности и переувлажненных, следует предусматривать замену глинистых грунтов основания дренирующими непылеватыми грунтами. Для выемок на *железных* дорогах толщина этого дренирующего слоя должна устанавливаться по результатам расчета, но при этом быть не менее 1,0 м от профильной бровки.

Дренирующий грунт должен иметь коэффициент фильтрации не менее 1,0 м/с. Замена глинистых грунтов на основной площадке *железной* дороги в выемке дренирующими может быть осуществлена путем устройства накладных или врезных конструкций защитного слоя (см. рисунки 9.10 и 9.11).

При врезной конструкции защитного слоя (см. рисунок 9.11) в качестве водоотвода могут быть использованы: железобетонные лотки, двухъярусные лотки, лотки в комбинации с дренажами неглубокого (или глубокого) заложения. Продольный уклон дна траншеи для вырезки следует устанавливать не менее 5‰.

9.2.4 В выемках на *автомобильных* дорогах замена глинистых грунтов повышенной влажности и переувлажненных должна производиться на глубину от поверхности покрытия: 1,5 м – во II дорожно-климатической зоне, 1,2 м – в III-IV дорожно-климатических зонах. На *автомобильных* дорогах IV и V категорий эта глубина может быть уменьшена до 1,1 м и 0,9 м соответственно по зонам. Поперечный профиль выемки *на автомобильной* дороге аналогичен поперечным профилям на *железной* дороге (см. рисунки 9.10 и 9.11).

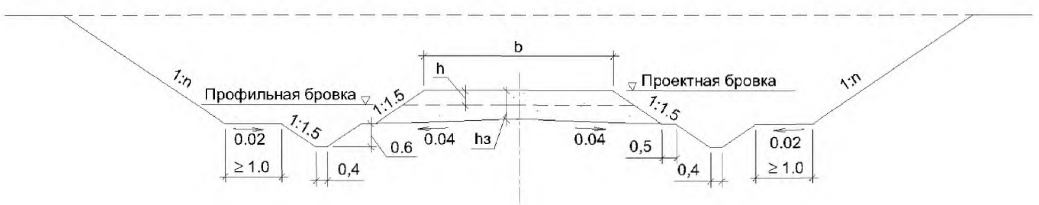
9.2.5 При проектировании выемок в глинистых грунтах с влажностью на границе текучести W_L>0,40, в сильнонабухающих грунтах, жирных глинах, в выветрелых слюдяных и слюдистых сланцах, а также в выветрелых и размокаемых тальковых, хлоритовых и глинистых сланцах необходимо разрабатывать индивидуальные решения по защите откосов и замену указанных грунтов на дренирующие под основной площадкой *железных* дорог.

9.2.6 Ширину закюветных полок следует устанавливать для выемок: глубиной до 6,0 м – не менее 1,0 м, глубиной (6,0-12,0) м – не менее 2,0 м.

9.2.7 Для компенсации снижения прочности глинистых грунтов поверхности откосов следует укреплять конструкциями несущего типа: железобетонные решетчатые (с заполнением ячеек грунтом с посевом трав, гравием, щебнем), а также геосинтетические материалы, которые можно засыпать слоем почвы (10 – 20) см и засевать травой.

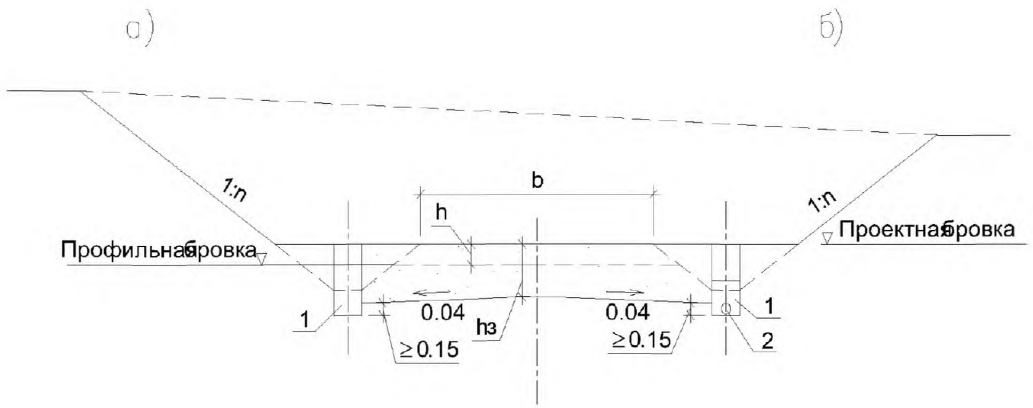
9.2.8 В проекте на устройство выемок следует предусматривать мероприятия по заблаговременному снижению влажности грунта (дренажи, временные водоотводные канавы и т.п.), а также защиту участков работ от поверхностных вод (осадки, талые воды).

9.2.9 В неблагоприятных погодных условиях для обеспечения проезда строительной техники рекомендуется устройство технологических прослоек из геосинтетических материалов под слоем дренирующего грунта.



h_3 – толщина слоя замены глинистого грунта дренирующим

Рисунок 9.10 – Поперечный профиль выемки для *железной* дороги глубиной до 12 м в глинистых грунтах ($0,25<I_L<0,50$) с накладной подушкой



а – с железобетонным лотком;
б – с лотком и дренажем мелкого заложения;
h_3 – толщина слоя замены глинистого грунта дренирующим;
1 – водоотводный лоток;
2 – дренаж мелкого заложения

Рисунок 9.11 – Поперечные профили выемки для *железной* дороги глубиной до 12 м в глинистых грунтах ($0,25 < J_L < 0,50$) с врезной подушкой

9.3 Выемки в скальных грунтах

9.3.1 Проектирование откосов скальных выемок (полувыемок) должно основываться на оценке их общей и местной устойчивости в соответствии с расчетными схемами, отражающими специфику рассматриваемого объекта, учитывающими наличие и направление поверхностей ослабления – трещин – по отношению к откосу, характер заполнения трещин, прочность грунтов, их блочность и интенсивность выветривания во времени.

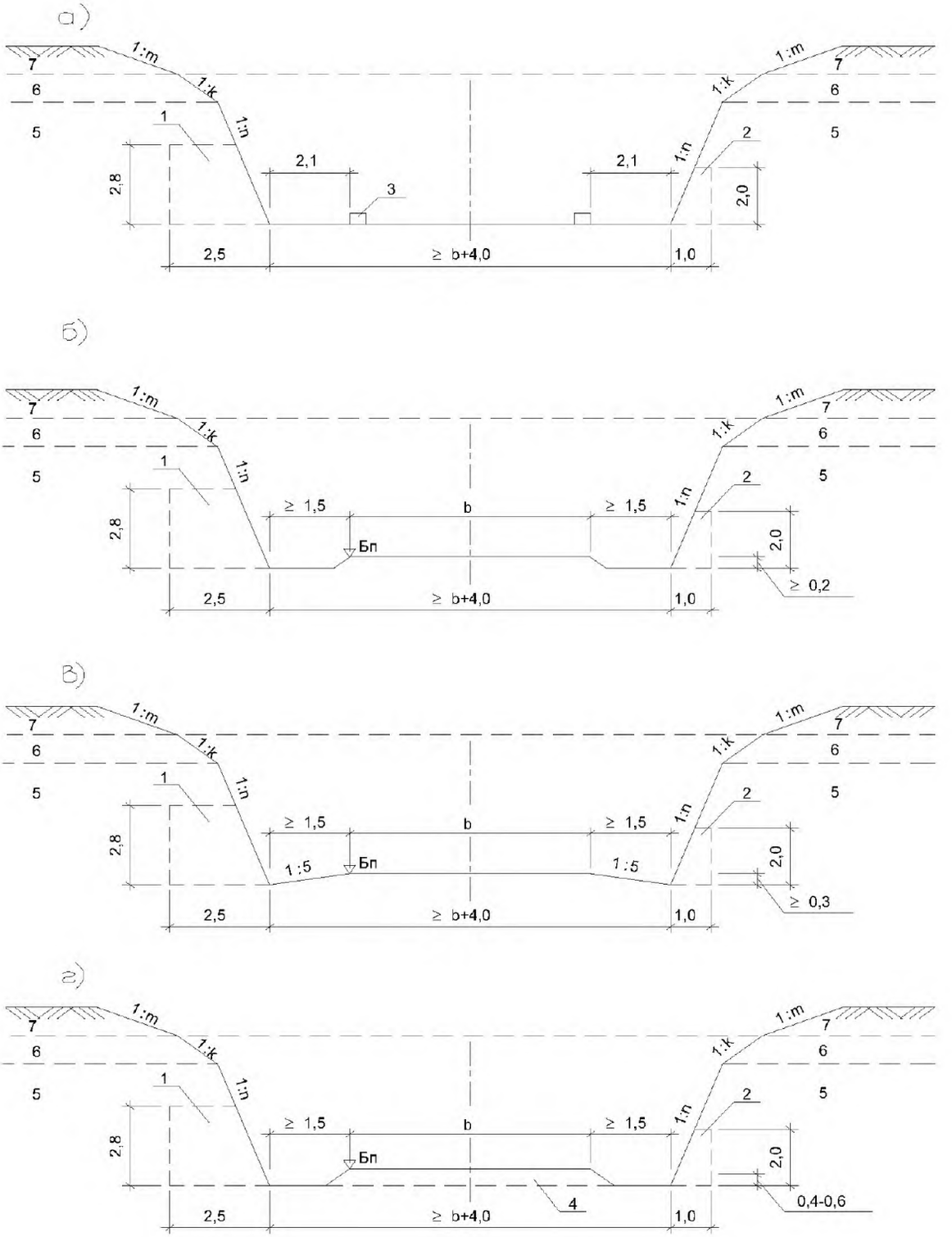
Благоприятно ориентированными по отношению к откосу являются поверхности ослабления, расположенные горизонтально, запрокинутые, секущие откос вкрест, вертикальные.

9.3.2 Выемки в скальных породах допускается проектировать без проверки расчетами устойчивости откосов на участках с благоприятными инженерно-геологическими условиями, в том числе:

- при выдержанности залегания скальных пород в пределах проектируемого откоса;

- в случае слоистых скальных пород с расположением поверхностей ослабления горизонтально, вертикально, с наклоном – вкрест простирания с плоскостью откоса, в сторону от полотна, а также в сторону полотна под углами, меньшими значений углов трения по поверхности ослабления;

- с блочностью скальных пород (0,3-0,5) м.



а – без кюветов; б, в – с кюветами, заглубленными в скальную породу естественного сложения; г – с кюветами, получаемыми за счет устройства основной площадки земляного полотна из крупнообломочного или песчаного грунта;
1 – камеры; 2 – ниши; 3 – бордюрные блоки; 4 – крупнообломочный или песчаный грунт; 5 – коренные породы, 6 – элювий, 7 – делювий.

Рисунок 9.12 - Поперечные профили выемок для *железных* дорог в слабовыветрелых скальных породах

9.3.3 Выемки в пределах крутых косогоров, в том числе на прижимах рек, а также выемки глубиной более 6,0 м в скальных породах необходимо проектировать для *железных* дорог под два пути, если строительство второго пути намечается в течение ближайших 20 лет.

9.3.4 Выемки для *железных* дорог в слабовыветрелых скальных породах при благоприятном расположении поверхностей ослабления следует проектировать применительно к поперечным профилям, приведенным на рисунке 9.12.

Ширину по низу выемок следует назначать не менее величины «в+4,0 м», где в - ширина земляного полотна согласно [1].

Для отвода воды из выемок необходимо предусматривать по обеим сторонам балластной призмы укладку бордюра из местного камня или бетонных блоков или же устройство кюветов и закюветных полок.

Расстояние от оси крайнего пути до подошвы откоса выемки в слабовыветрелых скальных грунтах (при отсутствии падения пластов массива в сторону пути), а также до подпорной стены следует устанавливать не менее 5 м.

9.3.5 В откосной части выемок для *железных* дорог необходимо проектировать камеры шириной 6,0 м, глубиной 3,0 м и высотой 2,8 м, располагая их в шахматном порядке через 300 м с каждой стороны полотна. В промежутках между камерами через каждые 50 м следует размещать ниши шириной 3 м, высотой 2 м и глубиной в зависимости от скорости движения поездов: при скорости до 140 км/ч – 1,0 м, при V=(141-160) км/ч – 2,0 м, при V≥ 160 км/ч – 3,0 м.

9.3.6 При невыдержанности залегания скальных слабовыветрелых грунтов, их сильной дислоцированности и неблагоприятном расположении поверхностей ослабления, а также на крутых косогорах и в районах с расчетной сейсмичностью 8 баллов и более следует проектировать очертания выемок (полувыемок) с путевыми улавливающими траншеями (см. рисунок 9.13), а крутизну откосов устанавливать индивидуально.

Габариты траншей определяются расчетом. Для приближенной оценки их можно пользоваться данными, приведенными в таблице 9.2.

Таблица 9.2 в метрах

Общая высота откоса, H	Ширина траншеи понизу, L	Глубина траншеи, h_T
≤ 16	4	1,0-1,25
16-25	4-5	1,25-1,50
25-35	5-6	1,50-2,0
>35	6-8	2,0-2,5

9.3.7 Выемки для *автомобильных* дорог в слабовыветрелых скальных породах следует проектировать применительно к поперечному профилю рисунка 9.14.

9.3.8 Откосы выемок в скальных выветрелых грунтах следует проектировать с учетом не только обеспечения общей, но и оценки местной устойчивости, с учетом интенсивности выветривания. При установлении конструкции выемок в таких грунтах можно исходить из двух принципов:

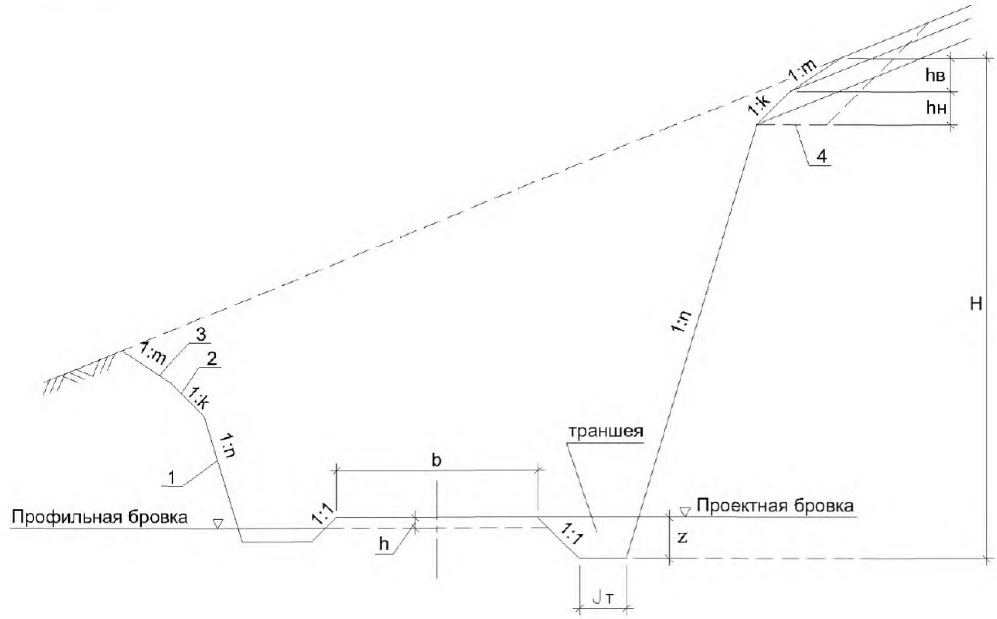
а) обеспечения общей и местной устойчивости;

б) обеспечения общей устойчивости при допущении местных деформаций в виде осыпей.

При этом возможны следующие конструктивные варианты:

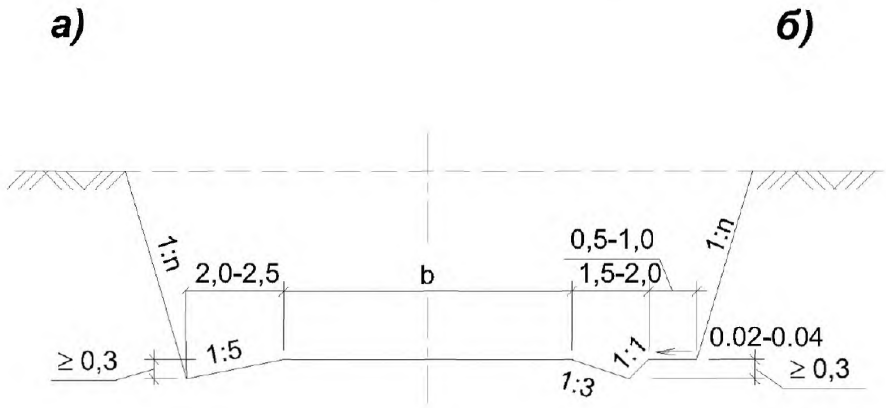
- крутые откосы с траншей, обеспечивающей аккумуляцию продуктов выветривания и периодическое механизированное их удаление;

- крутые откосы, защищенные от выветривания различными покрытиями (типа пневмонабрызг);



1, 2, 3, - крутизна откосов в коренных скальных грунтах, элювии и делювии;
4 – технологическая полка безопасности;
$I_т$ – ширина траншеи; Z – глубина траншеи; H - высота верхнего откоса;
$h_н$, $h_в$ – высота откоса в элювиальном и делювиальном слоях

Рисунок 9.13 – Поперечный профиль выемки для *железных* дорог в скальных грунтах с путевыми улавливающими траншеями



а) слабовыветрелых; б) сильновыветрелых

Рисунок 9.14 - Поперечные профили для *автомобильных* дорог выемок в скальных породах

- уположенные откосы, обеспечивающие стабильное положение продуктов выветривания на их поверхности.

При обосновании технико-экономическими расчетами в выветрелых скальных грунтах допускается крутизна откосов до 1:0,5 с устройством у подошвы откосов улавливающих траншей, габариты которых указаны в таблице 9.2.

9.3.9 Крутизна откосов скальных выемок в пределах делювиально-элювиального слоя определяется в зависимости от мощности слоя грунта и прочностных параметров его.

Для деловия при мощности его менее 2,0 м рекомендуется заложение откоса (1:m) устанавливать равным 1:1, а при большей мощности – 1:1,5. Для элювия (разборной скалы) при мощности его менее 3,0 м рекомендуется заложение откосов (1:к) устанавливать таким же, как для нижележащего коренного скального грунта; при большей мощности – от 1:1 до 1:1,5. Если мощность элювия и деловия более 3,0 м, необходимо (с обоснованием) устройство полки шириной не менее 3,0 м, разделяющей рыхлые откосы и скальные породы.

9.3.10 Выемки в сильновыветрелых скальных породах следует проектировать с закюветными полками, а также с кювет-траншеями (см. рисунки 9.15 и 9.16) поддерживающими или ограждающими стенками для защиты дороги от материала выветривания, осыпающегося с откосов.

Крутизну откосов выемок необходимо устанавливать согласно таблице 9.1 в зависимости от состояния и свойств породы, характера напластования, высоты откосов и способов разработки выемки. Ширина закюветной полки устанавливается при глубине выемки более 2,0 м.

Ширину L и глубину $h_т$ траншей в выемках в пределах участков, где возможны вывалы отдельных камней из откосов выемок и со склонов косогоров, ширину и глубину траншей следует устанавливать по данным расчетов, но не менее приведенных в таблице 9.2.

9.3.11 В сильновыветрелых размягчаемых скальных породах выемки следует проектировать применительно к поперечным профилям рисунки 9.1, 9.2, 9.5 и 9.8 с откосами крутизной по таблице 9.1 и закюветными полками.

9.3.12 Для возможности профилактической механизированной очистки от неустойчивых скальных обломков высоких и крутых откосов скальных выемок в процессе их сооружения и эксплуатации в верхней зоне откоса следует предусматривать технологическую полку безопасности (см. рисунок 9.13) шириной (6-8) м.

При большой высоте откоса следует по расчету через каждые три яруса разработки выемки устраивать дополнительные технологические полки безопасности.

9.3.13 Наиболее надежно достигается общая и местная устойчивость скальных откосов, безопасность строительных работ и эксплуатация сооружений при применении способа контурного взрывания, обеспечивающего сохранение устойчивости скального массива за пределами проектного контура выемки. Применение этого способа обязательно при создании откосов крутизной 1:0,2 и более.

При контурном взрывании очертание участков откосов в пределах каждого яруса разработки выемки (крутизна откосов уступов) может быть вертикальным или наклонным. Ширина горизонтальных ступеней, оставляемых в пределах каждого яруса, обуславливается конструкцией применяемых буровых станков, запроектированной общей крутизной устойчивого откоса разрабатываемой выемки, наличием в пределах откоса дополнительной технологической полки безопасности (9.3.12).

Крутизна откосов уступов и участков откоса между технологическими полками определяется расчетом на общую устойчивость.

Ширину горизонтальных ступеней, в пределах каждого яруса, устраиваемых по условиям технологии буровых работ, допускается оставлять менее 1,0 м.

Откосы заложением 1:0,5 целесообразно создавать с использованием метода откосных скважин.

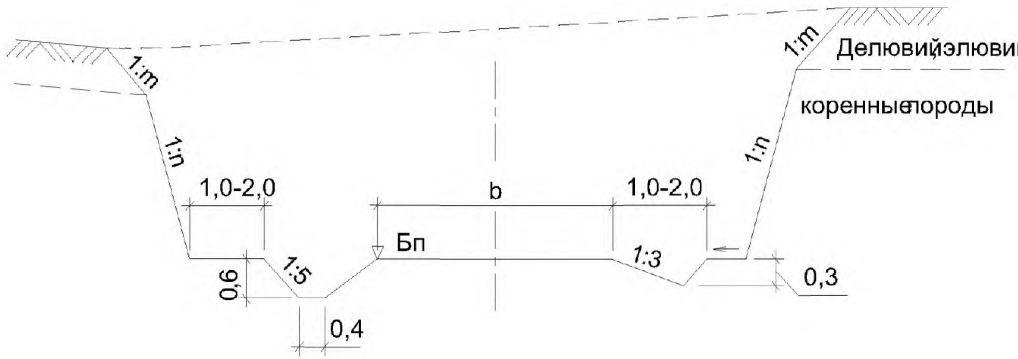
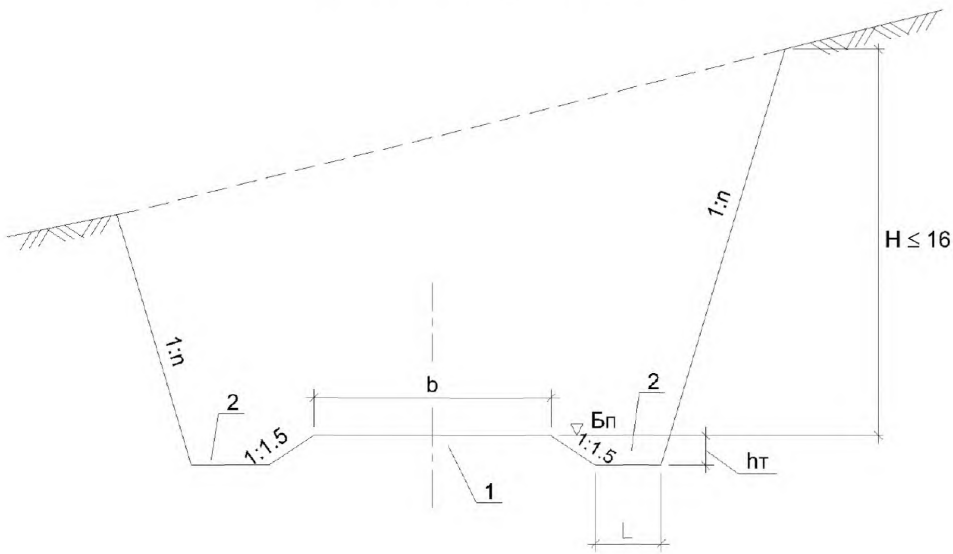


Рисунок 9.15 - Поперечный профиль выемок для *железных* дорог в сильновыветрелых неразмягчаемых скальных породах



1 – порода в естественном залегании или подготовка из крупнообломочного грунта;
2 – кювет-траншея

Рисунок 9.16 - Поперечный профиль выемок с кювет-траншеями в сильновыветрелых неразмягчаемых скальных породах

9.3.14 При проектировании выемок в стабилизировавшихся глыбовых осыпях (курумниках) рекомендуется откосы их в зоне глыбового материала устраивать аналогично тому, как это рекомендовано для деловия (см. 9.3.9).

При подрезке откосом скоплений глыбового материала на косогорах крутизной свыше 35 ° в районах с сейсмичностью 7 баллов и более, целесообразно по индивидуальным проектам предусматривать у основания откосов соответствующие ограждающие сооружения (в виде уширенных и углубленных улавливающих траншей, рвов, улавливающих стен, рассчитанных на вмещение объема оползшего материала).

При расположении основной площадки выемок для *железной* дороги в валунно-глыбовых грунтах следует предусматривать отсыпку верхнего ее слоя толщиной 0,5 м галечно-гравийным или щебенисто-дресвяным грунтом.

10 Насыпи на слабых основаниях

10.1 Слабыми основаниями под насыпями *железных* и *автомобильных* дорог следует считать грунты, обладающие способностью к большим деформациям под нагрузкой и которые в условиях природного залегания отвечают хотя бы одному из критериев:

- сопротивляемость сдвигу, определяемая крыльчаткой, менее 0,75 кг/см^2;
- модуль осадки при нагрузке 2,5 кг/см^2 оказывается более 50 мм/м (компрессионный модуль деформации не более 50 кг/см^2).

10.2 К слабым грунтам относятся: торфы, заторфованные грунты, сапропели, различные илы, болотные мергели, грунты мокрых солончаков, переувлажненные глинистые грунты (мягкопластичной консистенции и ниже). Слабые грунты встречаются в основном в пониженных участках местности с избыточным увлажнением и в заболоченных местах.

10.3 По прочностным свойствам болотных грунтов следует различать три основных типа болот и заболоченных мест:

I – заполненные торфом и другими болотными грунтами устойчивой консистенции, сжимающимися под нагрузкой от насыпи и высотой до 3,0 м;

II – заполненные торфом и другими болотными грунтами разной консистенции, в т.ч выдавливающимися под нагрузкой от насыпи высотой 3,0 м и более;

III – заполненные болотными грунтами в разжиженном состоянии, выдавливающимися под нагрузкой, с торфяной коркой (сплавиной) или без нее.

10.4 Мокрые солончаки являются специфической разновидностью глинистых грунтов, отличающихся от солончаков других типов избыточным увлажнением в течение всего года (см. приложение Д).

10.5 Тип болот (болотистых мест), участков с мокрыми солончаками и их основные характеристики необходимо устанавливать по данным инженерно-геологических изысканий на основании:

- геологического разреза на глубину не менее 1 м ниже поверхности минерального дна болота или подошвы толщи мокрых солончаков;
- физико-механических характеристик торфа и других грунтов на заболоченных участках, а также грунтов мокрых солончаков.

При установлении типа болот может быть использована таблица приложения З. Значения механических характеристик мокрых солончаков приведены таблице 10.1.

10.6 В основу проектного решения по проложению дороги на участке залегания слабых грунтов должен быть положен один из принципов:

- использование слабого грунта в качестве основания насыпи с применением мероприятий, обеспечивающих устойчивость основания и ускорение его осадки, а также прочность дорожной одежды, устраиваемой на таком земляном полотне;
- полное (или частичное) удаление слабого грунта и замена его;
- проложение дороги по эстакаде.

Таблица 10.1

Разновидность грунта		Наименование грунта (по пластичности)	Показатели механических свойств		
Наименование	Показатель текучести I_L		сцепление кгс/см^2	угол внутреннего трения, град	модуль деформации, кгс/см^2, при р=0,5 кгс/см^2
А	0,50	Супесчаный Суглинистый	0,70-0,40 0,40-0,25	35-25 25-17	46-32 25-16
Б	0,75-1,00	Супесчаный Суглинистый	0,40-0,20 0,25-0,12	25-18 17-13	32-25 16-13
В	1,00-1,50	Супесчаный Суглинистый	0,20-0,10 0,15-0,05	18-10 13-7	25-19 13-9
Г	1,50-2,00	Супесчаный Суглинистый	0,10-0,00 0,05-0,00	10-8 7-5	19-16 9-8
Д	Более 2,00	Супесчаный Суглинистый	0 0	Менее 8 Менее 8	Менее 16 Менее 8

10.7 Один из указанных принципов и конкретное проектное решение выбираются на основе технико-экономического сравнения вариантов с учетом:
- категории *железной и автомобильной* дороги;
- типа дорожной одежды *автомобильной* дороги;
- высоты насыпи и вида грунтов для ее отсыпки;
- рельефа и протяженности участка со слабыми грунтами;
- вида и свойств слабых грунтов (мощность, переслаивание, уклон кровли подстилающих пород);
- природно- и погодно-климатические условия в регионе, условия производства работ (в т.ч. сроки завершения строительных работ).

Кроме того, необходимо предусматривать пересечение участков со слабыми основаниями трассой дороги в узких местах, с меньшей глубиной и минимальным поперечным уклоном минерального дна.

10.8 В проектах земляного полотна, сооружаемого с использованием слабых грунтов в основании насыпи, кроме общих требований действующих стандартов, должны быть выполнены дополнительные требования:
- должна быть обеспечена устойчивость основания, т.е. исключена возможность выдавливания оставляемого слабого грунта из-под насыпи в процессе ее возведения и при эксплуатации;
- должна быть обеспечена стабильность насыпи, т.е. интенсивная часть осадки должна завершиться до устройства защитного слоя и балластной призмы *железной* дороги и устройства дорожной одежды *автомобильной* дороги (10.9);
- должна быть обеспечена прочность конструкции «Земляное полотно + дорожная одежда», т.е. упругие колебания земляного полотна не должны превышать величин, допустимых для *железной* дороги и данного типа дорожной одежды *автомобильной* дороги (10.10).

Как правило, использование слабых грунтов в качестве основания насыпи рекомендуется для:

- *железных* дорог III-IV категорий на заболоченных участках I типа;
- *автомобильных* дорог IV-V категорий с переходными или низшими типами дорожных одежд на заболоченных участках I и II типов;
- *автомобильных* дорог II и III категорий с капитальными или облегченными типами дорожных одежд на заболоченных участках I и II типов, при условии проектирования мероприятий, обеспечивающих завершение осадки грунтов основания к началу работ по устройству дорожной одежды.

10.9 В проектах насыпей, в основании которых оставлены слабые грунты, следует предусматривать устройство защитного слоя и балластной призмы *железной* дороги и капитальной дорожной одежды *автомобильной* дороги только после завершения не менее 90 % расчетной осадки или при условии, что средняя интенсивность осадки за месяц, предшествующий указанным работам, не превышает (1,5-2) см/г. Для устройства облегченной дорожной одежды *автомобильной* дороги должно быть обеспечено достижение не менее 80 % конечной осадки или интенсивности осадки не более (3-5) см/г., соответственно для переходных и низших дорожных одежд-70 % и интенсивности осадки – (8-10) см/г.

10.10 На *железнодорожных* насыпях на слабых основаниях следует обеспечивать непревышение допустимых расчетных значений упругих осадок на дорогах:

- скоростных, особонапряженных и I-III категорий 2 мм,
- IV категорий – 3 мм.

В случаях превышения допустимых значений упругой осадки следует предусматривать усиление конструкции земляного полотна – увеличение толщины насыпи (включает в себя: высоту насыпи над поверхностью слабого грунта, глубину траншеи удаления слабого грунта и осадки оставшейся части слабого грунта) за счет увеличения ее высоты с устройством прослоек из геосинтетических материалов.

Для исключения недопустимых упругих колебаний толщина *автодорожных* насыпей на слабых основаниях должна быть не менее указанной в таблице 10.2.

Таблица 10.2

Начальная мощность слабого слоя, м	Минимальная толщина насыпи, м, при типе дорожной одежды		
	капитальном	облегченном	переходном и низшем
1,0	2,0	1,5	1,2
2,0	2,5	2,0	1,5
3,0	2,8	2,3	1,8
4,0	3,0	2,5	2,0

10.11 Проверку непревышения допустимых упругих осадок на *железнодорожных* насыпях следует проводить и при частичном удалении слабого грунта при высоте насыпи менее 3,0 м, если отношение толщины насыпи к толщине обжатого грунта в основании менее 3:1 на дорогах III и выше категорий и менее 2:1 на дорогах IV категории и подъездных путях.

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

Ориентировочно осадку основания насыпей высотой до 4,0 м с распространением слабых грунтов на глубину до 4,0 м можно определять по нормам, приведенным в таблице 10.3.

Таблица 10.3

Толщина обжимаемого слоя грунта, м	Осадка S, % толщины обжимаемого слоя грунта под насыпями высотой	
	<3,0 м при частичном удалении грунта	От 3,0 до 4,0 м при полном удалении грунта
2	40	50
От 2 до 4	35	40

Величину осадки у краев траншеи удаления грунта S при проектировании насыпей из пылеватых песков и легких супесей (см. рисунок 10.2) допускается устанавливать равной 20 % толщины обжимаемого слоя торфа.

Осадку насыпей при любом сочетании их высоты и мощности слабых слоев торфа в основании рекомендуется определять проверочным расчетом.

10.12 На стадиях разработки технического или рабочего проекта величину осадки основания насыпи можно определять по формуле

$$S = \frac{H}{\frac{E_{ср}}{\gamma_H H_б} - 0{,}5} \qquad (10.1)$$

где S – осадка основания, см;

H – высота насыпи по продольному профилю, см;

γ_H - объемный вес грунта насыпи, кг/см^3;

$H_б$ – суммарная толщина сжимаемых слоев слабых грунтов, см;

$E_{ср}$ – осредненный модуль деформации сжимаемых слоев, кг/см^2, определяемый по формуле

$$E_{ср} = \frac{H_б}{\sum \frac{H_i}{E_i}} \qquad (10.2)$$

H_i – мощность отдельных слоев, см;

E_i – модуль деформации отдельных слоев слабого грунта, кгс/см^2, допускается устанавливать по приложению Г, приложению И или по справочным данным.

На стадии разработки рабочих чертежей следует выполнять уточненный расчет осадки по результатам компрессионных испытаний слабых грунтов.

10.13 Осадка основания S на слабых грунтах, аналогичных болотам II типа, определяется по формуле

$$S = S_{сж} + S_{выд} \qquad (10,3)$$

где $S_{сж}$ – осадка за счет сжатия более прочных слоев, см, определяемая по 10.2;

$S_{выд}$ – осадка за счет выдавливания отложений, необладающих несущей способностью, равная суммарной толщине этих отложений.

10.14 Степень устойчивости основания и необходимость регулирования режима отсыпки насыпи устанавливаются по данным расчетов.

При быстрой отсыпке насыпи степень устойчивости основания определяется по величине коэффициента безопасности $K_б^н$, определяемого по формулам

$$K_б^н = \frac{P_б}{P_б} \qquad (10.4)$$

$$P_р = \gamma_в \cdot (H + S) \quad (10.5)$$

$$P_б = A_0 \cdot C_у \quad (10.6)$$

где $P_р$ – расчетная нагрузка в кгс/см^2;

$P_б$ – безопасная нагрузка в кгс/см^2;

$C_у$ – расчетная величина полной сопротивляемости грунта основания сдвигу в кгс/см^2, определяемая в полевых условиях с помощью лопастного прибора (крыльчатки) по приложениям Г и И.

A_0 – параметр, зависящий от очертания насыпи и относительной глубины расположения расчетного слоя, значения которого следует устанавливать по таблице 10.4.

Таблица 10.4

Относительная глубина расположения слоя с минимальной сопротивляемостью сдвигу (в долях от полуширины насыпи по подошве), до	A_0
0,1	5,25
0,2	3,84
0,3	3,51
0,4	3,34
0,6	3,23

10.15 Устойчивость основания считается полностью обеспеченной, независимо от интенсивности возведения насыпи, при условии, что $K_{без}^{нач} \geq 1,0$.

При меньшем значении $K_{без}^{нач}$ конструкция насыпи допускается к применению при условии обеспечения необходимого режима отсыпки насыпи, устанавливаемого проектом.

10.16 Для насыпей на слабых и заболоченных основаниях следует предусматривать применение дренирующих грунтов на всю высоту насыпи или ее нижней части.

При отсутствии дренирующих грунтов или их недостаточном количестве допускается применение для насыпей на заболоченных участках I и II типов мелких песков и песчанистых супесей, при соответствующем обосновании.

Для *автомобильных* дорог IV и V категорий с переходными и низшими типами дорожных одежд допускается использование в нижней части насыпи остающегося слабого грунта (торфа) с показателем волокнистости не менее 50 % и с влажностью не более 80 %. Верхнюю часть насыпи при этом допускается устраивать из мелких песков и песчанистых супесей с возвышением низа этих слоев над поверхностью слабого грунта (торфа) не менее 1,20 м.

10.17 Возвышение над поверхностью слабых оснований бровки земляного полотна *железной* дороги или низа дорожной одежды *автомобильной* дороги следует назначать не менее приведенных в таблице 10.3.

Таблица 10.5

Вид грунта, используемого для насыпей	Возвышение над поверхностью, м	
	слабого грунта	воды
Дренирующий	1,2	1,0
Мелкий песок, песчанистая супесь	1,2	1,2
Пылеватый песок, пылевая супесь, легкий суглинок	2,0	1,5

10.18 Для *автомобильных* дорог на мокрых солончаках допускается применение для насыпей солончаковых грунтов при глубине уровня грунтовых вод не менее (0,5-0,6) м. При этом максимально допустимая влажность этих грунтов должна быть не более величин приведенных в таблице 5.11 с уменьшением их на 25 %. Рекомендуется эти грунты подсушивать или частично обезвоживать химическими добавками. Крутизна откосов насыпей из солончаковых грунтов должна быть не круче 1:3.

10.19 В случаях когда требования стабильности не обеспечивается в установленные сроки строительства допускается для *автомобильных* дорог при соответствующем обосновании стадийность строительства с открытием временного движения по щебеночному или гравийному основанию дорожной одежды. Верхние слои дорожной одежды следует устраивать после фактического окончания консолидации слабого слоя.

10.20 При использовании в основании земляного полотна слабых грунтов насыпь следует возводить сразу на полную проектную толщину (сумма рабочей отметки и расчетной величины осадки). Постепенная досыпка насыпи по мере ее осадки не допускается.

10.21 Требования к грунтам верхней части насыпи на слабых основаниях (выше уровня не менее чем на 0,5 м превышающего уровень поверхности слабого грунта), а также необходимое возвышение бровки земляного полотна *железной* дороги и поверхности дорожной одежды *автомобильной* дороги следует устанавливать по нормам раздела 8 применительно к сырым и мокрым основаниям (2-й и 3-й тип местности). Крутизну откосов нижней части насыпи следует устанавливать не круче 1:2.

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

Основными из этих мероприятий являются:

- устройство боковых 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;
- устройство дренажных прорезей и вертикальных дрен;
- временная пригрузка в виде дополнительного слоя насыпи на всю ширину земляного полотна;
- предварительное (не позднее чем за год до устройства защитного слоя *железной* дороги или дорожной одежды *автомобильной* дороги) осушение толщи слабых грунтов;
- мероприятия для предотвращения сползания насыпи при большом поперечном уклоне дна (выравнивание дна, устройство упорных каменных призм и др.);
- использование геосинтетических толстослойных материалов, укладываемых непосредственно на поверхность слабого грунта или выравнивающий слой грунта на ширину, большую ширины насыпи на (1,0-1,5) м, для возможности проезда строительных машин этот материал должен быть перекрыт слоем гравелистого грунта толщиной (30-40) см.

10.23 При проектировании насыпей на слабых основаниях с оставлением слабых грунтов основании обязательна проверка непревышения допустимого значения упругих осадок грунтов основания насыпи, а также интенсивности осадок.

Для таких объектов необходимо предусматривать испытание готового земляного полотна нагрузками.

10.24 Способ устройства земляного полотна, в котором слабые грунты не используются в качестве основания, а заменяются привозным грунтом нормативного качества, устанавливается на основе сравнения вариантов технико-экономическим расчетами.

При этом возможно полное или частичное удаление слабого грунта. Во втором случае основанием насыпи будет остающаяся часть слабого грунта (с последующим сжатием его), что определяется проектом.

Указанный способ рекомендуется в следующих случаях:

- для дорог высоких категорий: *железные* дороги – скоростные, особогрузонапряженные I и II категорий, *автомобильные* дороги – I, II и III категорий - полное удаление;

- слабые основания, идентичные заболоченным местам III типа - полное удаление;

- слабые основания, идентичные заболоченным местам I и II типов, незначительной глубины – (1,5-2,0)м - полное или частичное удаление;

- невозможность или высокая технологическая сложность выполнения хотя бы одного из основных требований к земляному полотну, возводимому на слабом грунте, (10.8) - полное или частичное удаление;

- незначительный по протяженности участок дороги со слабыми грунтами в основании, что оценивается при проектировании конкретного объекта - полное или частичное удаление.

10.25 Способы удаления слабых грунтов из основания насыпи:

- механическая разработка;

- взрывные работы;

- гидромеханические способы;

- выдавливание слабого слоя весом насыпи преимущественно на слабых основаниях, идентичных заболоченной местности II и III типа.

Принятый способ должен обосновываться сравнением вариантов.

10.26 Проектное поперечное сечение траншеи при удалении слабого грунта следует определять с учетом обеспечения устойчивости краевых частей насыпи. Ширина траншеи по дну должна быть равна для:

- *железных* дорог и *автомобильных* дорог с капитальными и облегченными типами дорожных одежд – ширине земляного полотна с учетом заложения откосов, насыпи и траншеи;

- *автомобильных* дорог с переходными и низшими типами дорожных одежд – ширине земляного полотна поверху плюс 2,0 м.

Заложение откосов в траншее следует устанавливать в зависимости от консистенции (текучести) грунта (0,5-1,25)Н, где Н – глубина траншеи.

При взрывном или гидромеханическом удалении грунта очертание траншеи должно определяться проектом, но быть не более приведенной. При проектировании насыпей, сооружаемых способом гидромеханизации, следует рассматривать варианты конструкции насыпи с пляжными откосами. Высоту пляжного откоса в месте сопряжения его с откосом насыпи следует устанавливать равной 1 м над основанием насыпи.

Для обеспечивания полного выдавливания слабых грунтов вдоль подошвы откосов насыпи следует предусматривать прорезки (канавы, траншеи) глубиной на толщину растительного слоя грунта, но не менее 1,0 м и шириной по дну не менее 2,0 м. При этом объем прорезей должен быть не менее половины объема выдавливаемых грунтов.

10.27 Объем привозного грунта следует определять с учетом расширения траншеи от давления насыпи, с коэффициентами для:

- минерального грунта, торфа влажностью до 60 % - 1,25;

- органоминерального грунта – 1,20;

- торфа влажностью более 60 % - 1,25.

10.28 При посадке насыпи на кровлю прочного подстилающего грунта методом выдавливания слабого слоя крутизну откосов погружаемой части можно устанавливать ровной углу естественного откоса грунта насыпи.

10.29 При поперечном уклоне верха подстилающего грунта более 1:10 против возможного сдвига насыпи следует предусматривать:

- при подстилающем слое из песков или супесей – упорную призму из камня высотой (0,3 – 0,5 м) или траншею (глубиной 1,0 м и шириной в 30 % от ширины насыпи) с низовой стороны;

- при подстилающем слое из глинистых грунтов – сплошное выравнивание дна траншеи (для насыпей из песка допускается ступенчатое выравнивание).

10.30 При использовании способа выдавливания слабого слоя толщину насыпного слоя допускается определять по формуле

$$h_{гр} > \frac{c_{усл} \times в_{ср}}{\gamma_н \times H} \qquad (10.7)$$

при этом

$$h_{\min} = \frac{6\, c_{усл}}{\gamma_н} \qquad (10.8)$$

где $c_{усл}$ – сопротивляемость грунта сдвигу, определяемая крыльчаткой,

$в_{ср}$ - полуширина насыпи по средней линии,

$\gamma_н$ – объемный вес насыпного грунта,

Н – мощность слабого слоя.

Допускается предварительное рыхление слабого грунта.

10.31 Частичное удаление слабого грунта рекомендуется на заболоченных участках глубиной до 2,0 м с насыпью более 2,0 м, а также на болотах глубиной до 4,0 м. При этом глубину удаления слабого слоя необходимо назначать исходя из условий, чтобы сумма высоты насыпи над поверхностью болота и глубины траншеи была бы не менее:

- 3,5 м для *железных* дорог скоростных особогрузонапряженных I-III категорий и для *автомобильных* дорог I-III категорий;

- 3,0 м для остальных дорог, низших категорий

При этом отношение суммарной мощности насыпного слоя с учетом расчетной осадки к толщине уплотненного слоя слабого грунта должно быть не менее 2:1.

При посадке насыпи на прочное дно на болотистых участках III типа без удаления торфяной корки насыпной грунт должен возвышаться над поверхностью торфяной корки не менее чем на 3,0 м.

При расположении края траншеи удаляемого слабого грунта на расстоянии менее удвоенной глубины (толщины) слабых грунтов от существующих строений и сооружений способ удаления слабых грунтов применять при проектировании не следует.

10.32 Проектирование поперечных профилей земляного полотна (насыпей) дорог на основаниях из слабых грунтов (в т.ч. на заболоченных участках) следует выполнять в соответствии с нормами и требованиями настоящего раздела, с учетом его рекомендаций и допущений, а также примерных поперечных профилей, приведенных на рисунке 10.1 и с учетом индивидуальных особенностей конкретного объекта.

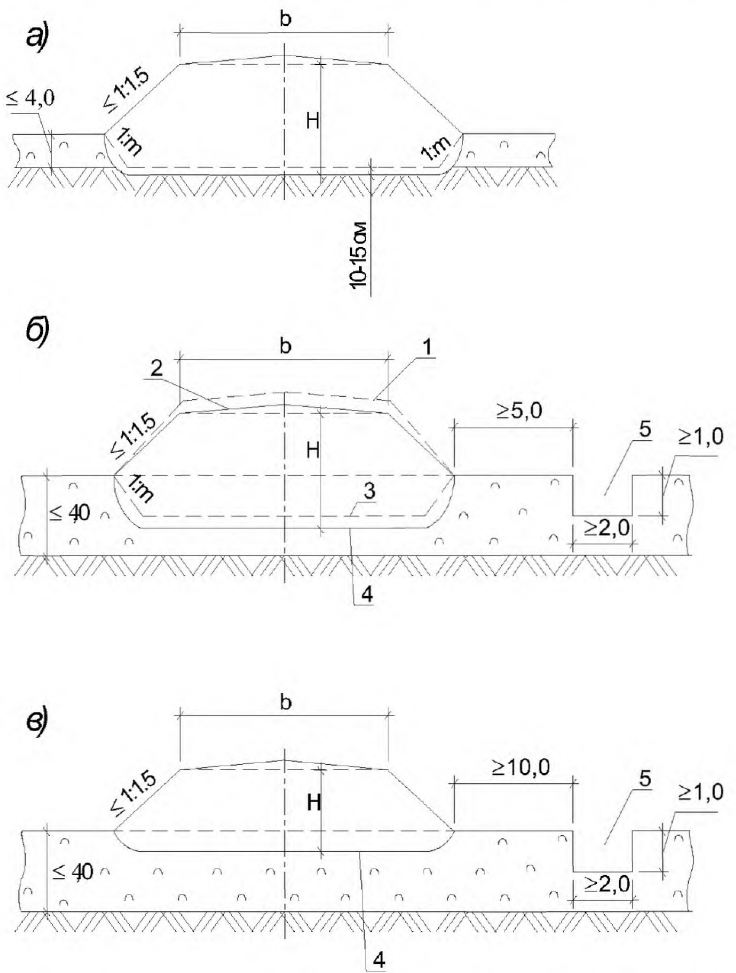
11 Насыпи в условиях подтопления

11.1 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.

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

На прижимных участках в горных условиях следует проверять достаточность возвышения бровки земляного полотна (установленной в соответствии с указаниями 11.3) при условии заторных явлений.

11.3 Бровка земляного полотна на подходах к водопропускным сооружениям через водотоки в пределах их разлива, при расположении дорог вдоль водотоков, озер, морей, водохранилищ, а также бровка оградительных и водораздельных дамб должны возвышаться над расчетным 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.



а –с полным удалением слабого грунта; б –с частичным удалением слабого грунта;
в –без удаления слабого грунта;
1 – профиль отсыпаемой насыпи; 2 – профиль насыпи после осадки; 3 – линия удаления грунта; 4 – линия посадки насыпи; 5 –приемник удаляемого грунта

Рисунок 10.1 - Примерные поперечные профили насыпей на заболоченных участках

Расчетный уровень воды следует определять исходя из вероятности превышения по таблице 11.1.

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

Высоту ветрового нагона и высоту наката волн следует определять по [6] для обеспеченностей указанных выше расчетных уровней воды.

Для малых мостов и труб расход допускается определять с учетом аккумуляции воды перед сооружением. В этом случае, а также у труб, запроектированных для работы в напорном и полунапорном режимах бровка земляного полотна дорог и оградительных и водораздельных дамб должна возвышаться над наивысшим уровнем воды не менее чем на 1,0 м.

11.4 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, волн и течения воды.

Границы отдельных частей крепления и их тип (мощность) следует рассчитывать по эпюрам волновых нагрузок согласно [6] исходя из обеспеченности и расчетного шторма. При расчетной мощности крепления на волновые воздействия обеспеченность расчетной высоты волны принимается 5 % в системе расчетного шторма обеспеченности 4 % (1 раз в 25 лет).

Таблица 11.1

Железные дороги		Автомобильные дороги	
Мосты на дорогах категорий	Вероятность превышения расчетного уровня воды, %	Категории дорог: I, II, III, IV, V – общего пользования и подъездные к предприятиям; I-с, II-с, III-с – внутрихозяйственные	Вероятность превышения расчетного уровня воды, %
Скоростные, особогрузонапряженные, I- III	0,33 (1:300)	Большие и средние мосты	
IV – общей сети	1,0 (1:100)	I, II и III	$\frac{1,0}{0,33}\left(\frac{1:100}{1:300}\right)$
IV – подъездные пути (перерывы движения не допускаются)	1,0 (1:100)	IV, V и I-с, II-с	$\frac{2,0}{1,0}\left(\frac{1:50}{1:100}\right)$
IV – подъездные пути (перерывы движения допускаются)	2,0 (1:50)	Малые мосты и трубы	
		I	$\frac{2,0}{1,0}\left(\frac{1:50}{1:100}\right)$
		II III	$\frac{3,0}{2,0}\left(\frac{1:33}{1:50}\right)$
		IV, V и I-с, II-с, III-с	$\frac{5,0*}{3,0}\left(\frac{1:20}{1:33}\right)$

* Для труб на дорогах II-с III-с

Примечание - Над чертой – для районов с развитой сетью автомобильных дорог, под чертой – для районов с малоразвитой сетью автомобильных дорог. Принятие той или иной нормы устанавливается по технико-экономическому обоснованию строительства объекта.

Верх крепления доводится до бровки откоса, если ее отметка определена из гидрологических условий водотока по 11.3 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 определяются по условиям, соответствующим расчетным расходам воды. Вероятности превышения расходов и соответствующих им уровней воды на пике паводков, при которых действуют указанные факторы, следует устанавливать в зависимости от категорий дорог:

- на *железных* и *автомобильных* дорогах III и более высоких категорий, и на всех железнодорожных линиях, не допускающих перерыва движения – 1 % (1:100);
- на дорогах IV и ниже категорий – 2 % (1:50).

11.5 При выполнении условия возвышения бровки земляного полотна над уровнем воды по 11.3 необходимо также выполнять указания 8.2.4 и 8.2.5.

11.6 Для защиты подтопляемых насыпей от размывов могут применяться конструкции пассивного и активного типа: бермы, дамбы, пляжные откосы. Крутизну пляжного откоса, устойчивого к водному воздействию, следует определять расчетом в зависимости от гидрологических и климатических условий и вида грунта насыпи. Ориентировочно крутизну пляжного откоса допускается устанавливать по таблице 11.2.

Таблица 11.2

Грунт откоса	Крутизна откосов при высоте волны без набега, м					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Песок мелкий	1:5	1:7,5	1:10	1:15	1:20	1:25
Супесь легкая	1:4	1:7	1:10	1:15	1:20	1:20
Суглинок, глина	1:3	1:5	1:7,5	1:10	1:15	1:15

В соответствии с условиями эксплуатации и действующими нагрузками устанавливаются способы защиты подтопляемых откосов насыпей в соответствии с рекомендациями настоящего документа и альбомов типовых конструкций.

11.7 Для защиты откосов от размывающего воздействия при расчетной скорости течения водотока до (4-5) м/с наиболее целесообразно использовать разрыхленные слабовыветрелые скальные грунты особенно в горных районах. При отсутствии такого материала, а также при скорости течения более (4-5) м/с следует проектировать в качестве защиты инженерные конструкции (сборные и монолитные железобетонные плитные 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 предусматривается устройство поперечных сооружений (бун, шпор, полузапруд и др.). Целесообразность применения их и порядок размещения на объекте, а также необходимость срезки противоположенного берега рекомендуется проверять моделированием речного потока.

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

11.8 Защитные конструкции из разрыхленных скальных слабовыветрелых грунтов (несортированной горной массы) могут быть запроектированы в виде защитных берм и уширенных защитных призм.

Основным типом укрепления является конструкция в виде защитной призмы (бермы) (см. рисунок 11.1), которая отсыпается из несортированной горной массы, содержащей не менее 50 % камней расчетного диаметра $d_к$. Толщину защитного слоя следует устанавливать не менее трех расчетных диаметров, при ширине призмы поверху не менее 1,0 м. При невозможности по местным условиям одновременной отсыпки ядра насыпи и защитной призмы ширину ее поверху следует назначать не менее 3,0 м.

Определение $d_к$, приведенного к диаметру шара, производится в зависимости от скорости течения водотока и крутизны откоса (приложение И). При этом одновременно обосновывается заложение наружного откоса защитной призмы m_0 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 3,0 м с внешним откосом не круче 1:2.

При размываемых грунтах основания следует у подошвы насыпи предусматривать упорную призму – рисберму (см. рисунок 11.1 б), требования к крупности камня в которой такие же, как и для камня защитной призмы на откосе. Конструкция упорной призмы определяется по расчету.

11.9 Уширенные защитные призмы рекомендуются для защиты откосов от паводковых вод и ледохода на *железных* дорогах III и IV категорий и *автомобильных* дорогах II и III категорий при расчетной скорости течения до 4 м/с высоте насыпей не свыше 10 м (см. рисунок 11.2). Эта конструкция создается путем пересыпки под углом естественного откоса несортированной горной массы, содержащей обломки расчетного диаметра не менее 25 %. Эта конструкция рассчитана на последующее частичное ее переформирование под воздействием паводковых вод и ледоходов с образованием на откосе самоотмостки из крупного камня. Целесообразность устройства такой конструкции определяется технико-экономическим расчетом.

Определение размеров уширенной защитной призмы ΔL возможно по приложению Л.

11.10 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 на воздействие потока и льда. Покрытия в подводной части берегового откоса применяют толщиной 5 см на подложке из геосинтетического материала.

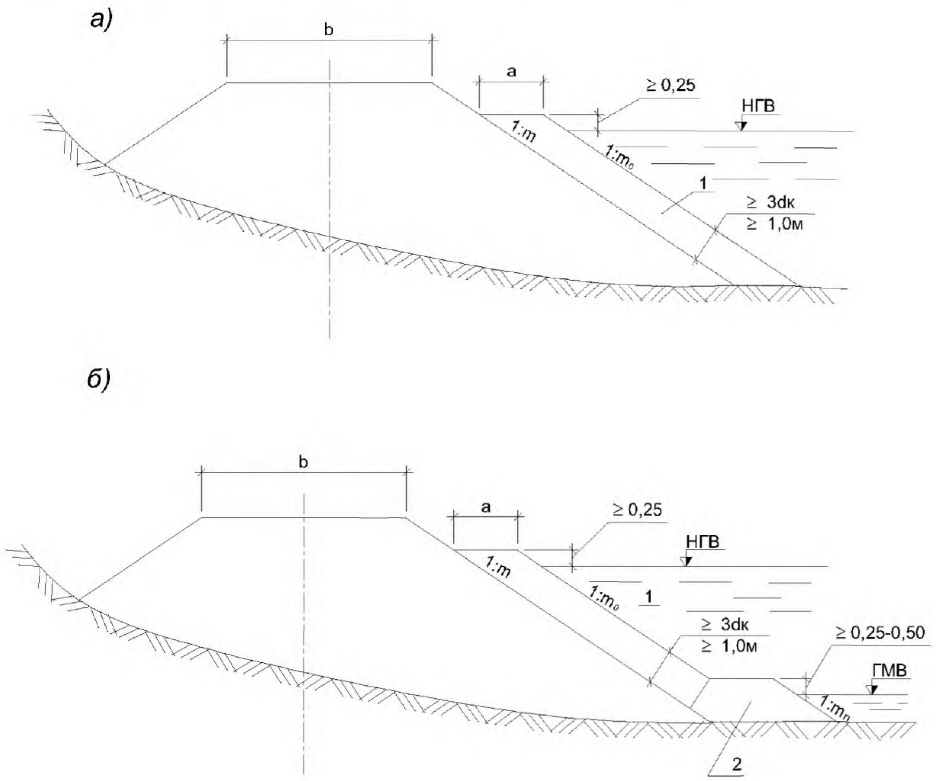
11.11 Защитные стены следует применять для укрепления земляного полотна при расположении его на стесненных участках русла при высоких скоростях течения. Их проектируют с фундаментом, заглубляемым на величину, не меньшую расчетной глубины размыва.

Подпорно-оседающие стены являются бесфундаментной разновидностью продольных берегоукрепленных сооружений. Они состоят из одевающих стен и оседающих массивов (см. рисунок 11.3). Основным преимуществом этой конструкции по сравнению с защитными стенами является отсутствие фундамента, что резко снижает их стоимость и трудоемкость работ по сооружению.

11.12 На реках с интенсивным ледоходом рекомендуется проверять берегозащитные сооружения на устойчивость под влиянием ледового воздействия.

11.13 Для укрепления откосов следует устанавливать конструкции, приведенные в альбомах типовых конструкций: 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 щиты, омоноличиваемые по контуру и монолитные железобетонные плиты (при волнах высотой до 3,0 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 геосинтетические материалы (см. приложение Ж).



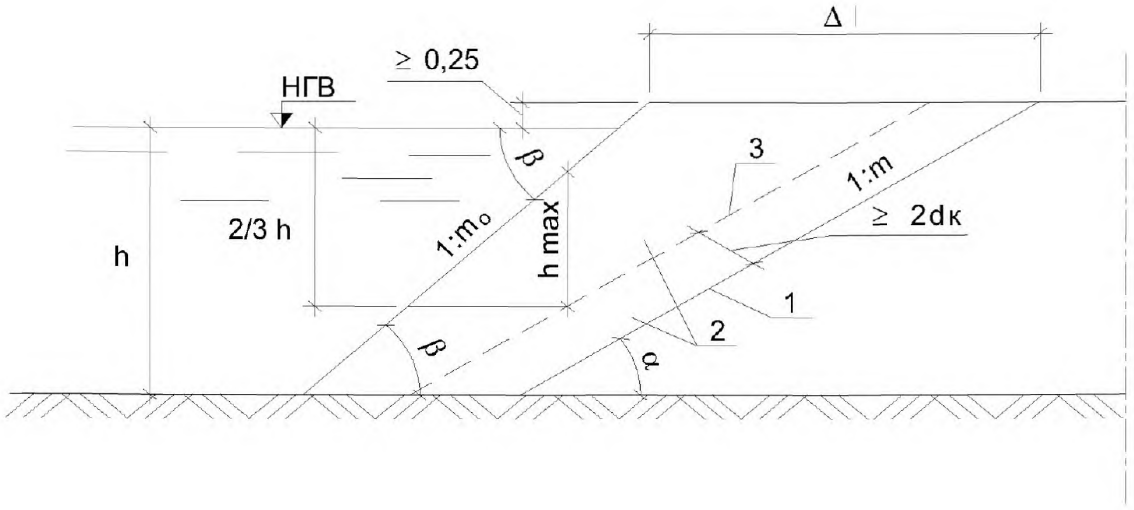
а и б – соответственно при неразмываемых и размываемых грунтах основания;

1 – несортированная горная масса, содержащая камень расчетной крупности $d_к$ в количестве ≥ 50 %;

m – заложение наружного откоса защитной призмы ;

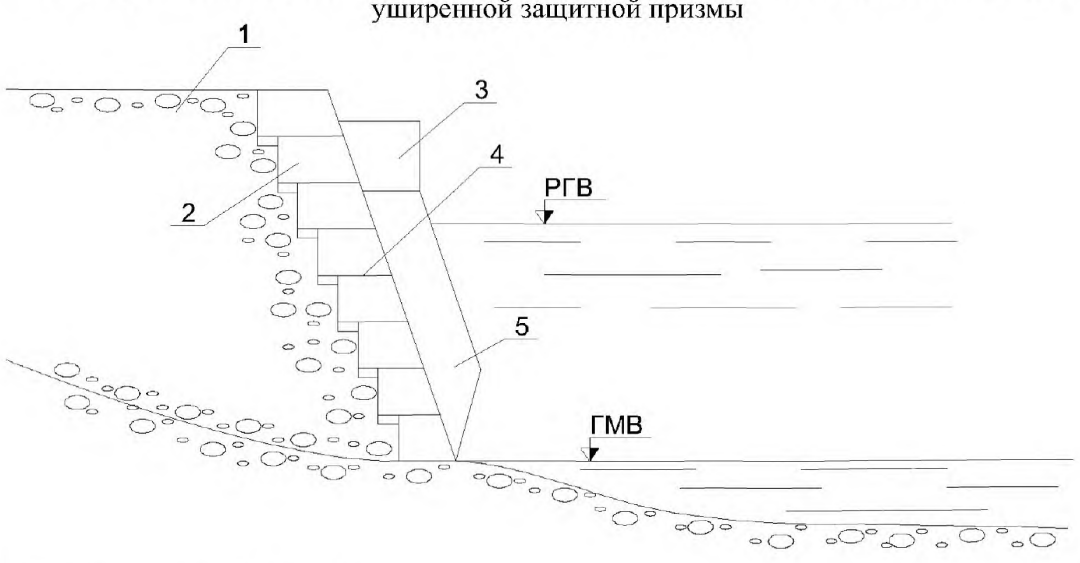
2 - упорная призма – рисберма из камня $d_к$

Рисунок 11.1 – Конструкция укрепления подтопленного откоса насыпи несортированной горной массой



1 – контур защищаемого откоса;
2 – несортированная горная масса, содержащая $d_к \geq 5$ %;
3- линия откоса после размыва;
h_{max} – наибольшая высота уступа при размыве,
β – угол естественного откоса

Рисунок 11.2 – Конструкция укрепления подтопленного откоса насыпи несортированной горной массой, отсыпаемой под углом естественного откоса в виде уширенной защитной призмы



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

Рисунок 11.3 – Конструкция сборной подпорно-оседающей стены

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

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

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

Крутизну пляжных откосов следует устанавливать по расчету (см. 11.6).

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

11.16 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 в соответствии с рекомендациями [7].

11.17 При незначительном водном воздействии на земляное полотно насыпей, на дамбы (слабое течение, малая глубина воды и низкие волны) допускается укрепление откосов на *железных* дорогах IV категории и *автомобильных* дорогах IV и V категорий общей сети, подъездных и *внутрихозяйственных* дорогах одерновкой сплошной, одерновкой в клетку (с засыпкой «ячеек» гравелистым грунтом), посевом трав, а также решетчатыми железобетонными конструкциями; при этом рекомендуется устройство берм вдоль подошвы насыпей.

11.18 В аналогичных условиях возможно, при соответствующем обосновании, применение геотекстильного полотна с поверхностью, обработанной битумной эмульсией с посыпкой песком в два-три слоя.

11.19 При проектировании защитных конструкций следует использовать опыт строительства и эксплуатации подобных сооружений на близ расположенных объектах и учитывать условия их строительства.

12 Земляное полотно на участках засоленных, набухающих и просадочных грунтов и наличия карстов.

12.1 Земляное полотно на участках засоленных грунтов

12.1.1 Основное свойство засоленных грунтов – это резкое снижение прочности на сжатие при их увлажнении.

12.1.2 Применение засоленных грунтов для устройства насыпей или использование их в качестве оснований следует предусматривать при проектировании только в сочетании с мерами конструктивного и технологического порядка.

12.1.3 Аналогичный подход рекомендуется применять при проектировании земляного полотна в других сложных по грунтовому фактору условиях: набухающие или просадочные грунты, наличие карстов, переувлажненные грунты, насыпи на заболоченных участках и т.п.

12.1.4 Земляное полотно в районах распространения засоленных грунтов следует проектировать насыпями с учетом степени и качественного характера засоления грунта, используемого в качестве материала, как для возведения насыпи, так и для ее основания (см. приложение Д), а также наивысшего уровня грунтовых вод, глубины засоления в периоды наибольшего соленакопления в верхних горизонтах.

12.1.5 Слабо- и среднезасоленные грунты на участках с сухими основаниями, в том числе на слабо- и среднезасоленных допускаются для возведения насыпей с поперечными профилями по нормам раздела 8.

Сильнозасоленные грунты допускаются для насыпей только на участках с сухим или осушаемым основанием и глубоким залеганием грунтовых вод при обязательном применении мер, направленных на предохранение верхней части насыпи от дополнительного засоления.

Избыточно засоленные грунты для возведения насыпей не допускаются.

12.1.6 На участках местности с сильно- и избыточно засоленными грунтами необходимо сравнивать варианты:

- обхода этих участков;

- устройства земляного полотна, как правило, насыпями из привозных незасоленных, слабо- и среднезасоленных грунтов с принятием мер против их большего засоления, в том числе с назначением высоты насыпей по нормам раздела 8 или соответствующим понижением уровня грунтовых вод и др.

12.1.7 На засоленных грунтах с высоким уровнем грунтовых вод работы по устройству земляного полотна рационально производить в песчаных грунтах – конец весны и начало лета, в связных грунтах – летний и осенний (до начало дождей) периоды. Насыпи малой высоты, в том числе из боковых резервов глубиной до 0,50 м, целесообразно возводить в весенний период, когда засоление в верхних слоях понижается.

12.1.8 Соляные корки на основаниях насыпи следует:

- при толщине их (1-2) см – разбивать и разравнивать по всей ширине основания;

- при толщине более 2 см – срезать и сдвигать за пределы насыпей и боковых резервов на (15-20) м.

12.1.9 При искусственном увлажнении неводоустойчивых грунтов солончаков и такыров во избежание их набухания и прилипания в процессе разравнивания и уплотнения не следует увеличивать влажность до величины более 0,9 от оптимальной.

12.1.10 При естественной влажности засоленного глинистого грунта более 1,1 оптимальной влажности каждый слой грунта после разравнивания подвергают перед укаткой подсушиванию на воздухе или добавляют (2-3) % извести.

Железные дороги

12.1.11 На участках с сильно засоленными грунтами, а при сырых и мокрых основаниях также со слабо- и среднезасоленными грунтами, необходимо предусматривать мероприятия по предотвращению избыточного засоления грунта в теле насыпей, в том числе:

- использовать дренирующий грунт для возведения всей насыпи или нижней части на высоту не менее 0,7 м при наличии грунтовых вод, периодически выходящих на дневную поверхность;

- использовать для возведения насыпи привозные незасоленные, слабо- или среднезасоленные грунты;

- устанавливать высоту насыпей по расчету для типовых поперечников, но не менее указанных в таблице 8.3;

- при высоте насыпей до 6 м, на участках с сухим основанием и глубоким залеганием грунтовых вод, предусматривать удаление поверхностного слоя грунтов основания, содержащих более 10 % легкорастворимых в воде солей с заменой их качественным грунтом (см. рисунок 12.1). При этом глубина вырезки устанавливается по солевым профилям, составленным по данным инженерно-геологического обследования грунтов основания;

- на участках с неглубоким залеганием грунтовых вод, периодически выходящих на дневную поверхность, удалять поверхностный слой грунта основания и применять для

отсыпки насыпи дренирующие грунты или устраивать капилляропрерыватели (см. рисунок 12.1);

- предусматривать дренажные и водоотводные устройства, понижающие уровень грунтовых вод.

Автомобильные дороги

12.1.12 В условиях среднезасоленных и сильнозасоленных грунтов следует проектировать насыпи с возвышением поверхности дорожной одежды над поверхностью земли на (20-40) % выше норм, приведенных в таблице 8.4.

12.1.13 Наименьшее возвышение поверхности дорожной одежды, на отдельных участках дорог, в наиболее низком месте поперечного профиля над уровнем грунтовых вод в зимне-весенний период принимается по таблице 12.1.

При проектировании насыпей из сильнозасоленных глинистых пылеватых грунтов на участках местности 2- го и 3- го типов (см. таблица 5.13) поверхность дорожной одежды необходимо размещать не менее чем на 2,4 м над уровнем грунтовых вод или предусматривать соответствующее понижение последнего

При глубоком залегании грунтовых вод, но затрудненном стоке и возможности длительного подтопления земляного полотна поверхностными водами, возвышение поверхности дорожной одежды, указанное в таблице 12.1, принимается над горизонтом поверхностной воды при длительном подтоплении

Таблица 12.1

Вид грунта насыпи	Величина возвышения, м, при грунтах основания	
	слабо- и среднезасоленных	сильнозасоленных
Пески мелкие, супеси легкие крупные	0,5	0,7
Пески пылеватые, супеси легкие	0,9	1,1
Суглинки тяжелые, глины	1,4	1,6
Супеси пылеватые и тяжелые пылеватые, суглинки легкие, легкие пылеватые и тяжелые пылеватые	1,6	1,9

12.1.14 При сильнозасоленных глинистых грунтах и нецелесообразности возвышения поверхности дорожной одежды над уровнем грунтовых вод до величин табл. 12.1 необходимо предусматривать устройство капилляропрерывающих или изолирующих прослоек согласно требованиям 8.2.8.

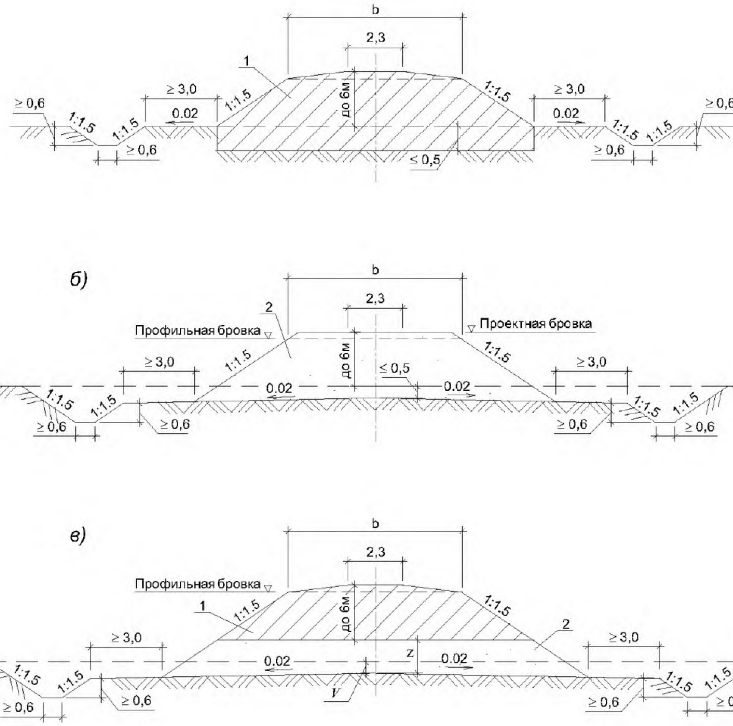
12.1.15 Насыпи с резервами следует проектировать на участках с залеганием уровня грунтовых вод на глубине не менее 1,0 м. При этом расстояние от дна резерва до наивысшего уровня грунтовых вод должно быть не менее 0,3 м.

Безрезервные профили следует применять на участках с высоким уровнем залегания грунтовых вод и предусматривать как правило, использование для насыпей привозного грунта.

В случаях использования местного грунта его заготовку необходимо предусматривать посредством равномерной срезки поверхностного слоя толщиной (0,2-0,3)м в пределах полосы шириной (25-30)м в каждую сторону от оси земляного полотна

Для лучшего отвода воды вдоль краев резервов следует устраивать продольные канавы. На солончаках и солонцах, где отвод воды из резервов будет затруднен, необходимо проектировать бермы у откосов насыпи

При одновременном проектировании земляного полотна и ирригационной сети разрешается совмещать резервы с открытыми дренами и коллекторами глубиной до 3,0 м.



а – на участках с сухим естественным основанием и глубоким залеганием грунтовых вод;
б – на участках с неглубоким залеганием грунтовых вод, периодически выходящих на дневную поверхность, в – на участках пухлых солончаков;

1 – местный недренирующий грунт;
2 – дренирующий грунт;
V – глубина вырезки засоленного грунта;
Z – высота капиллярного поднятия плюс 0,25 м

Рисунок 12.1 – Поперечные профили насыпей на участках распространения засоленных грунтов

12.2 Земляное полотно из набухающих грунтов

12.2.1 При оценке свойств набухающих грунтов, используемых для сооружения земляного полотна, рекомендуется руководствоваться обобщенным показателем набухания–усадки ε_{swh}, который в наибольшей степени отражает возможную деформативность грунтов, проявляющуюся в зоне сезонного изменения температурно-влажностного режима (под основной площадкой *железной* дороги, в поверхностных слоях откосов).

Для предварительной оценки набухающих грунтов показатели набухания могут быть определены по приближенным эмпирическим зависимостям их от значения влажности на границе текучести – W_L (см. приложение Д).

12.2.2 Земляное полотно из слабонабухающих грунтов ($\varepsilon_{swh} \leq 0,1$) следует проектировать с применением поперечных профилей по нормам разделов 8 и 9.

При средненабухающих грунтах ($0,1 < \varepsilon_{swh} \leq 0,2$) возможность применения типовых решений должна быть обоснована дополнительными расчетами по оценке устойчивости откосов и стабильности основной площадки, на основании опыта эксплуатации земляных сооружений из аналогичных грунтов в районе строительства и в необходимых случаях поверочных расчетов.

12.2.3 Земляное полотно из сильнонабухающих грунтов ($\varepsilon_{swh} > 0,2$) следует проектировать индивидуально с учетом влияния всех возможных неблагоприятных факторов и предусматривать мероприятия, обеспечивающие стабильность основной площадки и откосов, в том числе:

- устройство защитного слоя под балластной призмой на насыпях *железных* дорог и соответственно замену сильнонабухающих грунтов под основной площадкой в выемках и на нулевых местах;
- устройство надежного укрепления откосов (в том числе защитных экранов, прислоненных дренажей при наличии грунтовых вод в выемках и др.).

Технология производства работ должна способствовать сохранению естественной структуры грунтов за пределами контура выемок и защите насыпей от воздействия природно-климатических факторов.

12.3 Земляное полотно на просадочных грунтах

12.3.1 При невозможности обхода трассой дороги участков с просадочными грунтами (см. приложение Д) и необходимости возведения насыпей на таких грунтах в проектах следует предусматривать мероприятия:

- уплотнение основания насыпи;
- укрепление основания насыпи;
- предварительное замачивание грунтов.

12.3.2 Для слабопросадочных и просадочных грунтов при поверхностных осадках рекомендуется уплотнение грунтов с поверхности на глубину (0,50-0,75) м до плотности не менее 0,95 от максимальной при стандартном уплотнении на ширину полосы отвода под дорогу.

12.3.3 На скоростных, особогрузонапряженных I и II категории *железных* дорогах, на *автомобильных* дорогах I и II категорий, проходящих по сильнопросадочным грунтам, а также в местах устройства многоочковых водопропускных труб большого диаметра и фундаментов путепроводов рекомендуется рассматривать варианты укрепления просадочного основания неорганическими вяжущими: цемент, зола уноса сухого улавливания, цементная пыль и др. Технология глубинного укрепления грунтов приведена в специальных пособиях.

12.3.4 При сооружении земляного полотна следует предусматривать такое размещение водопропускных и водоотводных сооружений, при котором основание земляного полотна и придорожная полоса не будут подвергаться длительному увлажнению.

Если предусмотрено пересечение дорогой действующего водотока, необходимо сохранять его русло, так как под ним просадка уже появилась. Пропуск воды по новому руслу может быть причиной больших просадок грунтов в основании земляного полотна.

12.3.5 Во всех случаях необходимо обеспечить быстрый и беспрепятственный отвод от земляного полотна атмосферных осадков и защитить его от поверхностных и грунтовых вод, использовав нагорные, боковые, сушильные и водоотводные канавы, водозащитные планировки, дренажи и т.п.

12.3.6 Дно и откосы всех видов водоотводных канав должны быть тщательно уплотнены или укреплены с целью снижения водопроницаемости слагающих их грунтов.

13 Земляное полотно в районах распространения песков

13.1 Общие положения

13.1.1 Засушливые районы и районы распространения песков находятся в V дорожно-климатической зоне и на очень незначительной территории в южной части IV зоны.

К особенностям природных факторов пустынных и песчаных районов, влияющих на службу *железных* и *автомобильных* дорог являются:

- резко континентальный климат с большими сезонными и суточными колебаниями температур;
- безводность, сильное испарение (превышающее увлажнение в 10-12 раз, а летом - до 70 раз);
- активность ветрового режима;
- наличие подвижных форм рельефов, зачастую принимающего вид горного;
- острый недостаток каменных строительных материалов;
- труднопроходимость для автомобилей и землеройной техники.

Перечисленные факторы определяют необходимость дополнительных требований к земляному полотну дорог.

13.1.2 Характеристика песков по степени их подвижности и по формам рельефа приведена в приложении Л.

13.1.3 При проектировании земляного полотна в песчаных пустынных районах наиболее сложная задача – обеспечение незаносимости дороги песком, вторая задача – недопустимость выдувания насыпей ветрами на отдельных участках. При этом следует исходить из постулата, что земляное полотно должно обеспечить надежное основание для дорожной одежды *автомобильной* дороги и основной площадки (с защитным и балластным слоями) для *железных* дорог. Поэтому решения по незаносимости дороги песком не должны быть самоцелью, а должны прорабатываться по вариантам с учетом всех стадий создания и службы дороги: строительство, эксплуатация, транспортные расходы и условия.

13.1.4 Для обеспечения сохранности и устойчивости формы земляного полотна, как базы всей дороги, при проектировании необходимо рациональное проложение трассы дороги устанавливать на основе изучения рельефа песков, их подвижности и степени закрепленности в районе предполагаемого строительства. Обследованию подлежит полоса проложения будущей дороги возможно большей ширины (3-5) км. При этом предпочтение должно отдаваться вариантам, в которых в наибольшей степени используются незаносимые песком участки местности и элементы рельефа, а протяженность участков в подвижных песках сводится к минимуму. Следует проанализировать целесообразность использования направлений старых караванных путей и проездов.

13.1.5 Рекомендации по рациональному проложению дорог в районах распространения песков приведены в приложении М.

13.1.6 Продольный профиль и земляное полотно в районах распространения песков (подвижных, малоподвижных и неподвижных) следует проектировать с учетом вписывания в рельеф при максимальном сохранении растительности, как правило, насыпями до 1,0 м. Высоких насыпей следует избегать, так как они меняют условия прохождения ветропесочного потока. Также, допускаются как исключение короткие выемки при пересечении высоких узких барханных гряд.

13.2 Поперечный профиль

13.2.1 Проектирование земляного полотна в районах распространения песков заключается в выборе конструкции земляного полотна мало-подверженного песчаным заносам, в установлении мер по укреплению его, в определении зоны, в пределах которой требуется

закреплениепесков, а также в разработкекомплексамероприятийпо предохранениюземляного полотнаот выдуванияи образованияпесчаныхзаносовс учетомместныхусловий

- рельефаместности;

- скорости, направления и продолжительностиветра, вызывающего перенос песка к земляномуполотну;

- подвижностипесков(степеньзакрепленияих растительностью);

- гранулометрическогосоставапеска, его влажностии засоленности

13.2.2 При выборе конструкций земляного полотна в условиях песчаных пустынь необходимов первуюочередьпредусматривать

- беспрепятственныйперенос песка через дорогу без задержкина дорогеили вблизи нее;

- предохранениеземляногополотнаот ветровой эрозии;

- сохранениесуществующейрастительности

13.2.3 Земляноеполотнов подвижныхпесках следуетпроектировать, как правило, в виде насыпейс учетомрельефаместности

- при равнинноми пологоволнистомрельефе с мелкими подвижнымиформами песка – в насыпивысотой(0,5-0,6)м;

- в условияхрасчлененногорельефа или при использованиипод земляноеполотно одной из барханных цепей – насыпь не ниже уровня наиболее выступающих форм соседних барханныхцепей и окружающихбарханов, расположенныхв пределахзащитнойполосы;

- в условиях крупных форм рельефа – в зависимости от направления трассы: при проложении трассы вдоль вытянутых форм рельефа(по межбарханным и межгрядовым понижениям) – в виде насыпейнебольшой высоты(0,6-0,9)м, поперекбарханныхцепей и гряд – в виде чередующихсянасыпейи коротких выемок.

13.2.4 Насыпи высотой до 2,0 м в подвижных песках проектируются с откосами крутизной1:3 -1:4. Более пологие откосы или откосы переменной крутизны назначают для дорог не ниже II категории, а для дорог низших категорий при очень активном ветровом режиме. Насыпивысотойболее2,0 м проектируют, как правило, с откосами1:2.

Боковыерезервызакладываютсяс учетомактивностиветровогорежима, его направления и степени закрепления поверхности песков растительностью. При очень активном ветровом режиме и незаросшей поверхности песков резервы устраиваются с обеих сторон земляного полотна. При активном ветровом режиме и слабозаросшейповерхности песков закладывают односторонний резерв с подветренной стороны; ширину резерва ограничивают путем его углубленияс целью сохранитьв большей степенииимеющийсярастительныйпокров.

13.2.5 Насыпи высотой более 1,0 м для *автомобильных* дорог через межгрядовые или межбарханные понижения следует проектировать с использованием песка из выемок или карьеров, размещаемых с подветренной стороны на расстоянии не менее 50 м от проектируемойдороги.

13.2.6 На участках солончаков или такыров, окаймленных барханными песками и граничащих с ними, высота насыпи определяется минимальным возвышением поверхности покрытия над расчетным уровнем грунтовых или поверхностных вод в соответствии с таблицами8.3 и 8.4 с учетом степенизасолениягрунтаоснованиянасыпи.

При этом откосамнасыпей, устраиваемыхкак из песка, так и из других местных грунтов, придается крутизна1:3-1:4 в зависимости от категории дороги и интенсивности песка. Меньшая крутизна придается откосам насыпей на дорогах высоких категорий(не ниже III), а при очень активномветровомрежиме – и на дорогахнизших категорий.

13.2.7 Насыпи для *железных* дорог в барханных и незаросших песках следует проектировать с использованием грунта преимущественноиз узких и глубоких резервов, а крутизну откосов устанавливатьпо нормам таблицы8.1. Насыпи для *автомобильных* дорог следуетпроектироватьсогласнорисунку13.1.

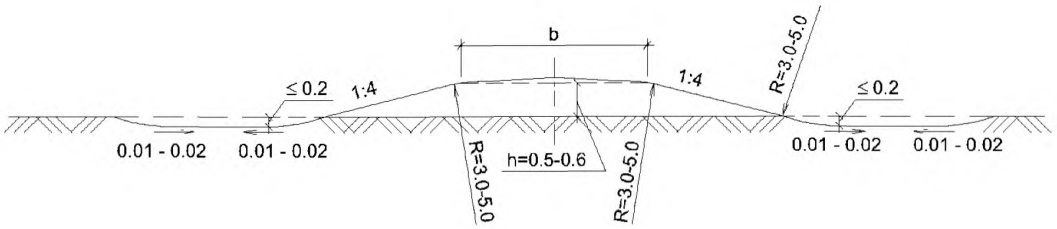


Рисунок 13.1 - Поперечный обтекаемый профиль насыпей для *автомобильных* дорог в районах распространения барханных песков

13.2.8 При необходимости проектирования в подвижных песках выемок следует исходить из их глубины и активности ветрового режима. При глубине выемки до 2,0 м и очень активном ветровом режиме земляное полотно проектируют по типу раскрытой выемки с откосами 1:10 (см. рисунок 13.2 а). При глубине выемки свыше 2,0 м крутизну откосов можно увеличивать до 1:2 с устройством между откосами насыпи и выемки спланировавшихся полос; ширину полос устанавливают исходя из потребности в грунте для насыпи, с учетом активности ветрового режима: при очень активном ветровом режиме ширину планируемых полос следует устанавливать не менее 20 м, при активном ветровом режиме – не менее 10 м (см. рисунок 13.2 б).

В районах, где необходим поверхностный водоотвод или возможны снежные заносы, выемка разделывается под насыпь высотой, равной толщине дорожной одежды и защитного слоя; при этом откосам насыпи придается крутизна 1:4.

13.2.9 В районах, где по опыту эксплуатации существующих *автомобильных* дорог в песчаных выемках необходим водоотвод выемки следует проектировать разделенными под насыпь высотой (0,3-0,4) м с откосами не круче 1:4 (см. рисунок 13.2, в).

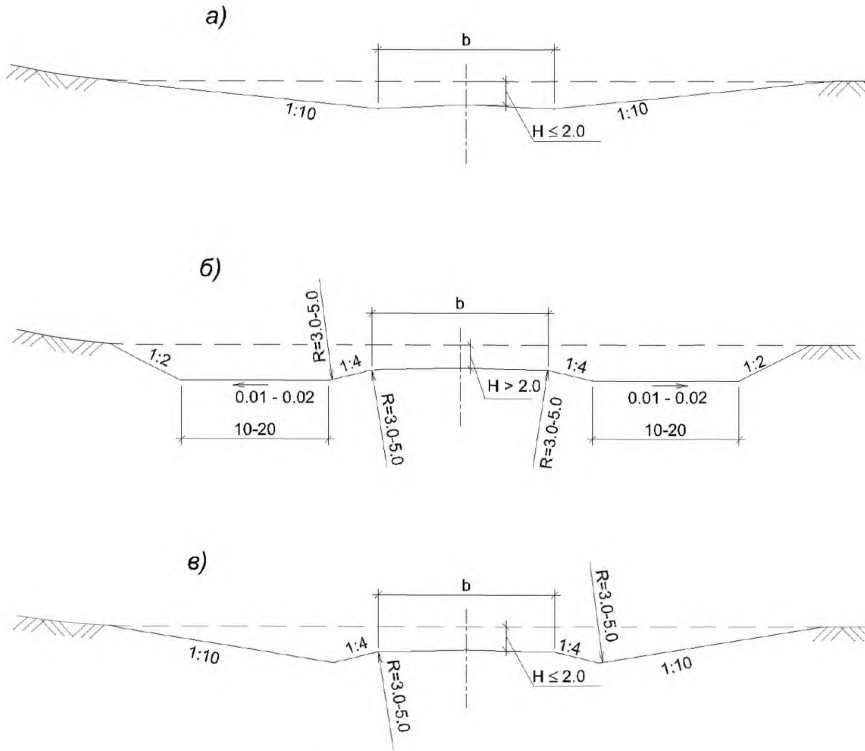
13.2.10 В барханных песках выемки глубиной более 2,0 м для *железных* дорог следует проектировать с применением поперечных профилей по рисунку 9.5. Крутизну откосов необходимо назначать в зависимости от силы и направления ветра, крупности песка, но не круче 1:2. Выемки для *автомобильных* дорог необходимо проектировать разделанными под насыпь высотой (0,3-0,4) м (см. рисунок 13.2, б); расстояние между подошвой насыпи и откосом выемки следует устанавливать шириной (10-20) м в зависимости от силы ветра, его направления и крупности песка.

13.2.11 На участках с полузаросшей и заросшей поверхностью полотно следует проектировать с расчетом максимального сохранения растительности и естественного рельефа прилегающей местности.

При этом насыпи для *автомобильных* дорог необходимо проектировать минимальной высоты без резервов; возведение насыпей следует предусматривать с применением продольной возки и использованием грунта из выемок или из карьера, закладываемых с подветренной стороны на расстоянии не менее 50 м от проектируемой дороги.

13.2.12 Выемки в неподвижных и малоподвижных песках, на слабозаносимых участках и при обеспечении полного впитывания атмосферных осадков в грунт следует проектировать по типу рисунка 9.3.

В малоподвижных и подвижных песках, на средне- и сильнозаносимых участках, а также в районах, где возможны снежные заносы или не обеспечивается полное впитывание атмосферных вод, выемки следует проектировать по типу рисунка 9.4. Такая конструкция рекомендуется также при необходимости использования выемки в качестве карьера. Крутизна откосов выемок назначается 1:1,75-1:2 в зависимости от угла естественного откоса песков.



а – глубиной до 2 м; б – то же, раскрытых; в – глубиной более 2,0 м

Рисунок 13.2 - Поперечные профили выемок для *автомобильных* дорог в барханных песках

Выемки для *автомобильных* дорог необходимо проектировать минимальной ширины с откосами 1:2. Выемки, грунт из которых будет использован для возведения насыпей, следует проектировать в соответствии с поперечным профилем рисунка 13.3.

Выемки, разделываемые под насыпь, рекомендуются в районах, где возможны снежные заносы и ливневые дожди.

13.2.13 В песчаных пустынях северной части V дорожно-климатической зоны при назначении минимальной высоты насыпи необходимо учитывать требования [2] по обеспечению незаносимости дороги снегом.

13.2.14 При проектировании поперечных профилей земляного полотна *железных* дорог рекомендуется рассматривать возможность применения поперечных профилей для *автомобильных* дорог (см. рисунки 13.1, 13.2 и 13.3).

13.2.15 Для того чтобы обеспечить проезд по готовому земляному полотну автомобилей и дорожных машин, а также предотвратить погружение в песок части материала дорожного основания и улучшить условия его уплотнения, между земляным полотном и дорожным основанием следует либо устраивать на всю ширину земляного полотна защитный слой из пылевато-глинистых грунтов, песчано-гравийных и песчано-щебеночных материалов, а также из пылевато-глинистых грунтов и мелких песков, обработанных неорганическими и органическими вяжущими, либо укладывать геосинтетическую прослойку (см. приложение Ж) с одновременной отсыпкой нижнего слоя дорожного основания.

13.2.16 Материалы для устройства защитного слоя необходимо выбирать на основе технико-экономического сравнения вариантов с учетом дальности возки материалов и их санитарно-эпидемиологической надежности, степени механизации и индустриализации работ, сокращения сроков строительства

Минимальная толщина защитного слоя из различных материалов, необходимая для формирования этого слоя и обеспечения его нормальной работы как в период строительства, так и при эксплуатации дороги, должна быть (10-15)см.

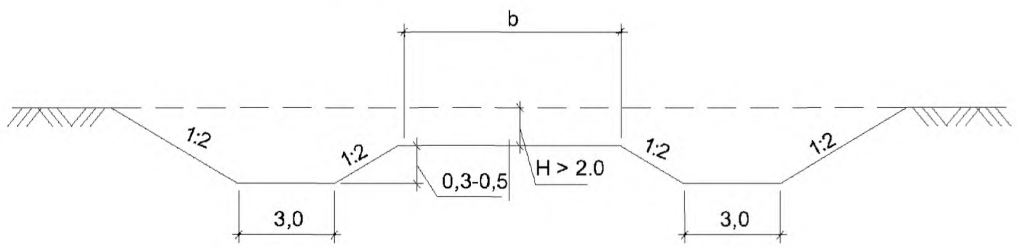


Рисунок 13.3 - Поперечный профиль уширенной *автодорожной* выемки глубиной более 2,0 м в барханных песках с заросшей поверхностью

13.3 Защита земляного полотна

13.3.1 На песчаных массивах, примыкающих к дороге, во всех случаях выделяют полосу, на которой подлежат охране:

- механическая защита, расположенная на полосе;
- участки закрепленной поверхности песков;
- естественная и специально высаженная растительность;
- естественная поверхность песков (охраняется от разрыхления).

Ширину охраняемой полосы устанавливают от 50 до 500 м в каждую сторону от оси дороги в зависимости от местных условий (форм рельефа песков, степени их зарастания, характера хозяйственного использования территории, расположения населенных пунктов и т.п.) и по согласованию с соответствующими местными органами.

Внешняя граница охраняемой полосы обозначается наиболее заметными элементами рельефа или соответствующими знаками.

В пределах охраняемой полосы после окончания строительства дороги запрещаются:

- земляные работы всех видов;
- движение транспортных средств и прогон скота вне отведенных для этого и обозначенных на местности путей;
- работы, связанные с уничтожением или повреждением растительного покрова (заготовка топлива, хвороста, сена, посадочного материала; выпас скота и т.п.);
- строительство капитальных сооружений.

13.3.2 При проложении дорог в подвижных песках, сложенных одиночными и групповыми барханами, и в массивах сложнобарханных песков, помимо устройства уположенных откосов земляного полотна, рекомендуется:

- создавать с наветренной или с обеих сторон земляного полотна, в зависимости от характера движения форм рельефа, спланированные придорожные полосы, разравнивая в пределах этих полос подвижные формы рельефа;
- закреплять подвижные формы рельефа за пределами спланированных полос с целью предотвращения наползания песка на дорогу и прилегающие к ней спланированные полосы.

Ширину спланированной полосы рекомендуется устанавливать от 10 до 40 м в зависимости от местных условий (активности ветра, форм рельефа, характера их движения, организации службы эксплуатации). В местах распространения крупных барханных форм ширина полос может быть меньшая, при мелких формах – большая.

В связи с необходимостью систематичной планировки придорожных полос укрепление их поверхности не предусматривается.

Ширина участков вдоль автомобильных дорог, на которых закрепляются подвижные формы рельефа (за пределами спланированных полос), в зависимости от характера рельефа песков, степени их подвижности, зарастания, условий фитомелиорации и т.п. устанавливается от (25-40) до (125-160) м при обосновании.

13.3.3 При основном методе закрепления песков растительностью вспомогательными средствами, приостанавливающими движение песков на период прорастания семян и укрепления корневой системы растений, служат механическая защита, орошение вяжущими материалами или другие способы фиксации поверхности песков.

13.3.4 Растительностью закрепляются:

- барханные и слабозаросшие пески;

- очаги дефляции (« язвы» и котловины выдувания) в полузаросших и заросших песках.

Пески закрепляются растительностью:

- по обе стороны дороги, если ее ось совпадает с направлением движения песков или составляет с ним угол меньше 30 °;

- только с наветренной стороны дороги, если пески имеют явно выраженное поступательное движение под углом больше 30 ° к оси дороги и возможность заносов с противоположенной стороны отсутствует.

13.3.5 Вдоль *железных* дорог, пересекающих песчаные территории, надлежит предусматривать фитомелиоративные пескозащиты (закрепление с помощью или посадки древесной, кустарниковой и травянистой растительности) в необходимых случаях в сочетании со средствами механической защиты.

Ширину полосы закрепления следует проектировать в размерах: не менее 200 м в пустынных и полупустынных районах и не менее 100 м остальных.

В зависимости от степени подвижности песков и годовых объемов переноса песка к дороге ориентировочные значения ширины закрепляемой полосы для дорог I – III категорий составляют:

- на особо сильнозаносимых участках (при объеме песка более 30 $м^3$/м в год) – до 300 м;

- на сильнозаносимых (20 – 30) $м^3$/м в год – до 200 м;

- на среднезаносимых (10 – 20) $м^3$/м в год – до 150 м;

- на слабозаносимых до 10 $м^3$/м в год – до 100 м.

За зоной фитомелиоративных мероприятий надлежит выделять охранную зону шириной не менее 500 м в пустынных и полупустынных районах и 100 м – в остальных районах, где запрещаются действия, способствующие увеличению подвижности песков (уничтожение растительности, выпас скота, нарушение почвенного покрова и т.д.).

13.3.6 Укрепление земляного полотна (откосов, обочин основной площадки *железных* дорог и полос шириной 3 м вдоль бровок выемок и подошв насыпей) и подвижных песков на подлежащей закреплению полосе, в том числе на участках нарушенного в период строительства естественного покрова, следует производить в соответствии с рекомендациями раздела 17.

При этом, в зависимости от местных условий, мероприятия по закреплению песков следует проектировать поэтапно:

- в первую очередь – временное закрепление механической защитой полосы шириной до 50 м;

- во вторую очередь – закрепление песков посадкой местных сортов древесно-кустарниково-травяной растительности (фитомелиорация). Выполнение этих работ целесообразно после уточнения направления и объемов пескопереноса в период эксплуатации.

13.3.7 Для защиты от выдувания откосов насыпи, возводимых в подвижных песках, а также для улучшения условий переноса песка через дорогу верхнюю часть откосов насыпей высотой более 1,0 м рекомендуется укреплять на ⅓ высоты сверху путем устройства защитного слоя толщиной (10-15) см из пылевато-глинистых грунтов, песчано-гравийных (щебеночных) материалов.

13.3.8 Геосинтетические материалы (см. приложение Ж) рекомендуется применять при соответствующих обоснованиях для защиты всей поверхности поперечного профиля земляного полотна, откосов и поверхности насыпи под дорожной одеждой. На откосах геосинтетические материалы необходимо применять совместно с посевом трав или с обработкой органическими вяжущими. Геосинтетические материалы, поверху рабочего слоя земляного полотна, препятствуют (уменьшают) взаимопроникновение грунта насыпи и материала основания дорожной одежды.

Откосы выемок в подвижных песках покрывать защитным слоем не требуется. При устройстве раскрытых выемок, разделываемых под насыпь, защитный слой на откосах устраивается только в пределах насыпи.

13.4 Основные положения проекта организации работ

13.4.1 Организацию работ по сооружению земляного полотна следует проектировать с учетом необходимости выполнения работ в период, когда влажность грунта наиболее близка к оптимальной и может быть сохранена или поддержана в процессе уплотнения полотна.

Наиболее рационально сооружение земляного полотна выполнять в холодный период, когда естественная влажность грунта близка к оптимальной и может сохраняться продолжительное время, необходимое для уплотнения каждого слоя без значительных изменений.

13.4.2 В районах с постоянно низкой естественной влажностью грунтов и незначительной (менее 0,4 м) глубиной их весеннего промачивания целесообразно обеспечивать дополнительное накопление влаги в грунтах резервов, подлежащих разработке, за счет атмосферных осадков, выпадающих в холодный период года. С этой целью следует предусматривать рыхление и вспахивание грунтовых резервов перед наступлением холодного периода. Глубина рыхления пылеватых супесей, суглинков и глин должна по возможности соответствовать проектной глубине резерва и быть не менее (0,5-0,6) м при глубине резервов, превышающей указанные значения. Для легких супесей и пылеватых песков глубина рыхления должна быть не менее (0,3-0,4) м.

В районах, где атмосферные осадки осеннего и весеннего периодов не промачивают грунты резервов на глубину их разработки, следует предусматривать задержание снега в виде снежных валиков, создаваемых с помощью снегособирателей (снегопахов). Снежные валики располагаются поперек господствующего в зимний период направления ветров. Ориентировочное расстояние между валиками (6-10) м.

13.4.3 Пылеватые пески и легкие супеси могут увлажняться непосредственно в насыпи за счет накопления в зимний период влаги атмосферных осадков. Уплотнение верхнего слоя насыпи в этом случае должно выполняться после окончания дождливого периода и достижения грунтом оптимальной влажности. Для обеспечения впитывания

выпадающих в холодное время года осадков поверхность насыпи в поперечном сечении должна быть горизонтальной, а вдоль бровок насыпи необходимо устраивать валики высотой (0,15-0,20) м и шириной не менее (0,25-0,3) м. Движение транспортных средств по рыхлой насыпи не допускается. Такой способ доувлажнения может быть допущен в равнинной местности на участках с продольными уклонами не более 20‰.

13.4.4 Земляное полотно из одномерных барханных песков допускается возводить без дополнительного увлажнения и уплотнения, если при стандартном уплотнении этого песка объемная масса скелета увеличивается не более чем на 0,08 г/см^3. При этом асфальтобетонные и монолитные цементобетонные покрытия следует устраивать не ранее, чем через 1 год после сооружения земляного полотна.

13.4.5 Все дополнительные и специфические работы по устройству земляного полотна в песчаных районах должны быть учтены в проекте организации строительства и в сметной документации проекта.

14 Земляное полотно в районах искусственного орошения

14.1 Орошаемые территории Казахстана входят в V дорожно-климатическую зону. Постоянно орошаемые территории, а также территории, подлежащие освоению и орошению в течение межремонтного срока службы дорожной одежды, следует относить к 3-му типу основания для *железных* дорог и 3-му типу местности для *автомобильных* дорог по характеру увлажнения.

14.2 Для устойчивости земляного полотна в условиях искусственного орошения близлежащей территории большое значение имеет проложение трассы дороги. По возможности, следует обходить бессточные понижения, участки местности, на которых возможно заболачивание территории поверхностными и поливными водами и наблюдается низкий уровень грунтовых вод.

14.3 При прохождении дороги по пониженным местам рядом с каналом водосборно-сбросной сети расстояние между соседними бровками канала и водоотводной канавы (вдоль дороги) должно быть не менее 8 м. Не допускается включать водоотводные канавы в водосборно-сбросную сеть, а также использовать их в качестве распределителей. Пересечение водоотводных и нагорных канав с небольшими оросительными каналами (арыками) следует предусматривать в разных уровнях.

14.4 Возведение земляного полотна рядом с дренами и коллекторами ирригационной сети открытого типа на участках с близким уровнем грунтовых вод не рекомендуется на *железных* и *автомобильных* дорогах трех высших категорий и допускается на дорогах других (низших) категорий при условии обеспечения стока воды из дрены или коллектора.

14.5 На участках с закрытой коллекторно-дренажной сетью возможно расположение земляного полотна вдоль закрытых дрен и коллекторов, если такое проложение дороги рационально на основе сравнения вариантов трассы. При этом необходимо учитывать, что при эксплуатации открытая коллекторно-дренажная сеть углубляется.

14.6 Вдоль магистральных и распределительных каналов оросительной сети строительство дорог не рекомендуется; это допускается, для отдельных участков дорог IV категории *железных* дорог, IV-V категорий *автомобильных* дорог.

14.7 Земляное полотно дорог в зоне орошения следует проектировать с учетом рельефа местности, конструкции сооружений ирригационной сети и расхода в них воды, технологических подъездов к полям сооружений дренажной сети.

Рекомендуется размещать земляное полотно с верховой стороны от оросительных каналов и с низовой стороны от дренажно-коллекторной сети.

14.8 При размещении насыпи вдоль оросительных каналов минимально допустимое расстояние от них до подошвы насыпи определяется с учетом расчетного уровня фильтрационных грунтовых вод и требуемого возвышения бровки насыпи над этим уровнем. Кроме того, расстояние от земляного полотна дороги до каналов и других оросительных сооружений следует устанавливать с учетом перспективного увеличения высоты и ширины насыпи, условий эксплуатации дороги и каналов, и возможности использования земель между дорогой и каналами.

Проектировать земляное полотно следует с учетом минимального использования площади орошаемых земель (без резервов).

14.9 На орошаемых территориях земляное полотно следует проектировать с учетом неблагоприятного водного режима, возникающего вследствие:

- общего повышения уровня грунтовых вод при поливе и промывке грунтов;
- местного повышения уровня грунтовых вод при размещении дороги рядом с сооружениями оросительной и водосборно-сбросной сетей;
- затопления водоотводных и нагорных канав и кюветов промывными и поливными водами.

14.10 Насыпи следует возводить из условия предохранения верхней части земляного полотна от избыточного увлажнения грунтовыми и поверхностными водами, а также обеспечения морозоустойчивости конструкции (преимущественно в северной части V зоны). Обязательным требованием к устойчивости земляного полотна является сохранение влажности не выше расчетной в данных условиях (см. таблица 14.1) и плотности не ниже требуемой в верхних слоях земляного полотна.

Это обеспечивается надлежащим возвышением бровки земляного полотна *железных* дорог и поверхности дорожной одежды *автомобильных* дорог над поверхностью земли и над поверхностными и грунтовыми водами, а также устройством морозозащитных слоев.

Таблица 14.1

Грунты	Расчетные влажности в долях от показателя текучести при типе основания или местности		
	1-й	2-й	3-й
Супеси песчанистые	0,55-0,57	0,60-0,62	0,65-0,70
Суглинки и глины	0,60-0,65	0,65-0,70	0,70-0,75
Пылеватые супеси и суглинки	0,62-0,67	0,67-0,72	0,72-0,77

14.11 На орошаемых территориях расчетный уровень грунтовых вод следует устанавливать по данным организаций, ведущих гидрогеологические наблюдения в районе. В качестве расчетного уровня следует устанавливать наивысший за период между капитальными ремонтами дорожной одежды уровень грунтовых вод, соответствующий 5-процентной вероятности превышения для *железных* и *автомобильных* дорог трех высших категорий и 10- процентной – для дорог остальных категорий (включая внутрихозяйственные).

Исходя из опыта эксплуатации дорог в орошаемых районах, рекомендуется устанавливать в качестве расчетного уровень грунтовых вод, наблюдаемый в следующие сроки:

- на территориях с близким залеганием грунтовых вод – в марте – апреле;
- на территориях, где проводятся зимняя и ранее – весенние промывы полей – на глубине (0,5-0,6) м;
- на рисовых полях, при облегченном стоке – в июле-августе.

14.12 На территориях, подлежащих освоению и орошению в период эксплуатации дороги, при ее проектировании расчетный горизонт грунтовых вод необходимо устанавливать по перспективным данным органов водного хозяйства с учетом изменения естественного уровня грунтовых вод, связанного с орошением, промывками и реконструкцией дренажной сети, на основе многолетних данных гидрологических организаций. Рекомендуется в качестве расчетного уровня устанавливать:

- при глубоком заложении грунтовых вод и отсутствии необходимости промывки грунтов – уровень, допустимый с точки зрения предохранения почв от засоления;
- на участках, где предлагаются промывки грунтов (на хлопковых полях) – уровень, возникающий после промывки (0,5-0,6) м;
- на территориях с близкими грунтовыми водами – наивысший уровень между капитальными ремонтами дорожной одежды по 14.11.

14.13 При расположении земляного полотна вблизи магистрального или распределительного каналов необходимо устанавливать наивысший уровень грунтовых вод, связанный с фильтрацией воды из канала – фильтрационной максимум уровня грунтовых вод (ФМУГВ). Ориентировочно ФМУГВ можно определять по данным максимального уровня и расхода воды в канале с использованием среднего уклона кривой дисперсии по таблице 14.2.

ФМУГВ сравнивается с естественным уровнем грунтовых вод и в качестве расчетного устанавливается высший из них. Поскольку влияние фильтрации воды из канала на уровень грунтовых вод уменьшается по мере удаления от канала, наиболее оптимальное расположение дороги следует устанавливать в каждом случае сравнением вариантов.

14.14 Высота насыпи должна обеспечивать нормативное возвышение бровки *железнодорожного* земляного полотна и поверхности дорожной одежды *автомобильной* дороги над поверхностью земли и уровнем грунтовых или поверхностных вод.

Таблица 14.2

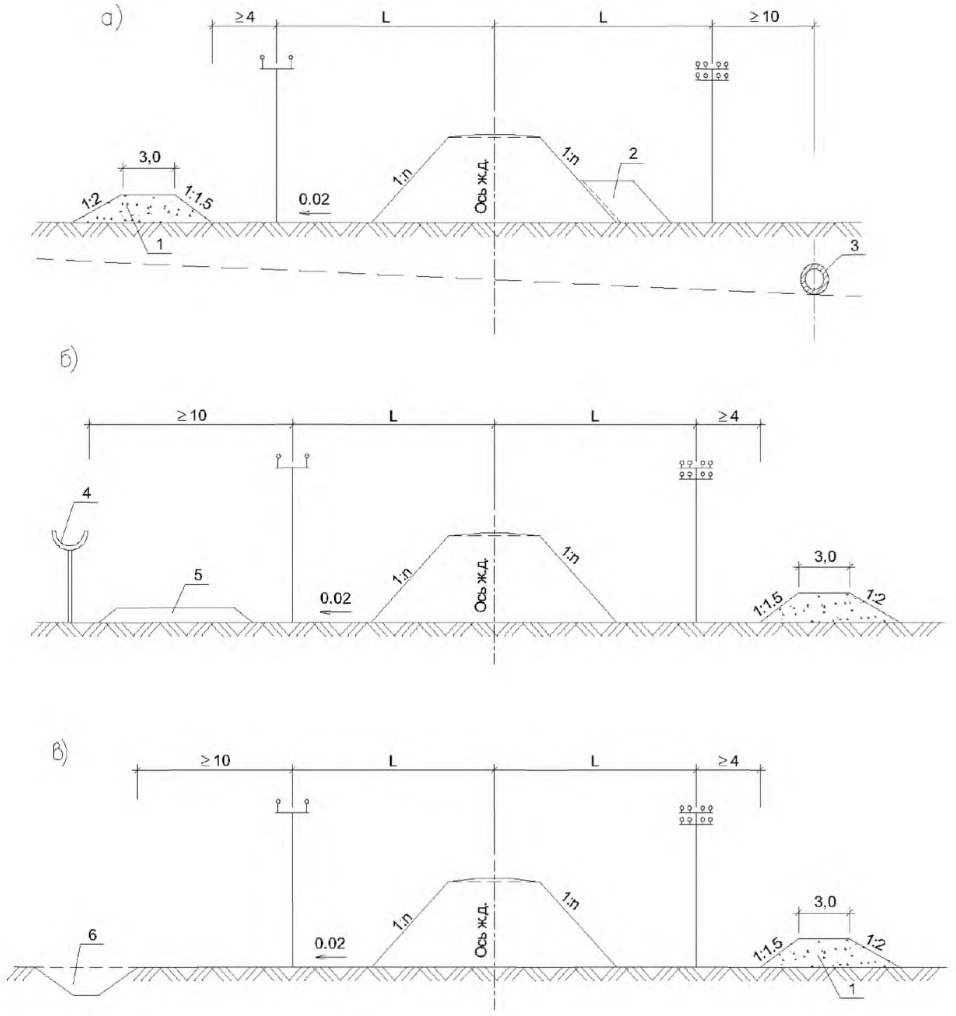
Грунт и тип канала	Длина участков кривой дисперсии, м при различных уклонах кривой и расходах воды							
	Верхняя часть кривой уклон=0,6±0,01				Средняя часть кривой уклон=0,01±0,005			
	Расход воды в канале, $м^3$/сек							
	100-50	50-20	20-5	<5	100-50	50-20	20-5	<5
Пылеватые суглинки; канал в насыпи	102	35	25	13	До 300	90	52	42
Пылеватые суглинки; канал в полунасыпи-полувыемки	100	70	30	15	Более 100	25	-	-

14.15 В районах искусственного орошения земляное полотно *железных* дорог следует проектировать, как правило, насыпями согласно рисунку 14.1, требованиям [1] (раздел 8 и таблица 4.3). Высоту насыпи необходимо устанавливать индивидуально с учетом предохранения верхней ее части от увлажнения и от образования соляных корок на основной площадке насыпи.

14.16 Земляное полотно в пределах полей орошения следует ограждать валиками шириной по верху 3,0 м и высотой не менее 0,6 м, располагаемыми на расстоянии не менее 4,0 м от бровки водоотводной канавы, от подошвы насыпи или линии электропередач (ЛЭП) и линий связи.

В условиях затруднённости продольного стока допускается взамен водоотводных канав предусматривать сооружение насыпей дороги с бермами шириной 3,0 м и высотой не менее 0,6 м.

В полосе между подошвой насыпи и железобетонным лотком оросительного канала необходимо устройство водоотводной канавы.



а- насыпь, размещаемая вдоль закрытых трубчатых дрен; б – то же, вдоль каналов из железобетонных лотков; в – то же, вдоль коллекторов и каналов;

1 – защитный земляной валик;
2 – берма;
3 – трубчатая дрена;
4 – лоток;
5 – автодорога;
6 – коллектор (канал);
L – расстояние от ЛЭП , линии связи до оси пути

Рисунок 14.1 – Поперечные профили *железнодорожных* насыпей вблизи ирригационных сооружений

14.17 Возможность использования ирригационных дамб и подобных сооружений для размещения *автомобильных* дорог необходимо согласовывать с местными организациями и органами власти, а также с проектно-изыскательской организацией, разработавшей проект ирригационной системы и ее развития.

14.18 Земляное полотно *автомобильных* дорог следует проектировать, как правило, насыпями с использованием поперечных профилей рисунок 14.2. Высоту насыпей необходимо определять с учетом предохранения верхней части земляного полотна от увлажнения грунтовыми и поверхностными водами в зависимости от вида используемого грунта, степени его засоления и условий водоотвода.

14.19 На участках расположения дорог в непосредственной близости от ирригационных сооружений необходимо учитывать, что фильтрационный максимум уровня грунтовых вод возникает в период работы канала с наибольшей нагрузкой.

14.20 Обеспечение поверхностного водоотвода решается индивидуально в процессе проектирования.

14.21 При проектировании земляного полотна в зонах искусственного орошения на просадочных грунтах (например, лессовидных суглинках) следует оценивать надежность несущей способности оснований и при необходимости предусматривать искусственное его упрочнение (путем предварительного замачивания, уплотнения трамбованием, глубинных взрывов и т.п.).

14.22 Так как в условиях искусственного орошения земель характерно близкое залегание грунтовых вод и возможность подтопления земляного полотна дорог поливными и промывными водами следует при проектировании строго обеспечивать выполнение требований к уплотнению грунтов насыпей и их оснований.

14.23 С целью повышения прочности земляного полотна в проекте для верхнего слоя толщиной (20-30) см может быть принят коэффициент уплотнения равным 1.0. Возможно также укрепление верхнего слоя отходами промышленности золой уноса сухого улавливания, цементной пылью, фосфогипсом с расходом (10-15) % от массы грунта.

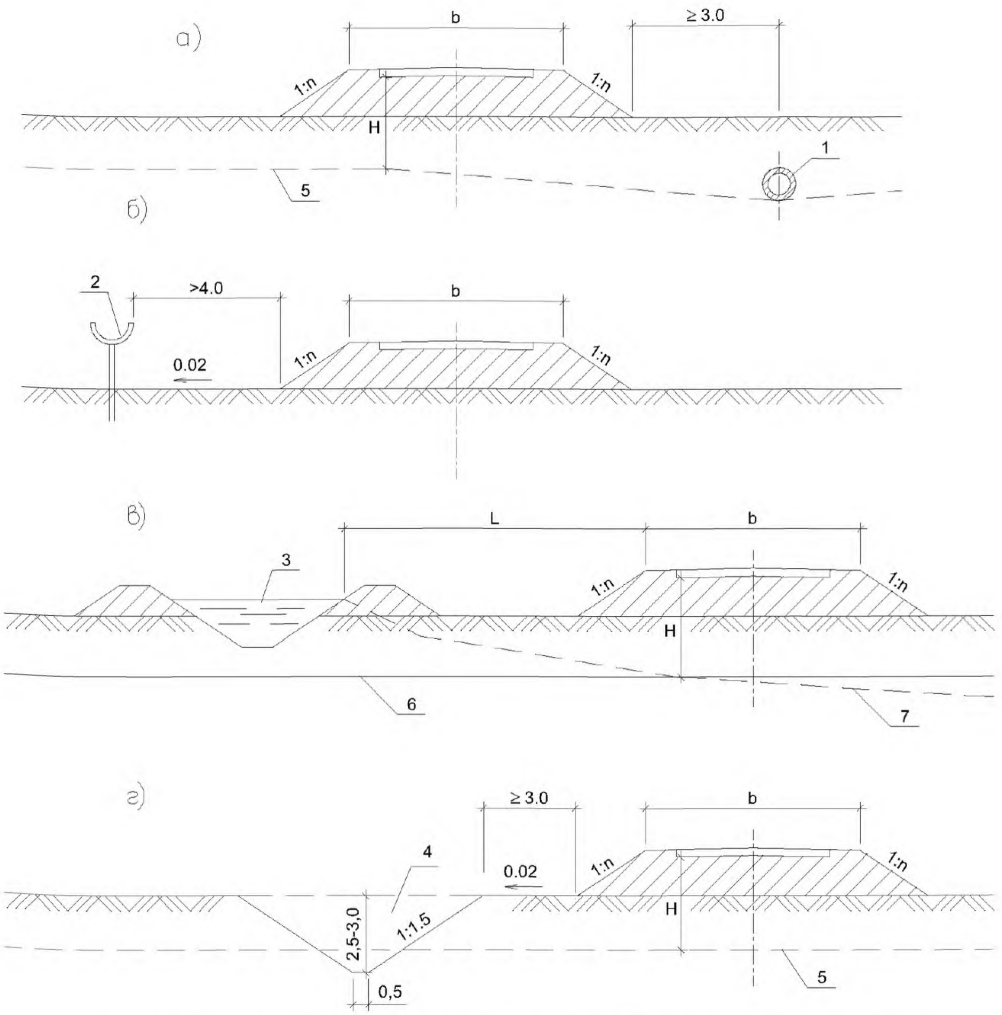
14.24 Насыпи с повышенной плотностью верхней части рекомендуется возводить в районах с годовым количеством осадков не более 300 мм на участках с глубоким залеганием грунтовых вод и обеспеченным водоотводом (первый тип местности по характеру поверхностного стока и степени увлажнения). Для сооружения таких насыпей можно использовать все виды глинистых грунтов (глины, суглинки, супеси), а также пылеватые пески с содержанием частиц мельче 0,05 мм в количестве более 15 % по массе.

14.25 Для достижения повышенной плотности грунты необходимо уплотнять при влажности менее оптимальной, но не ниже значений, определяемых по минимальным коэффициентам по 5.3.6. При высоком уровне грунтовых вод рекомендуется возводить земляное полотно в сезон наибольшего его снижения, обычно во второй половине лета и осенью до начала дождей. При влажности грунта менее допустимой рекомендуется предусматривать в проектах:

- проведение земляных работ в зимне-весенний период, что особенно эффективно в районах, где выпадает мало осадков и промерзание незначительно;
- для сохранения влаги в грунте разрыхление его в осенний период на полосах местности, отведенных для заложения резервов, на глубину (15-20) см, а весной, когда влажность достигнет максимального уровня, проводить боронование и прикатку поверхности резервов легким катком;
- уплотнение грунтов немедленно после отсыпки, не растягивая фронт земляных работ и не допуская пересыхания отсыпного грунта.

14.26 При необходимости отсыпки насыпей из лессовых грунтов следует предусматривать тщательное уплотнение грунта по всей высоте насыпи до плотности не ниже (0,95-0,98) от максимальной, а также основания под насыпью на глубину не менее

(0,40-0,50) м до плотности не ниже 0,95, для чего необходимо рыхление и увлажнение основания.



а – насыпь, размещаемая вдоль закрытых трубчатых дрен или коллекторов;
б – то же, вдоль каналов из железобетонных лотков; в – то же, вдоль каналов за пределами влияния фильтрационного максимума уровня грунтовых вод (УГВ);
г – то же, вдоль открытых коллекторов;
1 – трубчатая дрена или коллектор; 2 – лоток; 3 – расчетный уровень воды в канале;
4 – коллектор; 5 – УГВ, пониженный дреной или коллектором;
6 – естественный максимум УГВ; 7 – фильтрационный максимум УГВ;
H – расчетное возвышение поверхности дорожной одежды над УГВ;
L – расстояние, назначаемое по расчету УГВ

Рисунок 14.2 - Поперечные профили *автодорожных* насыпей вблизи ирригационных сооружений

14.27 При наличии в районе строительств грунтов, непригодных для отсыпки насыпи, целесообразно использовать их для засыпки боковых резервов.

15 Резервы, кавальеры, банкеты

15.1 Резервы

15.1.1 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.

15.1.2 Не допускается размещать резервы в пределах раздельных пунктов с путевым развитием *железных* дорог в населенных пунктах, в местах расположения *железнодорожных* путевых зданий и переездов, а также на поймах рек. Смежные участки резервов следует соединять канавами, лотками или трубами.

15.1.3 Местоположение, размеры и конфигурация грунтовых карьеров устанавливаются с учетом потребности в грунте, в соответствии с требованиями техники безопасности, и по согласованию с землевладельцами, землепользователями и арендаторами земли, и с учетом последующего использования земель в хозяйственных целях.

15.1.4 Расположение резервов относительно проектируемой насыпи следует устанавливать согласно таблице 15.1 с учетом поперечного уклона на местности. Расстояние между внешней бровкой резерва и границей полосы отвода должно быть не менее 1,0 м.

Таблица 15.1

Поперечный уклон местности	Расположение резервов	
	оптимальное	допустимое
Положе 1:10	С двух сторон	С одной стороны
От 1:10 до 1:5	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

15.1.5 Между подошвой откоса насыпи и бровкой резерва необходимо оставлять берму шириной не менее 3 м для *автомобильных* дорог и не менее 6 м для *железных* дорог. У насыпей высотой до 2 м на сухом основании ширину берм разрешается уменьшать до 1 м; *автодорожные* насыпи высотой до 1,5 м, возводимые из резервов, допускается проектировать без берм (см. рисунок 8.3).

Со стороны будущего второго пути *железных* дорог скоростных, особогрузонапряженных I-III категорий ширину бермы следует устанавливать равной 8,0 м.

Бермам с нагорной стороны необходимо придавать поперечный уклон от 20 ‰ до 40‰ в сторону резерва за счет срезки или присыпки грунта, применительно к рисунку 8.2.

15.1.6 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 раздела 16.

15.1.7 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.

Форма и расположение резервов не должны ухудшать условия снегопереноса.

15.1.8 Дну резервов, входящих в общую систему водоотводных устройств, необходимо придавать поперечный и продольный уклоны. Поперечный уклон должен быть не менее 20 ‰, а продольный – не менее 2 ‰. Дно резерва при его ширине до 10 м следует проектировать односкатным с поперечным уклоном от земляного полотна, а при ширине более 10 м – двухскатным, с уклоном от краев резерва к его середине.

Наибольший продольный уклон резерва с низовой стороны насыпи не должен превышать 8 ‰, а для легкоразмываемых грунтов – 5 ‰. Уклон для 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 допускаемого по размываемости грунта, резервы следует проектировать отдельными участками с наибольшим допустимым уклоном дна. Между соседними участками резерва необходимо оставлять полосы непарушенного грунта шириной не менее 3,0 м и предусматривать в них устройство укрепленных канав с перепадами высотой до 0,5 м.

15.1.9 Размеры резервов следует определять исходя из объема потребного 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°.

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

- расположение резервов необходимо увязать 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 4,0 м;
- со стороны насыпи в резервах следует оставлять выступы в виде траверс и укреплять откос, если при паводке возможно течение воды вдоль резерва.

15.1.11 Сосредоточенные резервы – грунтовые карьеры, располагаемые в удалении от насыпи, следует проектировать с соблюдением требований по максимально возможному сохранению окружающей среды, в соответствии с указаниями раздела 23. Необходимо предусматривать планировку откосов после выработки карьера с учетом последующей посадки деревьев, использования карьера под водоем или для других народнохозяйственных целей.

15.2 Кавальеры

15.2.1 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 раздела 23, предусматривать срезку растительного слоя с площади, занимаемой кавальером.

Размещение грунта в кавальерах не допускается:

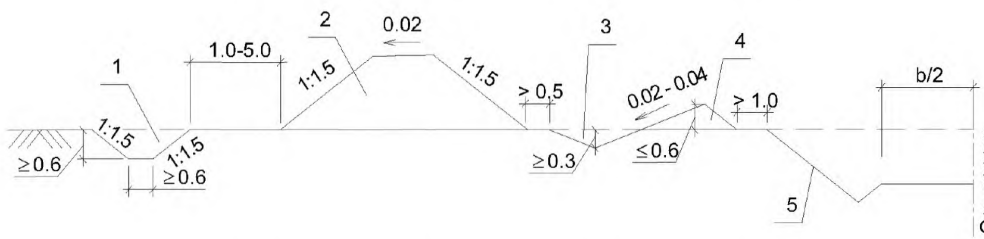
- на территории станционных площадок *железных* дорог, населенных пунктов и промышленных предприятий;
- в местах, где кавальеры могут способствовать смежным или песчаным заносам дороги, в том числе вдоль мелких выемок;
- с нагорной стороны полувыемок;
- в тех случаях, когда нагрузка от кавальера может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

15.2.2 Кавальеры следует проектировать в соответствии с рисунком 15.1 и размещать в зависимости от поперечного уклона местности (см. таблица 15.2), с учетом условий заносимости снегом или песком, а также свойств и состояния грунта прорезаемой выемки и подлежащего укладке в кавальер.

15.2.3 Размеры кавальеров (их высота и ширина понизу) определяются 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 20 ‰ в сторону от земляного полотна.

Таблица 15.2

Поперечный уклон местности	Расположение кавальеров	
	оптимальное	допустимое
Положе 1:5	С двух сторон	С одной стороны
От 1:5 до 1:3	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	



1 – нагорная канава; 2 – кавальер; 3 – забанкетная канава;
4 – банкет; 5 – откос выемки

Рисунок 15.1 – Схема размещения банкетов, кавальеров, забанкетных и нагорных канав

Кавальеры с низовой стороны выемки должны иметь разрывы шириной не менее 3,0 м через каждые 50 м и в пониженных местах. Площадке между бровкой и откосом кавальера придается уклон в сторону разрывов.

15.2.4 Расстояние от подошвы кавальера до бровки откоса проектируемой выемки *железной* дороги, а на участках устройства в ближайшей перспективе второго пути – до бровки откоса выемки для будущего пути, должно быть не менее 5,0 м, *автомобильной* дороги – не менее 3,0 м. На участках с глинистыми переувлажненными грунтами, в том числе при наличии верховодки, это расстояние должно быть не менее (5+H) ≥ 10 м, где H – высота откоса проектируемой выемки.

15.2.5 В пределах полувыемок, а также раздельных пунктов *железных* дорог, 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 (20-40) ‰ от полотна с проверкой устойчивости *железнодорожного* пути.

15.2.6 В районах подвижных песков на сильно заносимых участках кавальеры не устраиваются, лишний грунт из выемок следует размещать слоем толщиной до 1 м за пределами откоса с подветренной стороны и немедленно укреплять его поверхность. В пределах малозаносимых участков кавальеры следует проектировать согласно требованиям 15.2.1-15.2.5 располагая их с подветренной стороны.

15.2.7 Если в разделе рабочего проекта «Охрана окружающей среды» или материалах ОВОС устройство кавальеров не предусмотрено, то в качестве защитного мероприятия необходимо использовать отсыпку грунтов слоями до 1,0 м и планировку каждого слоя бульдозером. После завершения отсыпки поверхность кавальеров следует укреплять посевом многолетних трав.

15.3 Банкеты

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

15.3.2 Банкеты и забанкетные канавы следует проектировать треугольной формы в соответствии с рисунком 15.1. Они образуются путем планирования поверхности полосы между бровкой откоса выемки и подошвой кавальера с продольным уклоном не мене 5 ‰ и поперечным уклоном в сторону кавальера (20-40) % о. При наличии местных понижений необходимо предусматривать организованный выпуск воды из забанкетной канавы по откосу в кювет. Забанкетные канавы допускается устраивать трапецеидальной формы с широким основанием по дну и глубиной до 0,3 м и с откосами 1:1,5.

15.3.3 В пределах косогоров, а также у неглубоких выемок, когда устройство банкетов и забанкетных канав нецелесообразно, проектом необходимо предусматривать планировку поверхности косогора на полосе шириной около 3,0 м, прилегающей к бровке выемки, с приданием поверхности поперечного уклона к выемке не менее 20 % о и укрепление ее посевом трав.

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

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

16 Устройства для отвода поверхностных и грунтовых вод

16.1 Общие положения

16.1.1 Устойчивость и прочность земляного полотна в условиях строительства и эксплуатации во многом зависят от наличия и состояния водоотводных устройств. Поэтому в проекты земляного полотна необходимо включать постоянные и временные на период строительства устройства для отвода поверхностных вод.

Устройства для отвода поверхностных вод допускается не предусматривать при проектировании земляного полотна на участках с песками в районах с засушливым климатом.

16.1.2 Отвод поверхностных вод следует предусматривать:

- от насыпей и полунасыпей – канавами (нагорными, продольными и поперечными водоотводами, осушительными) или резервами;
- от откосов выемок и полувыемок – канавами (нагорными и забанкетными);
- от основной площадки земляного полотна *железных* дорог и верха земляного полотна *автомобильных* дорог в выемках и полувыемках – кюветами или лотками.

Поверхностную воду необходимо отводить от земляного полотна в пониженные места рельефа, в том числе к водопропускным сооружениям.

С нагорной стороны полотна должен быть предусмотрен сплошной продольный водоотвод на протяжении от каждого водораздела, пересекаемого дорогой, до водопропускного сооружения или до мест, от которых возможен поперечный отвод воды в сторону от 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.

16.1.3 В состав работ по проектированию водоотводных устройств входят:

- определение объема воды, притекающей с водосборного бассейна;
- назначение вида, размеров и местоположения водоотводного устройства, позволяющих использовать землеройные машины для его выполнения, а также очистки в период эксплуатации;
- назначение продольного уклона и скорости течения воды, исключающих возможность заиливания или размыва русла при принятом типе укрепления откосов и дна;
- проверка расчетом площади поперечного сечения для пропуска расчетного расхода при заданном уклоне.

Водоотводные устройства в пределах участков со сложными инженерно-геологическими условиями следует проектировать индивидуально.

16.1.4 Для *автомобильных* дорог наряду с выполнением технических требований по устройству водоотводов необходимо учитывать условия вписывания земляного полотна в ландшафт местности.

16.1.5 Наибольший продольный уклон водоотводных устройств для *железных* и *автомобильных* дорог следует определять по расчету в зависимости от вида грунта, типа укрепления откосов и дна канавы и допускаемых скоростей течения воды по размыву. Если наибольший допускаемый продольный уклон водоотводного устройства при заданных расчетных параметрах будет меньше естественного уклона местности или продольного уклона земляного полотна, при расходах воды более 1 $м^3/с$ необходимо предусматривать устройство быстротоков, перепадов, водобойных колодцев, проектируемых индивидуально.

16.1.6 Поперечные сечения водоотводных устройств следует определять по расчетным расходам воды, устанавливаемым с вероятностью превышения по нормам, указанным в таблице 16.1.

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

На невысоких водоразделах двух смежных бассейнов, на полосе шириной не менее 5 м, устройство резервов и канав не допускается, если выпуск воды будет осуществлен в различные водопропускные сооружения. В необходимых случаях на таких водоразделах следует предусматривать устройство разделительной дамбы шириной по верху не менее 3,0 м с заложением откосов не круче 1:2, с возвышением ее верха над расчетным уровнем воды не менее 0,25 м.

Таблица 16.1

Дороги	Категория	Вероятность превышения расчетных расходов, %, для	
Железные	Скоростные, особогрузонапряженные,	кюветов, нагорных канав и водосбросов	продольных (у насыпей) и поперечных водоотводных канав
	I и II	1	4
	III	3	7
	IV	5	10
Автомобильные		Устройства для отвода поверхностных вод	Водоотводные сооружения для вод с поверхности мостов и дорог
	I и II	2	1
	III	3	2
	IV-V	4	3
	Внутрихозяйственные дороги I-с и II-с	5	5

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

16.1.8 Водоотводные устройства размещаются в полосе отвода так, чтобы расстояние от наружной бровки откоса водоотводного устройства до границы полосы отвода дороги было не менее 1,0 м.

16.1.9 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.

16.1.10 При явно выраженном поперечном по отношению к земляному полотну уклоне местности (40 ‰ и круче) водоотводные сооружения следует проектировать только с верховой стороны.

16.1.11 Не допускается водоотводные сооружения использовать под посевы.

16.1.12 При проектировании устройств для отвода поверхностных и грунтовых вод рекомендуется максимально использовать опыт проектирования, строительства и эксплуатации подобных устройств на дорогах региона, а также проработки научно-исследовательских, опытно-конструкторских и производственных организаций.

16.2 Водоотводные канавы

16.2.1 Продольные водоотводные канавы предусматриваются с нагорной стороны у насыпей (любой высоты) при отсутствии резервов. На местности с поперечным уклоном менее 40 ‰ при высоте насыпей менее 2,0 м и на участках с переменной сторонностью поперечного уклона, а также на заболоченных участках водоотводные канавы следует проектировать с обеих сторон земляного полотна.

16.2.2 Глубина продольных водоотводных канав и ширина их по дну определяются расчетом, но должны быть не менее 0,6 м, а на заболоченных участках соответственно не менее 0,8 м. Заложение откосов канав устанавливается не круче 1:1,5.

При пересечении местных понижений допускается уменьшать глубину канав до 0,2 м с устройством со стороны насыпи бермы шириной поверху не менее 3,0 м и возвышением ее бровки над расчетным уровнем воды не менее 0,25 м и поперечным уклоном верха бермы от насыпи равным (20-40) ‰.

16.2.3 Продольный уклон водоотводных канав должен быть не менее 3 ‰. На болотах, речных поймах и в других случаях малого естественного уклона местности продольный уклон водоотводных канав допускается уменьшать до 2 ‰, а в исключительных случаях – до 1 ‰, если расчетом установлено, что при заполнении канав на полное сечение обеспечивается скорость течения, исключающая заиливание.

16.2.4 Расстояние между подошвой откосов насыпей *железных* дорог и внутренней бровкой продольных водоотводных канав следует устанавливать не менее 3,0 м, а со стороны размещения будущего второго пути – не менее 8,0 м. Для *автомобильных* дорог на сырых и мокрых местах это расстояние следует устанавливать из условия, что между бровкой канавы и кромкой проезжей части должно быть не менее 7,0 м при насыпях или их основании из супесей и не менее 3,0 м – из суглинков и глин.

16.2.5 Поверхности бермы между насыпью и канавой необходимо придавать поперечный уклон в сторону канавы от 20 ‰ до 40 ‰.

16.2.6 Водоотводные канавы вдоль насыпей высотой до 0,8 м *автомобильных* дорог на участках с сухим основанием допускается проектировать треугольный формы без устройства берм.

16.2.7 Поперечные канавы следует проектировать в случаях, когда затруднен отвод воды от водопропускных сооружений или продольный отвод из местных понижений у земляного полотна.

16.2.8 Сопряжения водоотводных канав с руслом водотоков следует проектировать с выполнением следующих условий:

- в месте сопряжения канаву направлять по течению водотока;

угол между осями канавы и водотока назначать не более 45 °;

- изменения направления канав проектировать плавными по кривой радиусом не менее 5,0 м, а на участках подходов к перепадам, быстротокам и искусственным сооружениям – не менее 10 м.

16.3 Нагорные канавы

16.3.1 Нагорные канавы необходимо размещать с нагорной стороны выемок с целью перехвата воды, поступающей с косогора и из прилегающего водосборного бассейна, и последующего отвода ее к ближайшему водопропускному сооружению или в сторону от земляного полотна.

16.3.2 Нагорные канавы у выемок устраиваются при поперечном уклоне местности круче 40 ‰ с верховой стороны, а при меньшем уклоне – с двух сторон.

16.3.3 Ширина дна нагорных канав и глубина их должны определяться расчетом и быть не менее 0,6 м. Заложение откосов этих канав должно быть не круче 1:1,5. Требования, предъявляемые к продольному уклону нагорных канав, аналогичны требованиям, предъявляемым к водоотводным канавам (16.2.3).

16.3.4 На местности с большим уклоном вдоль дороги, где при проектировании приходится предусматривать перепады, быстротоки и водобойные колодцы (16.1.5) 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 вышерасполагаемого 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.

16.3.5 Минимальные расстояния между бровкой нагорной канавы и бровкой выемки, подошвы кавальера или насыпи следует устанавливать не менее величин, приведенных в таблице 16.2. Расстояние между бровкой нагорной канавы и подошвой кавальера в пределах (1-5) м в зависимости от условий снегозаносимости фильтрационных свойств грунта.

16.3.6 При проектировании скальных выемок и полувыемок, прорезающих косогоры круче 1:3, нагорные канавы не устраиваются, но кюветы или кювет-траншеи проверяются на пропуск поступающего со склона расчетного расхода воды.

На более пологих склонах допускается устройство нагорных канав с откосами с нагорной стороны круче 1:1,5.

Таблица 16.2

Элементы земляного полотна	Расстояние от бровки нагорной канавы, м, для дорог	
	железных	*автомобильных*
Бровка выемки при отсутствии банкета и кавальера	5,0	5,0
То же, со стороны размещения будущего второго пути	9,0	-
Подошва насыпи	3,0	2,0
Подошва кавальера	1,0-5,0	1,0-5,0

16.3.7 В сложных топографических и инженерно-геологических условиях расположение, конфигурация и размеры нагорных канав решаются индивидуально.

16.4 Кюветы и лотки

16.4.1 Кюветы следует размещать в выемках:

- на *железных* дорогах с обеих сторон основной площадки земляного полотна;
- на *автомобильных* дорогах с обеих сторон земляного полотна.

16.4.2 Допускается проектировать выемки без кюветов:

- в дренирующих грунтах, а также в песках мелких, в районах с засушливым климатом, где происходит полное впитывание и испарение атмосферных осадков;
- в слабовыветрелых скальных грунтах, где для сбора и отвода поверхностной воды, поступающей в выемку с откосов и основной площадки, а также для ограждения балластной призмы предусмотрена кладка из камня или бетонных бордюрных блоков вдоль основной площадки полотна железных дорог (см. рисунок 9.12);

- в скальных грунтах, при проектировании выемок с траншеями
(см. рисунки 9.13 и 9.16).

16.4.3 Кюветы, как правило, следует проектировать трапецеидальной формы с шириной по дну не менее 0,40 м, глубиной – 0,6 м. Крутизну откосов кюветов следует назначать с полевой стороны, равной крутизне откосов выемки при отсутствии закюветных полок и 1:1,5 при их наличии, а со стороны дороги – 1:1,5. При обосновании возможно полуциркульное очертание кювета.

16.4.4 Продольный уклон кюветов следует устанавливать равным уклону профильный бровки. В выемках, располагающихся на горизонтальных площадках и на участках с уклоном менее 2 % о, уклон кюветов должен быть не менее 2 % о. 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 2 %о в сторону от тоннеля.

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

16.4.5 При отсутствии банкетов и забанкетных канав минимальное поперечное сечения кюветов необходимо проверять расчетом на пропуск расчетного расхода воды и, при необходимости, увеличивать его. Увеличение поперечного сечения кюветов следует предусматривать за счет их углубления при сохранении минимальной ширины по дну.

16.4.6 Полевые откосы кюветов следует проектировать с крутизной, равной крутизне откоса выемки, а откосы кюветов со стороны дороги не круче значений: 1:1 – для крупнообломочных и песчаных грунтов, 1:1,5 – для пылеватых глинистых и песчаных.

16.4.7 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;

- скальных грунтов в целях снижения объема земляных работ, при размещении трассы в пределах крутого косогора;

- стесненных условий, когда невозможно устройство углубленного кюветов или нормального их сечения;

- на насыпях высотой более 4 м для *автомобильных* дорог I-III категорий при затяжном продольном уклоне более 30 ‰ и в местах вогнутых кривых в продольном профиле.

16.4.8 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 вероятностью превышения, устанавливаемой по таблице 16.1;

- устройство берм шириной не менее 3,0 м между кюветом и основной площадкой *железных* дорог и верхней частью земляного полотна *автомобильных* дорог;

- укрепление дна и откосов кюветов в соответствии с расчетными глубиной и скоростью течения воды.

16.5 Поглощающие колодцы и испарительные бассейны

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

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

16.5.3 Испарительные бассейны допускается предусматривать при проектировании дорог в засушливых районах, при грунтах, просадка которых (при замачивании) от собственного веса отсутствует или не превышает 5 см (слабопросадочные грунты).

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 1,0 м.

16.6 Устройства для отвода грунтовых вод

16.6.1 Грунтовые воды, которые могут нарушать 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.

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

16.6.3 Грунтовые воды, залегающие на глубине до 2,0 м, целесообразно перехватывать и отводить открытыми лотками и канавами, а на участках с круглогодичным действием грунтовых вод – закрытыми лотками. При этом в пределах участков с легкоразмываемыми грунтами необходимо предусматривать устройство фильтра за стенками лотков. Дно лотков и канав следует укреплять в соответствии с требованиями раздела 17.

16.6.4 Для перехвата и отвода грунтовых вод, уровень которых залегает на глубине более 2,0 м, следует предусматривать дренажи, галереи, колодцы и другие виды дренажных сооружений, проектируемых с учетом гидрогеологических и других местных условий.

16.6.5 Горизонтальные дренажные трубы располагаются у подошвы откоса выемки на расстоянии от ее бровки (2,0-3,0) м:

- при глубине выемки до 4,0 м – в один ряд на высоте 0,5 м от подошвы;
- при глубине более 4,0 м – в два ряда;

16.6.6 Для улучшения условий дренирования балластной призмы и защитного слоя земляного полотна *железных* дорог, а также сбора и отвода воды из периодически действующих водоносных горизонтов типа верховодки в откосах выемок или их перехвата на глубине на косогорах следует применять дренажи мелкого заложения глубиной до (2,0-2,5) м.

16.6.7 В конструкциях дренажей могут быть применены керамические, асбоцементные, бетонные, полимерные трубы и трубофильтры. Для предотвращения заливания необходимо трубы обертывать защитно-фильтрующим синтетическим, нетканым материалом или на заводе-изготовителе труб или непосредственно на стройплощадке.

При отсутствии защитно-фильтрующей оболочки труб устраивается дренажный фильтр из песков и мелкого щебня. Крупность дренажной засыпки и ее конструкция определяется расчетом.

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

16.6.9 Уклон дренажа должен быть не менее 3 % о. При использовании полимерных труб малого диаметра рекомендуется увеличение уклона до 5 % о. Выходы дренажных сооружений подлежат защите от промерзания.

16.6.10 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.

16.7 Водоотводные устройства в пределах раздельных пунктов железных дорог

16.7.1 Водоотводные устройства на раздельных 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.

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

16.7.3 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.

16.7.4 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 минимальным количеством пересечений железнодорожных путей, автодорожных проездов, привокзальных и производственных площадок и грузовых дворов.

16.7.5 Минимальные размеры сечений и другие параметры водоотводных устройств и водостоков в пределах раздельных пунктов необходимо устанавливать согласно подразделам 16.1-16.6; при этом открытые водоотводные устройства глубиной более 1,5 м проектировать не следует.

17 Защита и укрепление земляного полотна и водоотводных сооружений

17.1 Общие положения

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

17.1.2 Тип укрепления и конструкции следует устанавливать 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.

17.1.3 Применяемые средства защиты и укрепление 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 проектируется индивидуально.

17.1.4 Мероприятия по защите от размыва подтопляемых откосов представлены в разделе 11.

17.1.5 Укреплению подлежат:

- откосы насыпей, выемок и защитного слоя земляного полотна *железных* дорог при всех видах грунтов, кроме скальных слабовыветрелых и выветрелых крупнообломочных;

- в засушливых районах основная площадка и откосы земляного полотна *железных* дорог сооружаемые из развеваемых ветром песчаных грунтов, полосы шириной не менее 3,0 м вдоль бровок выемок и подошв насыпей, а также подлежащие укреплению зоны, указанные в 13.3:

- бермы, разделительные площадки на откосах насыпей и выемок (для размещения строительных машин и механизмов), регуляционные сооружения, кавальеры, банкеты;

- поверхности нарушенных при выполнении земляных работ площадей, а также в обоснованных случаях отвалы грунта;

- откосы и дно водоотводных канав и кюветов.

17.1.6 Проектирование защиты и укрепления земляного полотна и водоотводных сооружений следует выполнять с использованием рекомендаций специальных инструкций, материалов научно-исследовательских организаций и опыта работы строительных и эксплуатационных организаций на аналогичных сооружениях.

17.2 Защитные конструкции и мероприятия

17.2.1 Защитные конструкции и мероприятия следует предусматривать при проектировании земляного полотна на участках проявления или возможного развития оползней, обвалов, осыпей, селевых потоков, снежных лавин, а также в районах воздействия сейсмики, водотоков и водоемов в соответствии с требованиями [8].

17.2.2 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 (контрбанкеты, контрфорсы, подпорные стены и др.);

- укреплениегрунтов (электрохимическое цементацией, силикатизацией, обжигом и др.);
- агролесомелиорацию;
- берегоукрепительные сооружения и мероприятия (при вредном влиянии на склон деятельностиморей, водохранилищ, рек и озер).

17.2.3 При проектировании противообвальных и противоосыпных сооружений и мероприятий в качестве вариантов следует рассматривать:

- укрепительные сооружения и мероприятия (поддерживающие и подпорные стены, контрфорсы, пломбы, опояски, анкерные крепления, сваи и шпоны, инъецированиетрещин);
- защитные конструкции и мероприятия для выемок (одевающие или облицовочные стены, покрытия откосов и склонов различными вяжущими – аэроцементом, торкрет-бетоном, набрызг-бетоном, агролесомелиорация);
- улавливающие сооружения (улавливающие, барьерные и оградительные стены, траншеи, рвы и валы, сетчатые ограждения, надолбы);
- противообвальныегалереи;
- мероприятия по предупреждениюгорных обвалов (профилактическаяочистка склонов и откосов от неустойчивых в обвальном отношении элементов горных пород, обрушение крупных глыб и скальных массивов, угрожающих обвалами, уположение скальных откосов).

При проектировании подпорных, поддерживающих и улавливающих стен, взамен традиционных, допускается использовать армогрунтовые конструкции с применением в качестве армирующих полотнищ геосинтетических материалов, стеклотканей и стеклопластиков, в том числе в комбинации с неткаными синтетическимиматериалами.

17.2.4 При проектировании земляного полотна в районах возможных селевых потоков необходимо предусматриватьследующие противоселевыеконструкции и мероприятия:

- селепропускныесооружения – в виде каналов и мостов для пропуска селевых потоков, селеспусков (применениетруб для пропуска селевых потоков не допускается);
- селезадерживающие сооружения, образующие селехранилища, - в виде плотин из грунта, скальных обломков, бетона, железобетона;
- селенаправляющиесооружения (направляющие дамбы, шпоры, каналы);
- стабилизирующиесооружения (система запруд);
- мероприятия по предотвращениюобразования селевых потоков (агролесомелиорация, организацияохранных зон, устройствоповерхностноговодоотвода).

17.2.5 Противолавинные сооружения в зависимости от их назначения подразделяются на следующиевиды:

- регулирующие отложения снежного покрова (снегосборные и выдувающие, кусты и др.);
- удерживающие снег на склонах (снегоудерживающие щиты или так называемые мосты и решетки, сетки, стены, заборы, земляныетеррасы);
- изменяющие направление движения лавин (лавинорезы, отбойные дамбы, направляющиестены);
- тормозящие лавины (надолбы, клинья, бугры из рыхлого грунта или каменной наброски, лавиногасители, дамбы);
- пропускающиелавины над или под защищаемымобъектом (галереи, эстакады).

17.2.6 Методика расчетов указанных конструкций приведена в соответствующих инструкцияхпо проектированиюзащитных сооружений.

17.3 Укрепление земляного полотна и водоотводных сооружений

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

- создание дернового покрова посевом многолетних трав;
- покрытие слоем щебенисто-древесных и глинистых грунтов, торфогрунтовыми смеси;
- сборную железобетонную решетку в комплексе с посевом трав или с засыпкой ячеек щебенкой;
- пневмонабрызг вяжущими по заанкеренной сетке;
- обработку грунтов вяжущими материалами;
- древесные и древесно-кустарниковые насаждения;
- армирование и укрепление откосов геосинтетическими материалами в различных комбинациях.

17.3.2 Наименее дорогостоящим 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. Для откосов высоких насыпей и глубоких выемок, а также при необходимости создания дернового покрова в короткие сроки нормы высева семян следует увеличивать в 2-3 раза.

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

В засушливых районах юга гидропосев следует предусматривать в весенно-зимний период в оптимальные агротехнические сроки и в обоснованных случаях допустимо включение этих работ в послепусковой комплекс.

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

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

Для мульчирования рекомендуется использовать древесные опилки и торфяную крошку.

В районах подвижных песков укрепление гидропосевом откосов и непосредственно прилегающих к земляному полотну полос шириной не менее 3,0 м производится по слою глинистых грунтов.

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

17.3.4 В тех случаях, когда укрепление откосов гидропосевом трав неприменимо по грунтовым условиям (при наличии легковыветрелых скальных грунтов, жирных глин, песков гравелистых, песков, уложенных в насыпь способом гидронамыва), посев трав может быть осуществлен по предварительно нанесенному на откосы слою растительного грунта толщиной (10-15) 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.

17.3.5 Сплошную дерновку плашмя следует применять в исключительных случаях при наличии дерна в непосредственной близости от строительного объекта, возможности механизированного выполнения трудоемких процессов и экономической целесообразности для укрепления откосов:

- выемок в глинистых переувлажненных грунтах;
- насыпей и берм периодически подтопляемых на короткий период времени (до 30 суток) при высоте волн не более 0,30 м и скоростях течения воды вдоль полотна, не превышающих допускаемые.

17.3.6 Покрытие откосов крупнообломочными (галечнико-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 слабовыветрелыми разностями. При отсутствии в районе строительства крупнообломочных грунтов допускается устройство неразвеваемых покрытий из торфогрунтовых смесей.

17.3.7 Глинистые грунты применяются для защиты от выдувания песчаных (в том числе пляжных) откосов в комплексе с созданием дернового покрова, предотвращающего эрозию. В засушливых районах глинистые грунты наряду с другими тяжелыми неразвеваемыми грунтами (гравийными, дресвяными) применяются также для укрепления основной площадки земляного полотна *железных* дорог и откосов.

Толщина слоя защиты 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.

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

17.3.9 Применение вяжущих материалов рекомендуется для закрепления песчаных откосов в комплексе с посевом семян 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, средства барьерной защиты в виде пескозадерживающих устройств.

17.3.10 Укрепление откосов земляного полотна может осуществляться с применением геосинтетических материалов в различных комбинациях [9].

Армирование геосинтетикой откосов производят при необходимости увеличения их крутизны в стесненных условиях и при использовании грунтов повышенной влажности.

Укрепление откосов выемок в выветрелых и легковыветрелых скальных грунтах может быть выполнено пневмонабрызгом по заанкеренной сетке (в том числе из геосинтетики).

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

17.3.11 При устройстве насыпей в песчаных районах их откосы необходимо укреплять защитными слоями из связных или крупнообломочных грунтов.

При этом влажность грунта должна быть близкой к оптимальной, поэтому наиболее рационально устраивать защитный слой и укреплять откосы в весенне-зимний период сразу после возведения насыпи из песка.

Толщина защитных слоев (в сантиметрах) должна быть не менее:

Глины и суглинки тяжелые.....10

Суглинки и супеси пылеватые.....15

Супеси легкие крупные и легкие 20

Гравийно-щебеночные, песчаные смеси.....10

При недостатке влаги грунт перед уплотнением увлажняют до оптимальной влажности. Плотность грунта защитного слоя должна составлять не менее 0,95 от максимальной при стандартном уплотнении.

Надежность противоэрозионной защиты повышается при укреплении грунтов защитного слоя вяжущими материалами. Толщина укрепленных слоев (в сантиметрах) должна быть не меньше:

- суглинки и супеси, укрепленные битумом (4-8) % или цементом (6-8) % - (10-12)см;

- барханные пески, укрепленные жидким битумом (3-4) %, цементом (8-10) %, цементом в смеси с известью (7 % + 3 %) или битумной эмульсией (5-6) % – (12-15)см.

17.3.12 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 (15-20) см. Такое же укрепление рекомендуется для обочин и откосов защитного слоя, устраиваемого под балластной призмой *железных* дорог.

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

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

17.3.14 Водоотводные канавы и кюветы следует укреплять немедленно после их устройства.

Для укрепления дна и откосов водоотвода применяются:

- при скоростях течения воды до 0,8 м/с – посев и гидропосев многолетних трав;

- при скорости течения воды до 2,0 м/с – обработка грунтов вяжущими материалами;

- при скорости течения воды более 2,0 м/с – тощий монолитный бетон, бетонные и асфальтобетонные плиты, а так же сборные железобетонные лотки.

18 Фильтрующие насыпи

18.1 Фильтрующие насыпи допускается применять в качестве водопропускных сооружений на дорогах III и низших категорий при пересечении логов, местных понижений, а также постоянных водотоков с расчетным расходом:

- не более 10 $м^3/с$ при залегании в основании земляного полотна прочных скальных, крупнообломочных грунтов, крупных и средней крупности песков, плотных глин и суглинков;

- не более 3 $м^3/с$ – на торфяных и заторфованных грунтах.

При необходимости пропуска расхода воды более 10 $м^3/с$ следует применять комбинированные фильтрующие насыпи с водопропускными трубами.

18.2 Возможность и целесообразность применения фильтрующих насыпей необходимо устанавливать в зависимости от местных условий на основе сравнения вариантов с учетом эксплуатационных расходов, срока службы сооружений и условий их текущего содержания.

Применение фильтрующих насыпей наиболее целесообразно

- в районах с наличием местных скальных слабовыветрелых грунтов в качестве материала насыпи;

- в случаях необходимости выполнения строительных работ в зимнее время;

- на участках где в последующем потребуется смягчение продольных уклонов дороги или ожидается появление более тяжелых транспортных средств, требующих перестройки мостов и труб;

- в сейсмических районах.

18.3 Фильтрующие насыпи в зависимости от очертания лога и принятой технологии производства работ устанавливают прямоугольного, параболического, треугольного или трапецеидального поперечного сечения.

18.4 Размеры фильтрующей части сооружения необходимо определять гидравлическим расчетом на пропуск расчетных расходов воды с вероятностью превышения 2 %. В случае преобладания ливневого стока на участках залегания прочных грунтов (см. 5.5.3) расчетный расход допускается определять с учетом аккумуляции. При этом уменьшение расхода допускается не более чем в три раза.

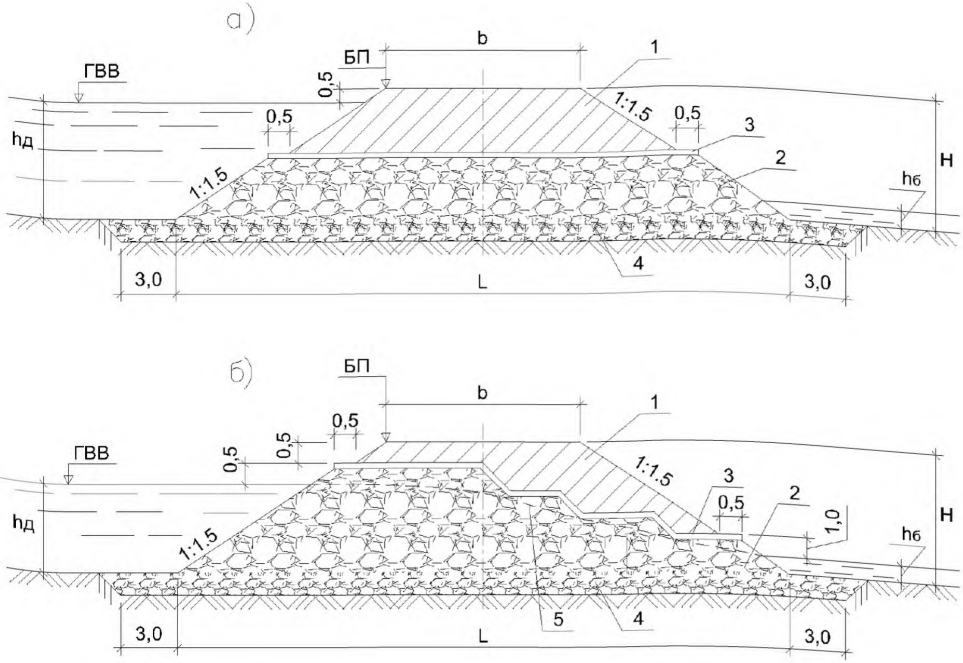
При расчетах по расходам других видов стока аккумуляция воды не должна учитываться.

На участках залегания торфяных и заторфованных грунтов размеры фильтрующей части следует устанавливать без учета аккумуляции расхода, но с запасом на осадку сооружения.

При расчетном расходе 0,5 $м^3/с$ и менее размеры сооружения следует устанавливать конструктивно.

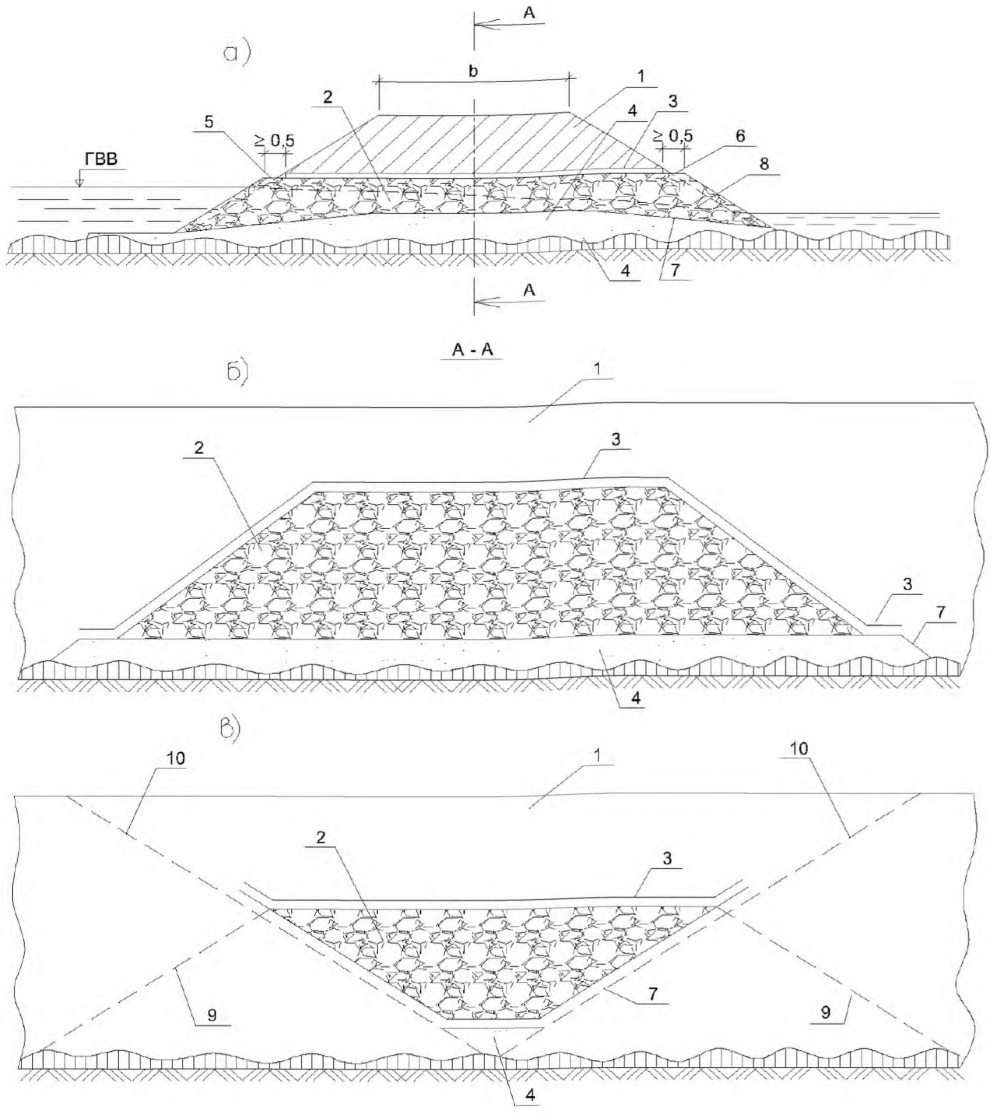
18.5 Фильтрующие насыпи можно применять напорные (рисунок 18.1, а) и безнапорные (рисунок 18.1, б).

Напорные фильтрующие насыпи, имеющие большую водопропускную способность и требующие меньшего расхода камня по сравнению с безнапорными, целесообразно применять в местах пересечения глубоких логов. На равнинных участках трассы в местах залегания торфяных грунтов следует применять безнапорные фильтрующие насыпи (рисунок 18.2, а).



а – напорных; б – безнапорных;
1 – земляное полотно;
2 – фильтрующая часть насыпи;
3 – изоляционный материал;
4 – укрепление основания;
5 – кривая дисперсии;
ГВВ – расчетный горизонт высоких вод перед сооружением;
$h_д$ – допускаемая глубина потока перед насыпью;
$h_б$ – бытовая глубина потока;
L – длина фильтрующей насыпи;
$Б_п$ – бровка профильная

Рисунок 18.1 – Продольный разрез фильтрующих насыпей



а – продольный разрез; б и в – разрезы по А-А в случаях (соответственно) возведения фильтрующей насыпи до отсыпки земляного полотна и при размещении фильтрующей насыпи в прогале между соответствующими участками насыпи;
1 – дорожная насыпь; 2 – фильтрующая часть водопропускного сооружения;
3 – изоляционный материал; 4 – песчаная или галечнико-гравийная подушка над верхом кочек, отсыпаемая на поверхность растительно-мохового покрова; 5, 6 – оголовки фильтрующей части (входной и выходной), вступающие за плоскость откосов дорожной насыпи в виде берм; 7 – изоляция верха и боков подушки и откосов насыпи; 8 – кривая депрессии водного потока в пределах сооружения;
9 – откосы оголовков фильтрующей части сооружения; 10 – откосы подходных участков насыпи до возведения фильтрующей насыпи

Рисунок 18.2 – Схема устройства фильтрующей насыпи на торфяных и заторфованных грунтах

18.6 Для фильтрующих насыпей следует предусматривать использование скальных обломков примерно одинакового размера (0,25-0,40)м, морозостойкихи неразмягчаемых

В проектах необходимо учитывать, что заполнение пустот между камнями в теле фильтрующих насыпей обломками меньших размеров не допускается. Сверху и боков фильтрующей части насыпи следует предусматривать устройство изоляции. Изоляция из мха, волокнистого торфа, дерна толщиной 0,1 м, укладывается на подготовку из щебня, гравия, камня слоем 0,3 м. В качестве изоляции могут быть использованы геосинтетические материалы (см. приложение Ж).

Тело фильтрующей части насыпи должно выступать с обеих сторон земляного полотна в виде берм не менее чем на 0,5 м после завершения осадки сооружения.

Основание фильтрующей насыпи и русло водотока должны быть укреплены на 3 м в верхнем и нижнем бьефах от размыва в соответствии с расчетной скоростью движения воды через насыпь. При этом растительный слой на участках с сильно размываемыми грунтами удалять не допускается.

Если верх фильтрующей насыпи располагается на уровне бровки полотна, то над фильтрующей частью на участках 5,0 м в обе стороны от нее необходимо предусматривать отсыпку балластного слоя из щебня.

18.7 В проекте производства строительных работ следует предусматривать возведение фильтрующих насыпей способом свободной наброски скальных обломков или валунного грунта, а в случаях применения скальных обломков плитного типа – укладку их горизонтальными рядами с максимальным сохранением пустот.

18.8 Откосы земляного полотна от подошвы до верха фильтрующей части сооружения, а для напорных – на 0,5 м выше горизонта воды при расчетном расходе необходимо укреплять бетонными или железобетонными плитами на участках в соответствии с [3].

18.9 С нагорной стороны фильтрующих насыпей при необходимости следует предусматривать илоудерживающие устройства в виде вала высотой не менее 0,4 м (например, из камня), охватывающие полукольцом входное отверстие сооружения на расстоянии около 2,0 м.

19 Земляное полотно для железнодорожных узлов и станций

19.1 Для проектирования земляного полотна в пределах раздельных пунктов в дополнение материалам, используемым при проектировании земляного полотна на перегонах, необходим следующие исходные данные:

- план в горизонтальных с показанием существующих и проектируемых путей, зданий, сооружении 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, при необходимости карта гидроизогипс с показанием на плане инженерно-геологических выработок.

19.2 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.

19.3 Станционные площадки следует проектировать в плане на прямой, а в профиле – насыпями.

В обоснованных случаях проектом необходимо предусматривать устройства для защиты от заносимости снегом и песком с учетом силы и направления ветров в регионе.

На подвижных и малоподвижных песках станционные площадки следует, проектировать на нулевых отметках и насыпях высотой до 0,9 м, в подвижных песках – насыпями высотой более 1,0 м.

19.4 Земляное полотно новых раздельных 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 стандарта.

19.5 Ширину земляного полотна (поверху) на раздельных пунктах следует устанавливать в соответствии с проектируемым путевым развитием в зависимости от числа 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 [1] (см. таблица 4.1), а в пределах стрелочных улиц, вытяжных путей и крайних сортировочных путей – не менее 3,6 м линий всех категорий.

19.6 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 1,0 м от конца шпал с каждой стороны на протяжении от места расцепки вагонов до горба 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 безотцепочного ремонта вагонов в поездах.

19.7 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 [1] (см. таблица 4.2), а на двух- и многопутных участках, кроме того, на величину уширения междупутий в кривых как между главными, так и станционными путями.

19.8 Поперечное очертание верха земляного полотна станционных площадок в зависимости от числа путей и вида грунта земляного полотна следует проектировать одно- и двускатным. При значительной ширине площадки допускается применение килообразного поперечного профиля с сооружением в междупутьях с пониженными отметками закрытых продольных водоотводов (лотков и дренажей) с уклоном не менее 2 ‰, 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 с двухскатными 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 планировать с двухскатными 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 двухскатными; уклон ската необходимо проектировать по направлению от здания во внешнюю сторону; при значительных по ширине площадок целесообразно применять пилообразный профиль.

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

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

19.9 Поверхности земляного полотна следует придавать поперечный уклон в сторону водоотводов в зависимости от вида грунта земляного полота, климатических зон и числа путей, располагаемых в пределах каждого ската, в соответствии с таблицей 19.1.

Таблица 19.1

Грунт земляного полотна	Климатические зоны*	Максимальное число путей на одном скате	Уклон верха земляного полотна, ‰
Дренирующий	Засушливые	10 и более	0
	Все остальные	10	0-10
Недренирующий**	Засушливые	10-8	10
	Все остальные	8-6	20
* К засушливым отнесены зоны при количестве осадков до 300 мм. **В незасушливых районах в обоснованных технико-экономическими расчетами случаях допускается уменьшение поперечного уклона до 0,01 и увеличение его до 30 ‰.			

19.10 Отдельные станционные пути, парки и другие устройства станций допускается проектировать в разных уровнях. При этом размеры междупутий и расстояний между парками следует устанавливать 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 песком и других устройств.

19.11 Водоотводные устройства в пределах раздельных пунктов следует проектировать согласно требованиям раздела 16.

20 Земляное полотно внешних (подъездных) путей железных дорог

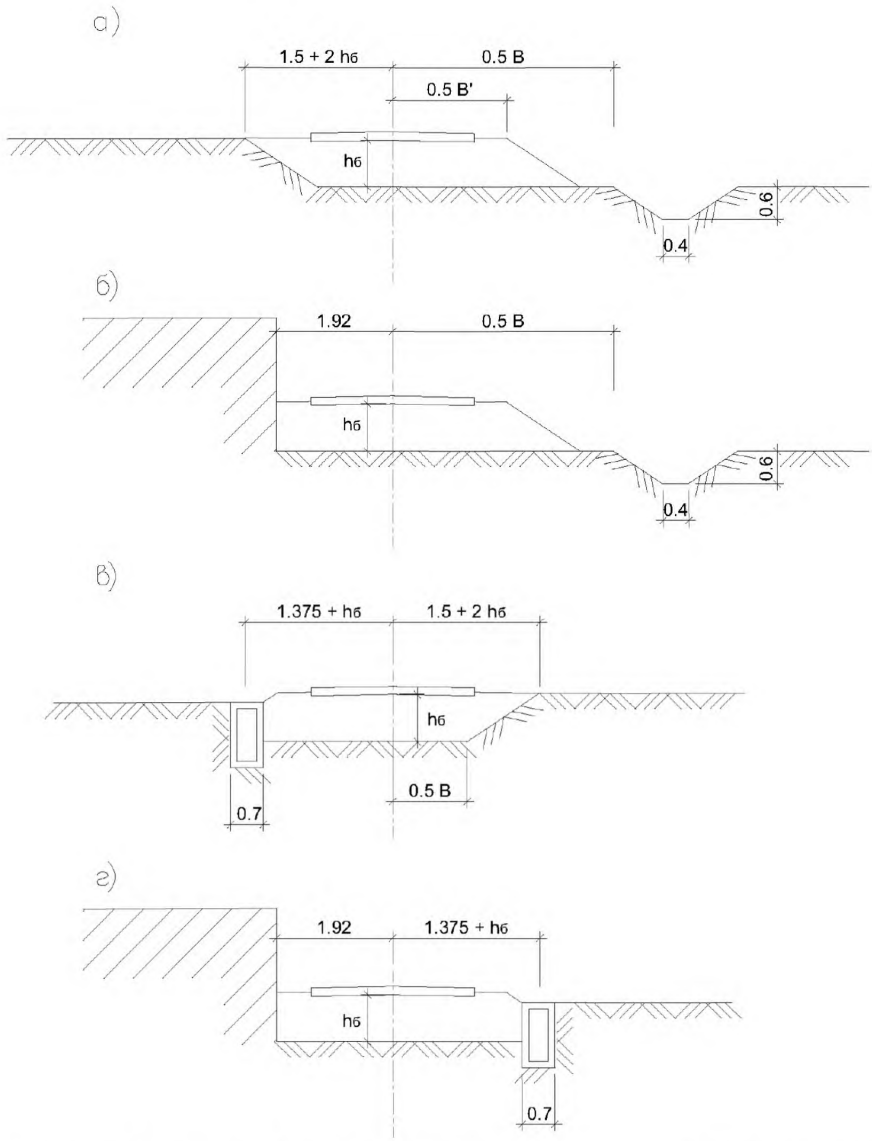
20.1 К внешним (подъездным) путям относятся *железнодорожные* пути, предназначенные для внешних перевозок грузов предприятий и организаций и соединяющие станцию (пункт) примыкания *железных* дорог общей сети с промышленной станцией, а при ее отсутствии – с погрузочно-разгрузочными путями или со стрелочным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

20.2 Внешние (подъездные) пути, имеющие 5-10-летнюю перспективу включения в общую сеть *железных* дорог страны или предназначенные для пассажирского движения, следует проектировать по [1] для соответствующей категории линии.

Земляное полотно этих подъездных путей следует проектировать по нормам настоящего стандарта.

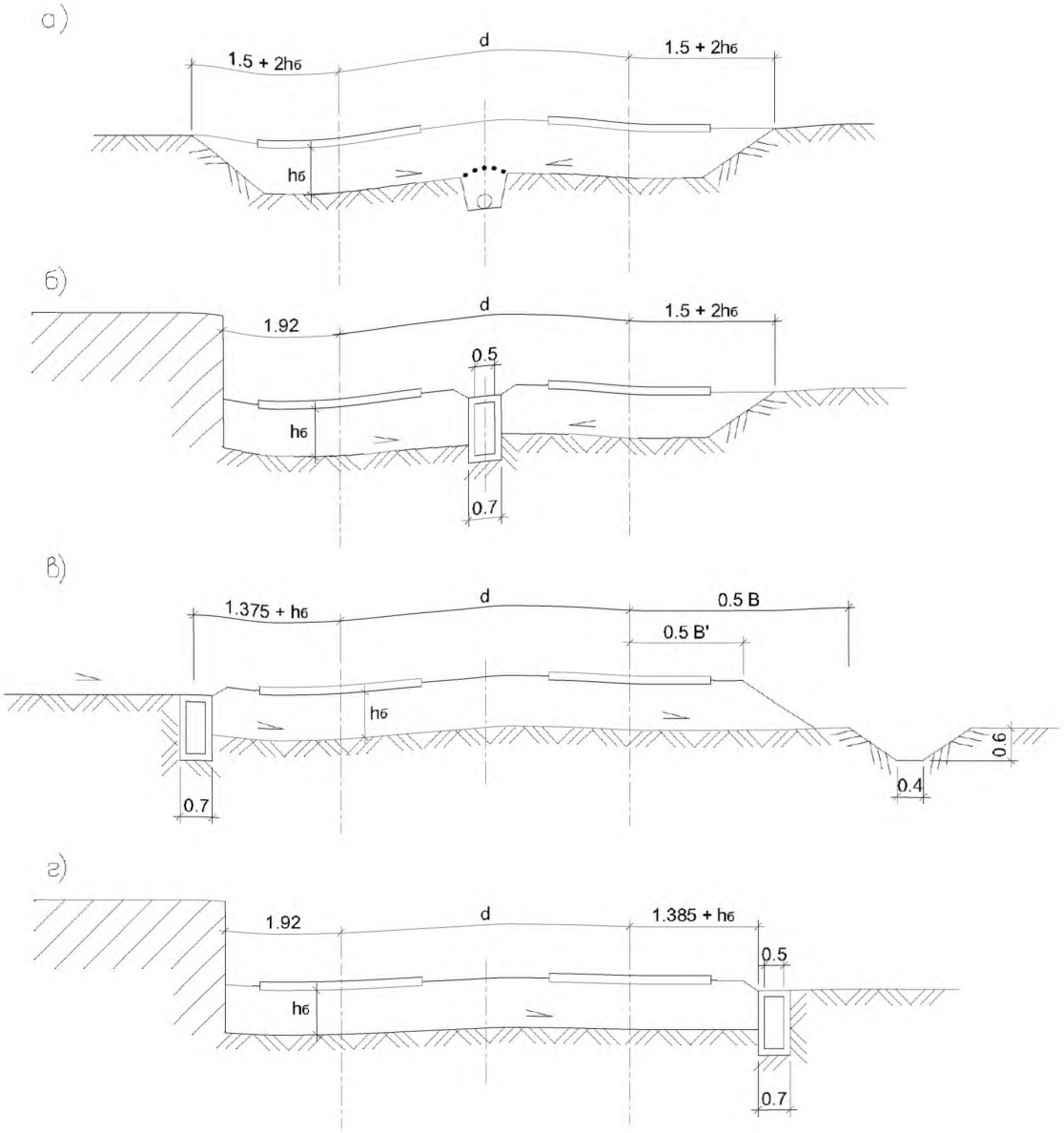
20.3 Конструкцию земляного полотна назначают с открытой балластной призмой в увязке с рельефом местности, плановыми и высотными отметками других действующих и проектируемых сооружений и коммуникаций и общими решениями по организации водоотвода в районе строительства.

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 устанавливать с заглубленной или полузаглубленной балластной призмой и надежным водоотводом с применением железобетонных лотков (см. рисунки 20.1 и 20.2).



Однопутный участок: а, б – с отводом воды кюветом; в, г – с отводом воды лотком;
$h_б$ – толщина балластного слоя; B – ширина земляного полотна;
B′ – ширина балластной призмы

Рисунок 20.1 – Земляное полотно с заглубленной и полузаглубленной балластной призмой



Двухпутный участок: а – с отводом воды дренажом; б, г – с отводом воды лотком;
в – с отводом воды лотком и кюветом;
$h_б$ – толщина балластного слоя;
d - междупутье; В – ширина земляного полотна; B' - ширина балластной призмы

Рисунок 20.2 – Земляное полотно с заглубленной балластной призмой

20.4 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 (30 тс).

20.5 Земляное полотно внешних (подъездных*) железнодорожных* путей, не имеющих перспективы включения в общую железнодорожную сеть страны (20.2), а также внутренних путей предприятий и организаций, проектируются и сооружается по [10].

21 Особенности проектирования земляного полотна, возводимого в зимнее время

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

21.2 На зимний период целесообразно относить следующие работы:

- разработку выемок и карьеров в песках, гравийно-галечных и скальных 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 заболоченных участках;
- 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 3,0 м;
- возведение насыпей из резервов;
- планировку земляного полотна из глинистых грунтов и пылеватых песков;
- устройство неглубоких канав и русел.

21.3 Для насыпей, возводимых в зимнее время, допускается применять следующие грунты из выемок или карьеров: разрыхленные скальные грунты (независимо от степени выветрелости), крупнообломочные, крупнообломочные с песчаным заполнителем, пески крупные и средние, а также сыпучемерзлые мелкие и пылеватые пески.

Допускаются также глинистые грунты, имеющие влажность не свыше границы раскатывания (для *железных* дорог) и не более 1,1 от оптимальной (для *автомобильных* дорог), мелкие неводонасыщенные пески.

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 грунтом, или крупнообломочным с песчаным заполнителем.

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

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

21.4 Высота насыпей, возводимых в зимнее время из глинистых грунтов, не должна превышать значений, приведенных в таблице 21.1.

Таблица 21.1

Климат района	Среднегодовая температура воздуха, ^{0}С	Наибольшая высота насыпи из глинистых грунтов, м
Суровый	Ниже – 2	2,5
Холодный	От – 2 до +1	3,5
Умеренный	От +1 до +5	4,5
Теплый	Выше +5	Без ограничений

Примечание – Температуру воздуха среднюю за год следует устанавливать по данным приложения А или по данным ближайшей метеостанции

21.5 При необходимости возведения в зимнее время насыпей или слоев мощностью свыше значений, указанных в таблице 21.1, следует предусматривать использование дренирующих грунтов, а при их отсутствии необходимо:

- в качестве объектов для производства работ в зимнее время устанавливать насыпи на прочном основании (5.5.3);
- предусматривать соответствующий запас на осадку грунтов (по высоте насыпи или ширине поверху) для *железных* дорог;
- предусматривать уположение откосов или устройство берм, определяемых по расчету;
- проектировать защитные слои под основной площадкой насыпей *железных* дорог.
- проектировать верхнюю часть насыпи на высоту 1,0 м из талого грунта с отсыпкой этого слоя в теплое время года и уплотнением до установленных норм (подраздел 5.3), а при необходимости укладки *железнодорожного* пути и зимнее время – верхнюю часть насыпи толщиной не менее 1,0 м возводить из дренирующих грунтов.

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

- (5-6) % - при глинистых грунтах;
- (4-5) % - при песках, крупнообломочных грунтах с песчаным и глинистым заполнителем и легковыветривающихся.

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

21.7 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 с размерами не более 0,2 м.

21.8 В необходимых случаях следует предусматривать специальные мероприятия по снижению глубины промерзания в карьерах и выемках (предварительное рыхление поверхностного слоя грунта – на глубину (35-40) см до его промерзания, покрытие поверхности теплоизоляционными материалами и др.).

21.9 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 должно быть также выполнено предусмотренное проектом укрепление откосов.

21.10 При проектировании земляного полотна необходимо учитывать специфику технологии выполнения земляных работ в зимнее время и устанавливать следующие требования:

- работы должны выполняться непрерывно, высокими темпами с концентрацией производственных средств на узком фронте;

- разработку боковых резервов возможно выполнять при отсутствии смерзания грунтов или в начале зимнего периода при температуре близкой к 0 ^{0}С;

- основания под насыпи должны подготавливаться в летнее время, а перед началом работы очищаться от снега и льда;

- насыпи на сильно и чрезмерно пучинистых грунтах в районах с глубиной промерзания свыше 1,5 м нижние слои насыпи (1,2-1,5) м следует устраивать до наступления устойчивых отрицательных температур;

- насыпи из всех грунтов необходимо возводить горизонтальными слоями на полную ширину поперечного сечения с уплотнением каждого слоя;

- толщину отсыпаемого слоя насыпи устанавливать по результатам пробного уплотнения в зависимости от интенсивности отсыпки, температуры воздуха, дальности транспортировки грунта, типа и мощности уплотняющих машин;

- уплотнение производить тяжелыми машинами (машинами трамбующего действия, решетчатыми катками и др.), независимо от способа отсыпки и высоты насыпи;

- укладку в насыпь комьев мерзлого грунта не допускать, если их линейные размеры превышают 0,2 м или две трети толщины уплотняемого слоя;

- планировку насыпи следует выполнить только после полного оттаивания грунта;

- насыпи на поймах рек в пределах затопления, а также регуляционные земляные сооружения возводить в зимнее время только из скальных и крупнообломочных грунтов, а также крупного и средней крупности песков.

21.11 При расчете предельной дальности перевозки грунта следует учитывать следующие соотношения (см. таблица 21.2):

При сильном ветре (3-4) балла указанные в таблице 21.2 промежутки времени следует уменьшать в 2 раза.

Таблица 21.2

Температура воздуха, ^{0}С	-5	-10	-20	-30
Начало смерзания грунта, мин	90	60	40	20
Время от выемки грунта до окончания его уплотнения, мин	120-180	60-120	60	

22 Земляное полотно для вторых путей и реконструируемых *железных* и *автомобильных* дорог

22.1 Земляное полотно *железных* дорог

22.1.1 Земляное полотно для вторых путей *железных* дорог следует проектировать с соблюдением норм и требований других разделов настоящего стандарта в отношении выбора грунтов, их плотности и влажности в теле земляного полотна, возвышения бровки над уровнем воды, крутизны откосов, конструктивных размеров земляного полотна и других основных параметров и мероприятий, обеспечивающих прочность и устойчивость земляного полотна.

22.1.2 Земляное полотно для второго пути необходимо проектировать в увязке с утвержденными решениями по реконструкции пути и использованию земляного полотна существующей *железной* дороги, в том числе с учетом следующих схем размещения второго пути.

Схема I – на общем земляном полотне и в одном уровне с существующим путем. Эта схема является основной, и ее следует применять на участках с благоприятными

инженерно-геологическими условиями и условиями эксплуатации существующего земляного полотна.

Схема II – в разных уровнях, с использованием существующего земляного полотна. По такой схеме следует проектировать земляное полотно в местах реконструкции существующего пути, в пределах путепроводных развязок и т.п. на участках с благоприятными инженерно-геологическими условиями.

Схема III – на раздельном полотне. Такую схему необходимо применять при проектировании второго пути в пределах:

- подходов к большим и средним мостам на раздельных опорах;

- участков со слабым основанием и в других неблагоприятных инженерно-геологических условиях, когда не может быть гарантирована устойчивость существующего земляного полотна в условиях его нормальной эксплуатации при сооружении земляного полотна второго пути;

- участков с руководящим уклоном второго пути, не равным руководящему уклону существующего пути.

Схема IV – на общем двухпутном полотне по новой трассе при обходе участков, неблагоприятных по инженерно-геологическим и другим условиям.

Выбор схемы размещения второго пути должен быть обоснован технико-экономическими расчетами.

Раздельное однопутное и новое двухпутное земляное полотно следует проектировать в соответствии с требованиями [1].

22.1.3 При проектировании второго пути и переустройстве существующего земляного полотна необходимо предусматривать максимальное использование существующих водоотводных, осушительных, укрепительных, противодеформационных, защитных и других устройств. Если существующие водоотводные и осушительные устройства не обеспечивают надлежащего отвода воды от земляного полотна, в том числе из пазух и междупутий, необходимо предусматривать их реконструкцию или устройство новых.

В местах скопления воды у земляного полотна, когда нецелесообразно устройство продольного водоотвода, необходимо предусматривать устройство новых водопропускных сооружений.

Водоотводные устройства следует проектировать в соответствии с требованиями раздела 16.

22.1.4 Ширину земляного полотна следует устанавливать согласно требованиям раздела 6 с учетом схемы размещения второго пути, необходимости уширения земляного полотна на величину междупутья и его уширения в пределах кривых, а также для размещения обочины и откоса полотна на участках расположения путей в разных уровнях.

При этом минимальную ширину обочины существующего земляного полотна со стороны, противоположной расположению проектируемого второго пути, необходимо устанавливать не менее 0,50 м при наибольшей толщине балластной призмы.

22.1.5 Поперечные профили земляного полотна, способы подготовки основания и другие мероприятия по обеспечению устойчивости земляного полотна в сложных и неблагоприятных условиях следует проектировать с учетом местных условий в случаях, перечисленных в 7.3, и, кроме того, при размещении:

- насыпей для второго пути с низовой стороны существующей насыпи при высоте ее откоса более 6,0 м на косогорах крутизной от 1:3 до 1:5, на участках существующих насыпей на болотах, возведенных на сланях или песчаных дренах; в пределах неустойчивых существующих насыпей, а также имеющих шлейфы на откосах разнородного грунта мощностью более 0,5 м; в местах размещения существующих фильтрующих насыпей; насыпей высотой более 8 м из глинистых грунтов;

- выемок в пределах участков существующего полотна, подверженного деформациям; участков, где выполнена замена глинистого грунта основания дренирующим или осуществлены противодеформационные устройства (дренажи и т.п.).

22.1.6 Для проектирования земляного полотна под второй путь, в дополнение к материалам, используемым при проектировании земляного полотна новых железных дорог, необходимы:

- поперечные профили земляного полотна существующего пути с показанием на них балластных корыт, песчаных шлейфов и инженерно-геологических характеристик оснований и тела земляного полотна;

- пикетное описание существующего земляного полотна с подробной геотехнической характеристикой его основания, основной площадки и балластного слоя, типов и конструкций укреплений откосов, состояния водоотводов и их укреплений, данных по всем видам существующих противодеформационных и защитных мероприятий, их состоянию, эффективности работы и т.п.

- пояснительные записки с подробным описанием каждого участка деформирующегося земляного полотна, а также участков со сложными инженерно-геологическими условиями, в пределах которых следует применять противодеформационные мероприятия.

22.1.7 Насыпи под второй путь следует проектировать в виде присыпок к существующему полотну применительно к поперечному профилю (см. рисунок 22.1).

Ширину присыпок следует устанавливать в зависимости от высоты и крутизны откосов, состояния и свойств используемых грунтов, местных климатических условий, а также от параметров строительных и транспортных средств и организации строительных работ в условиях эксплуатируемого земляного полотна. При этом необходимо предусматривать:

- ширину междупутья в пределах кривых с учетом 6.2.5;

- возможность механизированного выполнения земляных работ при ширине присыпок не менее приведенных в таблице 22.1;

- мероприятия, обеспечивающие устойчивость нового и существующего земляного полотна.

Таблица 22.1

Вид используемого грунта	Ширина присыпки в м
Скальный	3,5
Дренирующий	3,5
Недренирующий	4,0

Уменьшение ширины присыпок, установленной в таблице 22.1 допускается в обоснованных случаях:

- на участках переключения сторонности пути на перегонах;

- при досыпке дренирующим грунтом насыпей высотой до 4 м, сложенных такими же грунтами.

При этом необходимо предусматривать соответствующую организацию строительных работ.

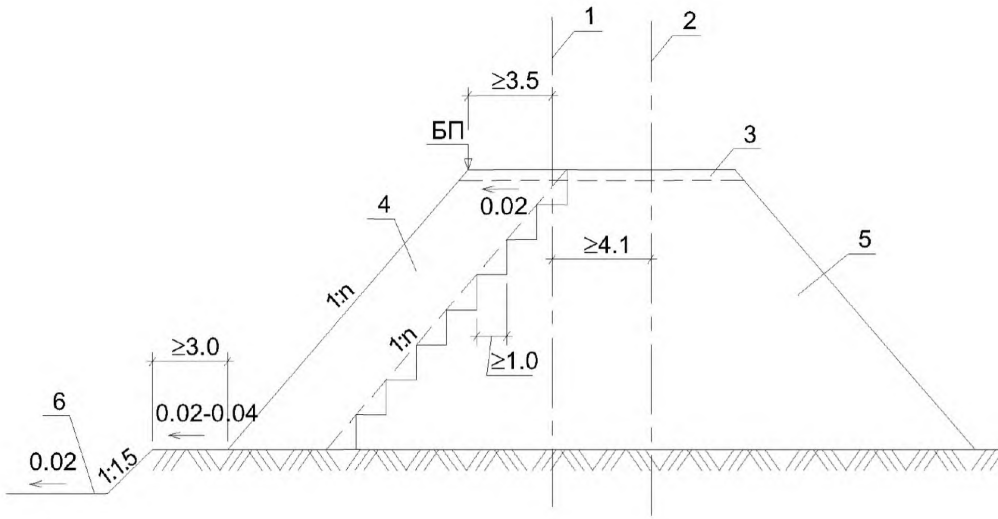
22.1.8 Для насыпей под второй путь необходимо использовать грунт, удовлетворяющий требованиям раздела 5 настоящего стандарта.

Верхнюю часть земляного полотна второго пути следует проектировать с применением дренирующего грунта или других конструктивных решений, в том числе трубофильтров, обеспечивающих надежный отвод поверхностной воды в случаях, когда:

- верх существующей насыпи из недренирующего грунта имеет поверхность выпуклую или наклонную в сторону второго пути;

- основная площадка существующего полотна деформирована и сложена загрязненным балластным материалом или дренирующим грунтом.

В районах с засушливым климатом необходимость применения дренирующего грунта для верхней части земляного полотна второго пути должна быть обоснована технико-экономическими расчетами.



1 – ось второго пути; 2 – ось существующего пути; 3 – дренирующий грунт;
4 – проектируемая присыпка; 5 – существующая насыпь; 6 – резерв или канава

Рисунок 22.1- Поперечный профиль насыпи, уширяемой под второй путь

22.1.9 Основной площадке проектируемого полотна из глинистых и других недренирующих грунтов необходимо придавать поперечный уклон от существующего полотна – 40 % о. Основную площадку насыпей из скальных и дренирующих грунтов следует проектировать горизонтальной.

22.1.10 Крутизну откосов проектируемой насыпи следует устанавливать согласно таблице 8.1, но не круче устойчивых откосов используемой существующей насыпи.

22.1.11 На откосах существующих насыпей из глинистых грунтов высотой более 1,0 м со стороны присыпки необходимо проектировать уступы шириной от 1,0 до 1,5 м с устройством поперечного уклона, равного (10-20) %о

В пределах насыпей из дренирующих грунтов взамен устройства уступов следует предусматривать удаление с откосов дерна и древесно-кустарниковой растительности, а при отсутствии дерна и растительности – рыхление верхнего слоя грунта на глубину (10-15) см.

22.1.12 Со стороны проектируемого второго пути необходимо предусматривать устройство берм в случаях, когда:

- подошва откоса насыпи второго пути попадает в существующий резерв;

- откос насыпи может иметь длительное (более 20 суток) подтопление водой;

- проектируемая присыпка к существующей насыпи согласно данным расчетов не обеспечивает устойчивость двухпутного земляного полотна;

- насыпь из глинистых грунтов, мелких и пылеватых песков, легковыветривающихся скальных пород имеет откосы высотой более 8,0 м.

При наличии берм у существующей насыпи проектом следует предусматривать уширение их со стороны проектируемого второго пути не менее чем на 3,0 м.

22.1.13 Устойчивость проектируемого земляного полотна на участках с благоприятными инженерно-геологическими условиями следует проверять расчетом в случаях использования глинистых грунтов, когда отношение ширины присыпки полотна под второй путь к ее высоте меньше единицы.

Проверке расчетом подлежат также существующие насыпи из глинистых грунтов высотой более 8 м и присыпки к ним.

22.1.14 В проектах уширения насыпей на заболоченных участках необходимо предусматривать мероприятия, направленные на обеспечение устойчивости полотна и безопасности движения поездов по существующему пути.

При этом в проектах следует определять участки, в пределах которых необходимо проводить систематические наблюдения за состоянием существующего и возводимого полотна во время его строительства и временной эксплуатации.

На болотах I типа (раздел 10) необходимо проектировать вырезку торфа в пределах основания присыпки под второй путь в зависимости от мощности отложений торфа и высоты насыпи, согласно табл. 22.2.

Таблица 22.2 в метрах

Мощность отложений торфа	Высота насыпи,	Глубина вырезки
До 1	≤ 3	До поверхности минерального грунта
От 1 до 4	≤ 3	На величину 0,5 S, где S- величина осадки по оси существующей насыпи
От 1 до 4	3-12	На величину 0,5 S и продольный прорез на глубину S вдоль пути под подошвой откоса присыпки под второй путь

На болотах I типа, если в основании существующей насыпи залегает торф, необходимо:

- проверять расчетом устойчивость существующего полотна при устройстве траншей вырезки под полотно второго пути;

- предусматривать в проекте организации работ выполнение выторфовывания поперечно на участках длиной (10-50) м, в зависимости от мощности, плотности и устойчивости торфа.

На болотах II и III типов глубиной до 4,0 м следует предусматривать удаление верхней корки торфяных отложений и размещение подошвы насыпи на поверхности минерального грунта, а также устройство бермы со стороны второго пути. При этом ширину присыпки под второй путь над поверхностью болота необходимо назначать соответственно требованиям 22.1.7, а ширину бермы – в зависимости от расчетной осадки основания насыпи, но не менее 2,0 м.

22.1.15 Существующие выемки подлежат уширению соответственно требованиям 22.1.4 применительно к поперечному профилю рисунок 22.2.

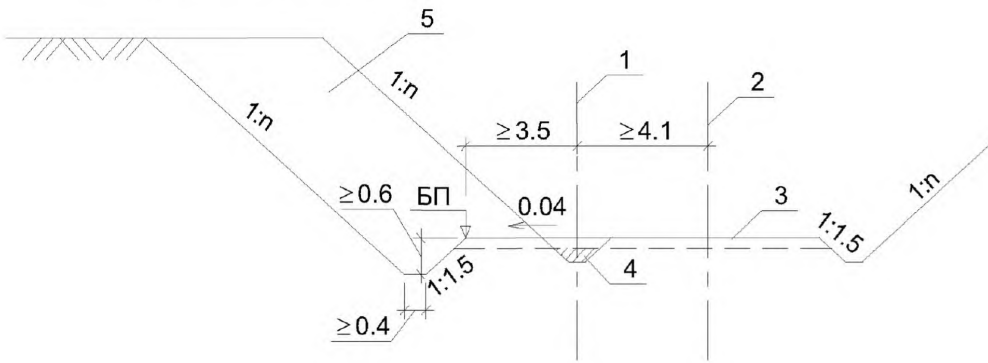
Необходимость и величина уширения выемок сверх установленных минимальных размеров должны быть обоснованы технико-экономическими расчетами с учетом

предусмотренных в проекте механизированных средств и способов производства работ, а также местных природных условий.

22.1.16 Поперечный профиль выемки со стороны второго пути следует проектировать с учетом вида грунта согласно требованиям раздела 9, а крутизну откоса устанавливать по нормам таблицы 9.1, но не круче устойчивых откосов существующей выемки.

22.1.17 Верху земляного полотна под второй путь необходимо придавать поперечный уклон 40 % о в сторону проектируемого кювета. При этом требуется предусматривать засыпку существующего кювета со стороны второго пути грунтом, однородным с грунтом в пределах основной площадки проектируемого полотна, и его уплотнение согласно требованиям раздела 5.

22.1.18 Скальные выемки следует проектировать с расчетом на применение рыхления грунта методом шпуровых и скважинных зарядов и с использованием экскаваторов. В затяжных выемках допускается предусматривать сдвижку на время производства работ существующего пути с ограждением его от повреждений по согласованию уполномоченным органом.



1 – ось второго пути; 2 – ось первого пути; 3 – дренирующий грунт; 4 – кювет в существующей выемке; 5 – проектируемое уширение

Рисунок 22.2 – Поперечный профиль выемки, уширяемой под второй путь

22.2 Земляное полотно *автомобильных* дорог

22.2.1 При реконструкции а*втомобильных* дорог следует максимально использовать существующее земляное полотно, так как:

а) грунты насыпи хорошо уплотнились за годы эксплуатации;

б) сокращаются объемы работ по устройству новых насыпей;

в) исключаются дорогостоящие работы по расширению выемок.

Использование существующего земляного полотна возможно только при условии пригодности грунтов верхней части насыпи (рабочий слой) к длительному периоду эксплуатации до расчетного срока службы существующего типа покрытия реконструируемой дороги. Рабочий слой существующего земляного полотна должен соответствовать требованиям [2] по 7.2.4.

22.2.2 При реконструкции земляного полотна возможны схемы изменения планово-высотного положения существующих насыпей и выемок, приведенные в таблице 22.3.

22.2.3 Вид уширения земляного полотна при проектировании устанавливается на основе сравнения вариантов, с учетом эксплуатационно-транспортных условий на дороге при положении земляного полотна после реконструкции и технологии реконструкционных работ.

22.2.4 При переводе существующей дороги в I категорию всегда требуется строительство нового земляного полотна для одного из направлений движения. При этом существующее земляное полотно и грунты рабочего слоя должны соответствовать требованиям к земляному полотну и грунтам под капитальный тип дорожной одежды; в противном случае – необходимо предусматривать замену грунтов рабочего слоя.

Таблица 22.3

Схема	Ось земляного полотна	Высота насыпи (глубина выемки)	Ширина земляного полотна	Вид уширения земляного полотна*
1	Сохраняется	Сохраняется	Увеличивается	Двухсторонний
2	Сохраняется	Изменяется	Увеличивается	Двухсторонний
3	Переносится (сдвигается)	Сохраняется	Увеличивается	Односторонний (или новое земляное полотно)
4	Переносится (сдвигается)	Изменяется	Увеличивается	Односторонний ** (или новое земляное полотно)

* Без учета нормируемого уширения существующего земляного полотна (кривые в плане или в продольном профиле, дополнительные полосы движения и др.)

** Возможно двухсторонний при большом увеличении высоты насыпи и малой сдвижке оси

Примечание - В таблице не учтен перевод дороги в I категорию, что осуществляется по индивидуальному проекту.

22.2.5 Реконструкция земляного полотна на пересечениях и примыканиях не поддается схематизации и проектируется в индивидуальном порядке.

22.2.6 Часть земляного полотна, не входящая в реконструированное земляное полотно, должна разбираться, а площади рекультивироваться для последующего использования при необходимости. Возможно, что грунт указанной части земляного полотна может быть использован для присыпаемой части насыпи.

22.2.7 При расширении земляного полотна существующие откосы:

- разрыхляются на глубину 0,3 м при большом уширении земляного полотна, толщина слоя присыпки должна быть не менее 1,0 м;
- разрабатываются уступами с высотой (0,3-0,4) м и с уклоном от оси дороги 20 %.

22.2.8 При уширении земляного полотна или его досыпке следует использовать дренирующие грунты. Местные глинистые грунты допускается применять при условии обеспечения однородности новой и существующей насыпи по составу грунтов, их влажности и плотности.

На участках, где плотность грунта существующего земляного полотна ниже требуемой по 5.3, в проекте необходимо предусматривать работы по рыхлению грунта существующего земляного полотна на глубину (30-50) см с последующим уплотнением его до требуемой плотности. Крутизну откосов уширенной части земляного полотна устанавливать по разделу 8.

22.2.9 Уширение земляного полотна выемках производится односторонним, так как при этом более оптимальна технология реконструкционных работ. Двухстороннее расширение

возможно в исключительных случаях, когда этого требует плановое положение дороги. Рекомендуетсяруководствоватьсятребованиями 22.1.15-22.1.18.

22.2.10 При реконструкции земляного полотна автомобильных дорог на заболоченных участках следует руководствоватьсясоответствующими указаниями для железных дорог по 22.1.14.

22.2.11 Подбор грунтов с требуемыми характеристиками влажности и плотности следует выполнять по нормам и требованиям по устройству нового земляного полотна. Укрепление обочин, откосов, устройство водоотводных сооружений (а также реконструкцию, при необходимости, существующих) следует проектировать по соответствующим указаниям настоящего стандарта.

23 Экологические требования при проектировании земляного полотна

23.1 При проектировании земляного полотна в проектах должны предусматриваться конструкции и технологии производства работ, способствующие максимальному сохранению окружающей природной среды.

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

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

23.3 Раздел «Охрана окружающей среды» проекта на строительство объекта должен содержать проектные решения по комплексу проектных мероприятий, обеспечивающих выполнение положений ОВОС по экологической безопасности согласно ГОСТ 17.1.3.06, ГОСТ 17.1.3.07, ГОСТ 17.1.3.13, ГОСТ 17.2.3.01, [5], [11], [12], [13], [14].

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

- наименьшего раскрытия выемок в скальных и рыхлых грунтах;
- устройства насыпей с крутыми откосами, создаваемыми путем соответствующего их закрепления;
- сооружения 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.

23.5 Наименьшее 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 снижению при строительстве:

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

23.6 В тех случаях, когда устойчивый откос земляного полотна не догоняет склон, для сокращения площадок нарушенных полезных земель, снижения воздействия на флору

и фауну, целесообразным является создание и укрепление откосов более крутых очертаний несущими конструкциями – анкерами или заанкеренными подпорными стенами.

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

23.8 При высоте насыпей более 8,0 м целесообразным является вместо устройства насыпей строительство эстакад. Они позволяют экономить большие площади земельных угодий, снижать уровень шума и сократить длину трассы.

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

23.10 Если земляное полотно будет иметь низкое качество и неровную поверхность, то дорожные одежды повторят этот недостаток, в результате чего:

- двигатели автотранспорта при его движении по дороге вынуждены работать в форсажном режиме, что способствует увеличению количества выхлопных газов;
- усиливается износ дорожного полотна;
- усиливается пыление дорожного покрытия;
- увеличиваются объемы ремонтных работ на дороге.

Все это приводит к негативным последствиям для окружающей среды.

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

- нарушение занимаемых земель, отведенных под устройство насыпей и выемок, строительных площадок с временными устройствами и жильем;
- загрязнение воздуха выбросами вредных веществ от работы строительных машин, механизмов, строительной пылью;
- загрязнение водоемов хозяйственно-бытовыми, производственными и дождевыми сточными водами;
- загрязнение строительных площадок и других временно занимаемых территорий бытовыми и строительными отходами;
- вибрация и шум от работы строительных машин и механизмов.

23.12 Проектом должны предусматриваться предварительное снятие почвенного слоя на участках сооружения земляного полотна и на территориях, предназначенных под строительные площадки и временные поселки, а также границы в плане, толщина снятия и места складирования плодородного слоя почвы.

23.13 Нормы снятия плодородного слоя почвы различного типа и механического состава должны соответствовать требованиям ГОСТ 17.5.3.06, а требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ – ГОСТ 17.4.3.02.

23.14 При возведении земляного полотна необходимо следовать природоохранному законодательству Республики Казахстан, использовать общие правила техники безопасности и производственной санитарии для охраны воздушного бассейна, почв, вод хозяйственно-питьевого и культурно-бытового использования.

23.15 При строительстве дорог в целях предохранения сооружения от ветровых выносов и заносов следует производить закрепление откосов и полосы вдоль дороги и использовать другие конструктивно-технологические способы; предусматривать посадку защитных зеленых насаждений вдоль дорог.

23.16 В целях борьбы с плоскостной и струйчатой эрозией при возведении земляного полотна автомобильных и железных дорог следует производить биологическую защиту откосов – укладку дерном и травосеяние.

23.17 При строительстве дорог запрещается нарушать растительный покров способами, которые могут привести к образованию оползней, осыпей, селевых потоков, оврагов, возникновению подвижных песков, снежных заносов, лавин и т.п.

23.18 Запрещается использовать строительные материалы и изделия, не отвечающие требованиям по обеспечению радиационной безопасности. При строительстве дорог использовать материалы, прошедшие радиационный контроль на содержание в них радионуклидов.

23.19 Применение техногенных грунтов (шлаки, золошлаковые смеси) при строительстве дорог недопустимо без положительного заключения местных органов санитарно - эпидемиологического надзора на применяемое техногенное сырье; захоронение твердых бытовых отходов в ядре дорожных насыпей недопустимо.

23.20 По окончании работ по возведению земляного полотна на отдельном участке дороги должны быть выполнены работы по рекультивации всех временно занимаемых земель, нарушенных при земляных работах, в том числе площадей: выработанных боковых и сосредоточенных резервов грунта; временных землевозных и объездных дорог; участков, нарушенных размещением стоянок и маневрированием в процессе работ землеройных машин и транспортных средств; участка временного размещения жилых и хозяйственных сооружений производственных подразделений. Рекультивация нарушенных земель должна выполняться в соответствии с ГОСТ 17.5.3.04.

23.21 Восстановление нарушенных земель для сельскохозяйственного использования предусматривает выполнение двух этапов:

1 – технического, состоящего из приведения нарушенных площадей в порядок с приданием им требуемых уклонов, планировки, нанесения требуемого слоя плодородного растительного грунта;

2 – биологического, состоящего из восстановления структуры и плодородия почвы посредством организации правильной обработки, культивации почвенного слоя и правильного севооборота.

Технический этап восстановления нарушенных земель должен предусматриваться в смете на строительство дороги и осуществляться силами строительной организации.

Биологический этап восстановления нарушенных земель осуществляется землепользователем в процессе сельскохозяйственного использования земель после окончания технического этапа и передачи ему восстановленных площадей по соответствующему акту.

23.22 Работы по техническому этапу восстановления временно занимаемых земель должны выполняться в соответствии с требованиями земельного законодательства не позднее чем в месячный срок после завершения работ на этих землях, исключая период промерзания почвы.

23.23 Требования и технические условия, определяющие характер и состав работ по восстановлению нарушенных земель в зависимости от дальнейшего их использования (например, под посевы сельскохозяйственных культур, под лесопосадки, для устройства водоемов и т.п.) устанавливаются землепользователем или землеустроительными органами при согласовании отвода земель во временное пользование.

23.24 В соответствии с характером использования восстанавливаемых земель в проекте должны быть установлены:

- величина предельных уклонов восстанавливаемых площадей и откосов, обеспечивающая нормальную работу сельскохозяйственных машин или машин лесного хозяйства;
- минимальная толщина восстанавливаемого плодородного почвенного слоя;
- необходимость укрепления восстанавливаемых площадей путем засева многолетними травами;

- необходимость обеспечения водоотвода на пониженных местах восстанавливаемых площадей;

- необходимость создания на восстанавливаемых площадках водоемов, их глубина, возможность спуска воды, укрепление берегов.

Приложение А
(справочное)

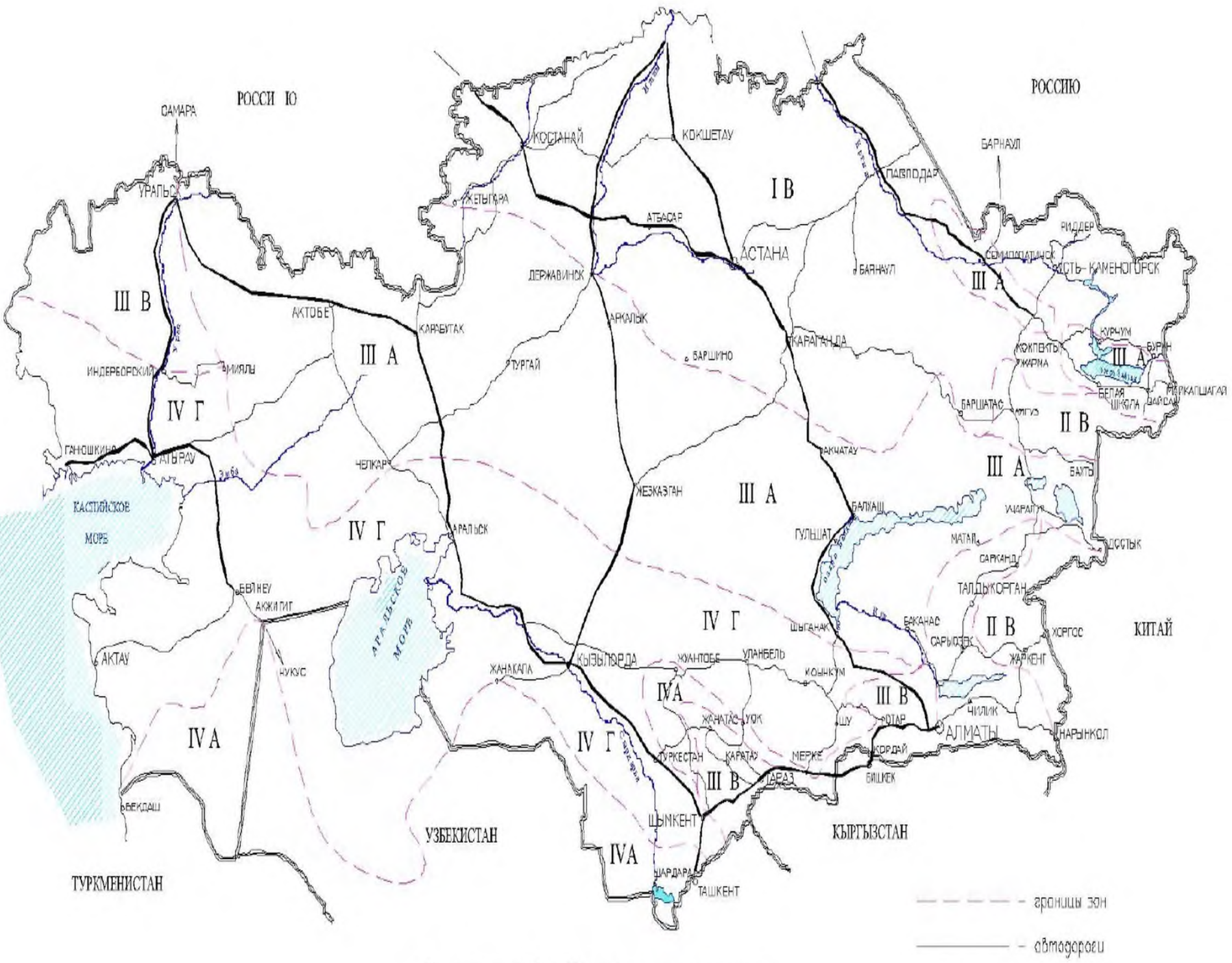


Рисунок А.1 – Схематическая карта
климатического районирования для строительства [15]

Продолжение приложения А

Таблица А.1 *Климатические характеристики по населенным пунктам Республики Казахстан*

Климатический подрайон	Населенные пункты, города	Холодный период года								Теплый период года				Среднегодовое количество осадков, мм
		Температура, °С		Количество суток температурой ниже		Средняя месячная относительная влажность воздуха холодного месяца, %	Количество осадков, ноябрь-март, мм	Глубина промерзания, см	Толщина снежного покрова, см	Температура, °С		Средняя месячная относительная влажность воздуха теплого месяца, %	Количество осадков, апрель-октябрь, мм	
		Холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92	Абсолютный минимум	0 °С	+10 °С					Средний максимум жаркого месяца	Абсолютный максимум			
I В	Петропавловск	-36	-44	171	233	81	74	210	30	25	40	(53)	277	485-697
	Кокшетау	-33	-46	167	228	-	60	210	30	26	38	(48)	250	
	Костанай	-34	(-40)	161	224	81	73	150	30	27	42	(44)	237	
	Астана	-33	-52	167	227	80	88	210	40	27	39	(40)	238	
	Атбасар	-34	-57	169	229	81	92	210	40	27	40	(40)	218	
	Караганда	-32	(-39)	161	222	78	92	190	30	27	39	53	223	
	Павлодар	-35	-47	161	220	79	86	220	30	28	41	58	192	
	Баянаул	-32	(-39)	157	224	72	88	210	30	26	38	54	273	
	Усть-Каменогорск	-39	-49	154	219	75	166	210	70	28	43	64	332	
	Риддер	-36	(-45)	164	240	67	126	220	80	24	39	69	549	
	Катон-Карагай	-29	(-45)	167	244	65	97	200	100	23	36	67	360	

Продолжение приложения А

продолжение таблицы А. 1

Климатический подрайон	Населенные пункты, города	Холодный период года								Теплый период года				Среднегодовое количество осадков, мм
		Температура, °С		Количество суток температурой ниже		Средняя месячная относительная влажность воздуха холодного месяца, %	Количество осадков, ноябрь-март, мм	Глубина промерзания, см	Толщина снежного покрова, см	Температура, °С		Средняя месячная относительная влажность воздуха теплого месяца, %	Количество осадков, апрель-октябрь, мм	
		Холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92	Абсолютный минимум	0 °С	+10 °С					Средний максимум жаркого месяца	Абсолютный максимум			
II В	Аягоз	-39	(-42)	159	222	75	99	170	60	28	40	50	192	609-798
	Бахты	-30	(-38)	135	194	76	125	150	60	31	42	52	153	
	Жаркент	-23	(-32)	111	174	(74)	63	80	20	32	42	(35)	116	
III А	Семипалатинск	-36	(-44)	159	216	76	109	170	70	29	42	58	197	195-432
	Кокпекты	-38	-50	164	222	77	143	170	80	28	42	56	187	
	Зайсан	-33	(-39)	151	203	81	74	150	70	28	40	(38)	237	
	Карсакпай (Жезказган)	-21	(-39)	154	212	80	68	180	20	30	41	42	115	
	Балхаш	-20	(-37)	144	203	-	61	150	20	29	41	(46)	76	
	Аркалык	-23	(-37)	152	207	80	88	160	30	31	43	44	134	
	Актюбинск	-22	-48	154	212	80	87	160	40	29	42	51	192	
	Челкар	-33	-45	146	201	81	75	150	30	32	43	41	113	
	Уральск	-19	-43	148	209	82	112	120	30	29	42	(38)	195	
	Баканас	-35	-43	125	185	79	75	110	20	33	44	39	-	

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А. 1

Климатический район, подрайон	Населенные пункты, города	Холодный период года								Теплый период года				Среднегодовое количество осадков, мм
		Температура, °С		Количество суток температурой ниже		Средняя месячная относительная влажность воздуха холодного месяца, %	Количество осадков, ноябрь-март, мм	Глубина промерзания, см	Толщина снежного покрова, см	Температура, °С		Средняя месячная относительная влажность воздуха теплого месяца, %	Количество осадков, апрель-октябрь, мм	
		Холодной пятидневки, обеспеченность 0,92	Абсолютный минимум	0 °С	+10 °С					Средний максимум жаркого месяца	Абсолютный максимум			
III В	Алматы	-11	(-30)	111	182	75	213	100	20	30	43	45	403	403-629
	Талдыкурган	-26	(-34)	125	187	-	169	120	30	31	44	(31)	224	
	Тараз	-23	-41	100	186	76	162	90	20	32	44	40	169	
IV А	Западно-казахстанская область	Ввиду малого количества населенных пунктов данные отсутствуют						120	20	Ввиду малого количества населенных пунктов данные отсутствуют				
	Мангистауская обл. (южная часть)							80	10	Ввиду малого количества населенных пунктов данные отсутствуют				
	Жамбылская обл.	Ввиду малого количества населенных пунктов данные отсутствуют						100	20					127-

	Южно-Казахстанская область (южная часть)		70	10		437

Продолжение приложения А

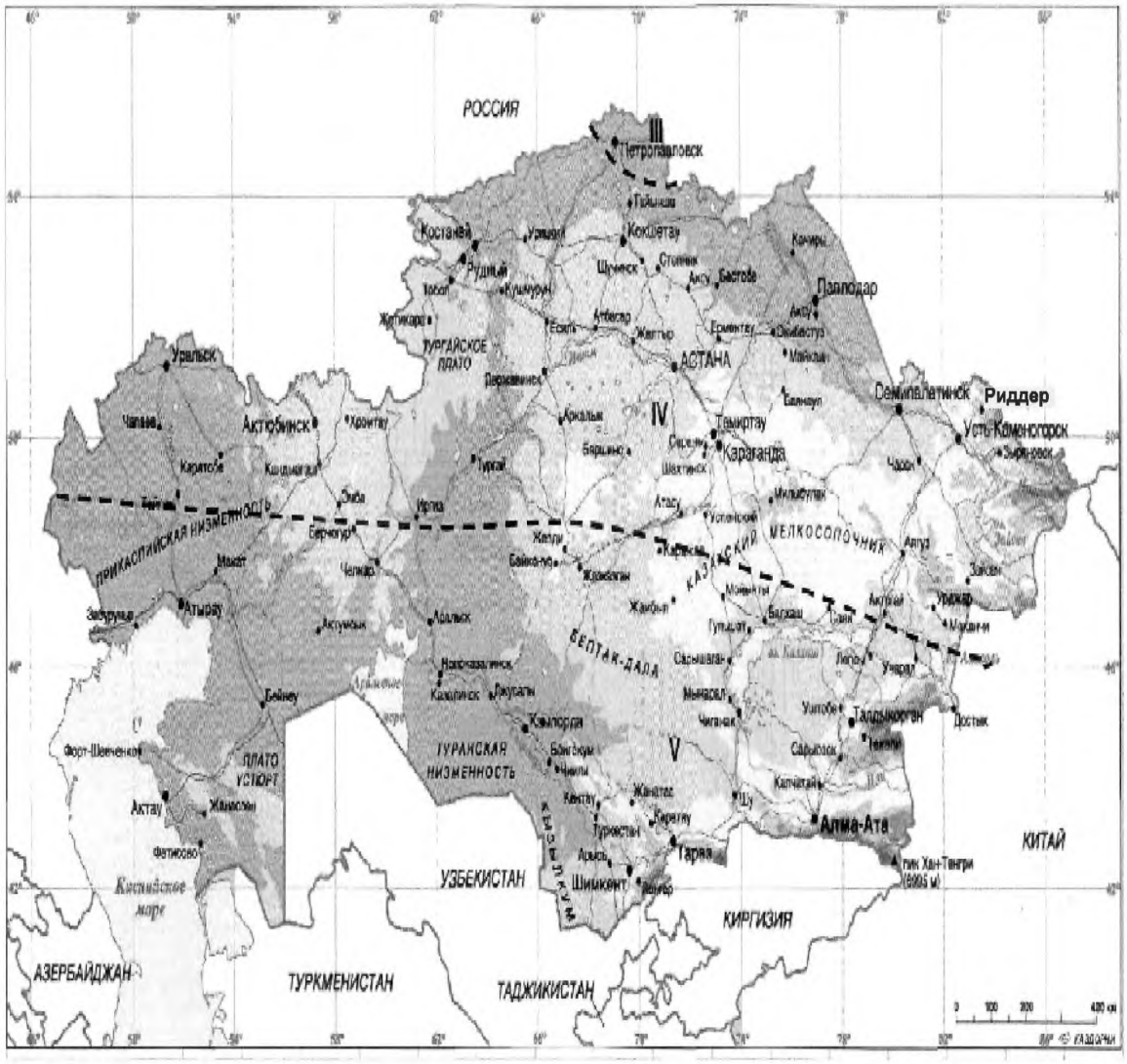
Окончание таблицы А. 1

Климатический подрайон	Населенные пункты, города	Холодный период года								Теплый период года				Среднегодовое количество осадков, мм
		Температура, °С		Количество суток температурой ниже		Средняя месячная относительная влажность воздуха холодного месяца, %	Количество осадков, ноябрь-март, мм	Глубина промерзания, см	Толщина снежного покрова, см	Температура, °С		Средняя месячная относительная влажность воздуха теплого месяца, %	Количество осадков, апрель-октябрь, мм	
		Холодной пятидневки, обеспеченность 0,92	Абсолютный минимум	0 °С	+10 °С					Средний максимум жаркого месяца	Абсолютный максимум			
IV Г	Атырау	-25	-38	125	191	75	77	120	10	32	43	46	113	151-249
	Актау	-17	(-21)	79	172	-	61	80	10	30	41	63	111	
	Аральск	-27	-38	136	192	76	59	140	20	32	45	40	78	
	Кызылорда	-24	-38	118	181	-	73	110	10	34	46	37	56	
	Туркестан	-21	(-29)	86	165	74	134	80	10	36	49	(17)	72	
	Шымкент	-15	(-26)	61	160	-	168	70	10	33	44	-	208	
	Фурмановка (Мойынкум)	-24	(-32)	113	179	-	112	120	20	33	46	44	104	

В графах 7 и 13 – в скобках приведены показатели влажности в 15 часов.

В графе 4 – в скобках приведена температура наиболее холодных суток.

Приложение Б
(обязательное)


РОССИЯ
III
Петропавловск
Костанай
Рудный
Кокшетау
Щучинск
Степняк
Боровое
Павлодар
Экибастуз
Майкаин
Семипалатинск
Риддер
Усть-Каменогорск
Зыряновск
Тургайское плато
АСТАНА
Державинск
Акколь
IV
Темиртау
Караганда
Шахтинск
Балхаш
Сатпаев
Чарск
Уральск
Актюбинск
Чапаев
Хромтау
Каратобе
Кандыагаш
Эмба
Темир
Уил
Мугоджары
Бейнеу
Мангышлак
Форт-Шевченко
Актау
Жанаозен
Фетисово
Каспийское море
ПЛАТО УСТЮРТ
ПРИКАСПИЙСКАЯ НИЗМЕННОСТЬ
Атырау
Индер
Макат
Кульсары
Доссор
Кумколь
Шалкар
Аральск
Актюбинск
Жаркамыс
Жаксы
Ерментау
Шидерты
Ерейментау
Степногорск
Аршалы
Есиль
Державинск
Жалтыр
Бурабай
Щучинск
Кокшетау
Макинск
Атбасар
Сандыктау
Ерейментау
Астраханка
Акмола
Целиноград
Жаксы
Макинск
Акколь
Ерейментау
Шидерты

Продолжение приложения Б

Т а б л и ц а Б.1 Дорожно-климатические зоны для *автомобильных* дорог

Дорожно-климатические зоны	Географические границы; краткая характеристика дорожно-климатических зон
III	От государственной границы РК и РФ до линии Магнитогорск-Троебратский – (15 км южнее г. Петропавловск – Исилькуль - Омск) Лесостепная зона со значительным увлажнением в отдельные годы
IV	Южнее границы III зоны до линии (южнее 200 км линии Уральск – Актюбинск – Караганда – сев. Побережье озера Балхаш): Джаныбек – Каратобе – Алга-Тургай – 150 км южнее г. Аркалык – Акчатау – Саяк – Актогай – Бахты. Степная зона с недостаточным увлажнением грунтов
V	Южнее границы IV зоны до южной государственной границы РК. Пустынная и пустынно-степная зона с засушливым климатом и распространением засоленных грунтов

Примечания

1 При проектировании участков дорог в приграничных зонах при обосновании данными о грунтово-гидрологических и почвенных условиях, а также исходя из практики эксплуатации дорог в районе допускается принимать проектные решения как для смежной (северной или южной) зоны.

2 В горных районах дорожно-климатические зоны следует определять с учетом высотного расположения объектов проектирования, принимая во внимание природные условия на данной высоте. Местность с отметками над уровнем моря 450-100 м следует отнести к IV дорожно-климатической зоне, а с отметками более 1000 м к III дорожно-климатической зоне.

Приложение В
(рекомендуемое)

Т а б л и ц а В.1 Подразделение скальных пород по степени выветрелости

Группа пород	Степень невыветриваемости	Наименование пород	Трещиноватость
1	Невыветрелые и слабовыветрелые	Глубинные и излившиеся магматические породы, за исключением порфировидных и крупнозернистых пород с размером отдельных зерен от 5 до 10 мм. Некоторые метаморфические породы – кварциты, яшмы, мраморы, гнейсы роговообманковые, магматиты, экологиты, роговики, скарны, спилозиты. Некоторые осадочные породы – песчаники, брекчии и конгломераты с очень прочной и стойкой цементацией (кремнистой, опаловой, железистой, карбонатной), плотные опоки, доломиты, мелкомикрозернистые известняки с размером отдельных зерен до 1 мм	Слабая и средняя трещиноватость с наличием структурных блоков размерами более 0,3 м
2	Выветрелые и сильновыветрелые (неразмягчаемые)	Все породы 1-й группы при наличии структурных блоков размером менее 0,3 м; крупнозернистые и порфировидные глубинные и излившиеся породы; хлоритовые, тальковые, амфиболитовые и другие кристаллические сланцы; филлитовые и глинистые сланцы; мергель с примесью глины до 50 %; неразмягчаемые породы 3-й группы	Для пород 1-й группы – с размерами блоков менее 0,3 м; для других пород – независимо от трещиноватости
3	Сильновыветрелые (размягчаемые)	Мергель с содержанием глины от 50 до 70 %, мергелистая глина с содержанием глины от 70 % до 90 %; мергелистые, глинисто-гипсовые и глинисто-мергелистые конгломераты, брекчии и туфобрекчии; глинистые и глинисто-гипсовые песчаники, туфы и туффиты, аргиллиты, алевролиты, трепел, мел и мелоподобные породы	Независимо от трещиноватости

Приложение Г
(справочное)

Таблица Г.1 ***Ориентировочные показатели основных физико-механических свойств грунтов по ГОСТ 25100, [2].***

Степень связности	Вид грунта	Разновидность	Число пластичности, I_p	Плотность минеральных частиц грунта γ_s, г/см^3 (±0,02)	Предел текучести I_L	Оптимальная влажность, $W_{опт}$	Максимальная плотность сухого грунта γ_{max}, г/см^3	Осредненные значения при $W_{опт}$ и γ_{max}			Группа степени пучинистости на 2 и 3-м типе местности	Относительное морозное пучение, h_0, %*
								E_v, МПа	φ, ^{0}	c, МПа		
Несвязные	Песок	Крупный	0	Зависит от минералогического состава	0	<8	Зависит от минералогического состава	130	43	0	I	<1
		Средний	0		0	<8		120	40	0	I	<1
		Мелкий	0	2,66	<15	8-12	>1,8	110	38	0,002	III	2-4
		Пылеватый	0	2,68	<15	8-12	>1,8	50	36	0,004	V	7-10
Слабосвязные	Супесь	Песчанистая	1-7	2,66	<20	9-15	2,0	60	35	0,01	III	2-4
		Пылеватая	1-7	2,68	16-26	12-17	1,7	45	26	0,015	V	7-10
Связные	Суглинок	Легкий песчанистый	7-12	2,70	27-38	14-20	1,8	60	24	0,032	IV	4-7
		Легкий пылеватый	7-12	2,67	27-38	14-20	1,6	50	22	0,036	VI	10-15
		Тяжелый песчанистый	12-17	2,71	38-48	16-23	1,6	40	22	0,04	IV	4-7
		Тяжелый пылеватый	12-17	2,72	38-48	16-23	1,5	40	20	0,04	V	7-10
Сильносвязные	Глина	Песчанистая	17-27	2,71	48-75	23-30	<1,5	50	24	0,06	IV	4-7
		Пылеватая	17-27	2,73	48-75	23-30	<1,5	40	18	0,045	IV	4-7
		Тяжелая	>27	2,74	>60	>30	<1,5	30	15	0,04	IV	4-7

* Для 2-3 типа местности по характеру и степени увлажнения грунта при глубине промерзания более 1,5 м

Приложение Д
(обязательное)

Характеристика грунтов засоленных, просадочных, набухающих, пучинистых

Д.1 **К засоленным** относятся грунты, содержащие в количестве более 0,3 % веса сухого грунта легкорастворимые соли (хлористый натрий, хлористый кальций, хлористый магний, сернокислый магний, углекислый натрий и двууглекислый натрий), а также – в больших количествах труднорастворимый сернокислый кальций (гипс) и практически нерастворимый углекислый кальций. По суммарному количеству водорастворимых солей, при степени засоленности $D_{sal} > 2,0$ % грунты считаются засоленными. Засоленные грунты при увлажнении резко снижают прочность на сжатие.

По степени засоления с учетом его количественного характера засоленные грунты подразделяются (таблица Д.1).

Т а б л и ц а Д.1 Классификация грунтов по степени засоления (с учетом его качественного характера)

Грунты	Среднее суммарное содержание легкорастворимых солей, % от массы сухого грунта			
	Хлоридное и сульфатно-хлоридное засоление		Сульфатное, хлоридно-сульфатное и солевое засоление	
	V дорожно-климатическая зона	Остальные зоны	V дорожно-климатическая зона	Остальные зоны
Слабозасоленные	0,5-2	0,3-1	0,5-1	0,3-0,5
Среднезасоленные	2-5	1-5	1-3	0,5-2
Сильнозасоленные	5-10	5-8	3-8	2-5
Избыточнозасоленные	>10	>8	>8	>5
П р и м е ч а н и е – К слабозасоленным грунтам необходимо также относить грунты со средним суммарным содержанием легкорастворимых солей менее 0,5 % в V дорожно-климатической зоне и менее 0,3 % в остальных районах, если эти грунты содержат более 0,25 % $NaSO_4$+$MgSO_4$ или более 0,05 % $NaHCO_3$+$NaCO_3$.				

Качественный характер засоления, устанавливается по соотношению содержания ионов Cl и SO_4 в водной вытяжке, выраженного в миллиэквивалентах на 100 г сухого грунта (см. таблица Д.2).

Засоление называется содовым при содержании в грунте ионов CO_3 и HCO_3 более одной трети суммарного содержания ионов Cl и SO_4.

Степень и качественный характер засоления определяются в период наибольшего накопления солей в верхних слоях грунтов.

Т а б л и ц а Д.2 - Классификация грунтов по качественному характеру засоления

Засоление	Cl SO_4
Хлоридное	>2,5
Сульфатно-хлоридное	2,5-1,5
Хлоридно-сульфатное	1,5-1,0
Сульфатное	<1,0

Д.2 **Просадочные грунты** – грунты, которые под действием внешней нагрузки или собственной массы при замачивании водой или другой жидкостью дают просадку (см. таблица Д.3).

Т а б л и ц а Д.3 - Классификация глинистых грунтов по степени просадочности

Разновидности грунтов	Относительная деформация просадочности, e_{SL}, доли единицы
непросадочный	≤ 0,01
просадочный	≥ 0,01

При предварительной оценке к просадочным грунтам допускается относить лессовые грунты с коэффициентом водонасыщения $S_r \leq 0,8$, для которых величина показателя I_{ss}, определяемого по формуле (1) меньше значений, указанных в таблице Д.4.

Т а б л и ц а Д.4

Число пластичности грунта, I_p	$0,01 < I_p < 0,10$	$0,10 \leq I_p < 0,14$	$0,14 \leq I_p < 0,22$
Показатель I_{SS}	0,1	0,17	0,24

$$I_{ss} = \frac{e_L - e}{1 + e} \qquad (1)$$

где e – коэффициент пористости грунта природного сложения и влажности;

e_L – коэффициент пористости, соответствующий влажности на границе текучести W_L и определяемый по формуле

$$e_L = W_L \times p_s \qquad (2)$$

где p_s – плотность частиц грунта г/см^3.

По условиям возможной просадки земляного полотна участки местности подразделяются на две группы:

- с проявленной просадочностью – участки близкого залегания грунтовых вод (до 3 м от дневной поверхности) - третьего типа местности по условиям увлажнения;
- с непроявленной просадочностью – участки глубокого залегания грунтовых вод (более 3 м от дневной поверхности) – первого и второго типов местности по условиям увлажнения.

На участках с непроявленной просадочностью возможны просадки трех типов:

- поверхностные, происходящие в слое (3-4) м в условиях недостаточного поверхностного водоотвода и устойчивого глубокого залегания уровня грунтовых вод;
- глубинные, происходящие в просадочной толще на различной глубине под действием грунтовых вод, при обеспеченном поверхностном водоотводе;
- смешанные, представляющие собой поверхностные и глубинные просадочные явления – результат совместного действия поверхностных и грунтовых вод.

Количественные показатели степени просадочности определяются по таблице Д.5.

Т а б л и ц а Д.5

Тип просадочности	Степень просадочности грунтов	Критерии просадочности		
		Относительная влажность, $\frac{W}{W_T}$, %	Коэффициент уплотнения K_y	Величина просадки пород от собственного веса, см
Поверхностный	Слабопросадочные	>50-45	0,85-0,80	<5
Глубинный	Просадочные	45-35	0,80-0,75	5-20
Смешанный	Сильнопросадочные	Менее 35	Менее 0,75	>20

Участки сооружения земляного полотна следует относить к одному из выше перечисленных типов в процессе инженерно-геологических обследований трассы дорог.

Д.3 **Набухающие грунты** – грунты, которые при замачивании водой или другой жидкостью увеличиваются в объеме, при этом относительная деформация набухания без нагрузки $\varepsilon_{sw} \geq 0.04$ (см. таблица Д.6).

Т а б л и ц а Д.6 - Ровность глинистых грунтов по их набуханию

Разновидность глинистых грунтов	Относительная деформация набухания без нагрузки, ε_{sw} (обязательное)	Обобщенный показатель набухания – усадки ε_{swh} (рекомендуемое)
Ненабухающий	<0,04	-
Слабонабухающий	0,04-0,08	≤ 0,10
Среднснабухающий	0,08-0,12	0,10-0,20
Сильнонабухающий	>0,12	>0,20

Для поверхностных слоев земляного полотна, находящихся в условиях переменного температурно-влажностного режима, при установлении расчетных параметров грунтов рекомендуется учитывать наибольшую их деформативность и ориентироваться на показатель усадки набухания ε_{swh}. Для глинистых грунтов с влажностью предела текучести $0,35 \leq W_L \leq 0,65$, удовлетворяющих требованию, $0,03 \leq (W_p - 0,4W_T) \leq 0,09$, предварительных расчетных могут быть использованы эмпирические зависимости для прогнозирования состояния и свойств набухающих грунтов: $\varepsilon_{swh} = 1,05\sqrt{W_L} - 0,45$ (влажность предела текучести $0,35 \leq W_L \leq 0,65$).

Д.4 **Пучинистые грунты** – грунты, которые при замерзании могут увеличиваться в объеме (см. таблицы Д.7и Д.8).

Т а б л и ц а Д.7 - Классификация и группы грунтов по степени пучинистости при замерзании

Разновидность грунта	Относительная деформация, E_{fn}, доли единицы	Характеристика грунтов
Практически непучинистый	<0,010	Глинистый при I_L<0. Пески гравелистые, крупные и средней крупности, пески мелкие и пылеватые, при $S_t \leq 0,6$, а также пески мелкие и пылеватые, содержащие менее 15 % по массе частиц мельче 0,05 мм (независимо от значения S_t). Крупнообломочные грунты с заполнителем до 10 %.
Слабопучинистый	0,010-0,035	Глинистые при $0 < I_L \leq 0,25$. Пески пылеватые и мелкие при $0,6 < S_t \leq 0,8$. Крупнообломочные с заполнителем (глинистым, песком мелким и пылеватым) от 10 % до 30 % по массе.
Среднепучинистый	0,035-0,070	Глинистые при $0,25 < I_L \leq 0,50$. Пески пыле-ватые и мелкие $0,80 < S_t \leq 0,95$. Крупнообло-мочные с заполнителем (глинистым, песком пылеватым и мелким) более 30 % по массе
Сильнопучинистый и чрезмерно пучинистый	>0,070	Глинистые при $I_L \leq 0,50$. Пески пылеватые и мелкие при $S_t \leq 0,95$

Т а б л и ц а Д.8 - Величина морозного пучения

Грунт рабочего слоя	Среднее значение относительного морозного пучения при промерзании 1,5 м, %
Песок гравелистый, крупный и средней крупности с содержанием частиц мельче 0,05 мм до 2 %	1 1
Песок гравелистый, крупный, средней крупности с содержанием частиц мельче 0,05 мм до 15 % и мелкий с содержанием частиц мельче 0,05 мм до 2 %	1 1-2
Песок мелкий с содержанием частиц мельче 0,05 мм менее 15 %; супесь легкая крупная	1-2 2-4
Песок пылеватый; супесь пылеватая; суглинок тяжелый пылеватый	2-4 7-10
Супесь легкая	1-2 4-7
Супесь тяжелая пылеватая; суглинок легкий пылеватый	4-7 10
Суглинок легкий и тяжелый; глины	2-4 4-7
П р и м е ч а н и е - Над чертой – при 1-м типе местности по увлажнению согласно таблице 1 настоящего приложения, под чертой – при 2-м и 3-м типах.	

Ориентировочные значения относительного пучения грунтов в зависимости от их естественной влажности и разности величин естественной влажности и влажности на границе раскатывания (пластичности) приведены в таблице Д.9.

Т а б л и ц а Д.9

$W-W_p$, доли единицы	Интенсивность пучения глинистых грунтов, f										
	Влажность грунтов в слое промерзания, W, доли единицы										
	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
0,01	0,015	0,018	0,021	0,025	0,028	0,031	0,034	0,037	0,041	0,044	0,047
0,02	0,022	0,025	0,029	0,032	0,035	0,038	0,041	0,045	0,048	0,051	0,054
0,03	0,034	0,037	0,040	0,044	0,047	0,050	0,053	0,056	0,060	0,063	0,066
0,04	0,050	0,054	0,057	0,060	0,063	0,066	0,070	0,073	0,076	0,079	0,082
0,05	-	0,075	0,078	0,081	0,084	0,088	0,091	0,094	0,097	0,100	0,103
0,06	-	0,097	0,100	0,104	0,107	0,110	0,113	0,116	0,120	0,123	0,126
0,07	-	-	0,130	0,133	0,136	0,139	0,143	0,146	0,149	0,152	0,155
0,08	-	-	0,164	0,167	0,170	0,173	0,176	0,180	0,183	0,186	0,189
0,09	-	-	-	0,205	0,208	0,212	0,215	0,218	0,221	0,224	0,227
0,10	-	-	-	0,248	0,251	0,254	0,258	0,261	0,262	0,267	0,270

П р и м е ч а н и я

1 Величины интенсивности пучения, приведенные в таблице Б.4, определены расчетом для грунта с плотностью скелета ρ_d=1,6 г/см^3. Интенсивность пучения грунтов с другим значением ρ_d можно определять по формуле $f_1 = \frac{f \cdot \rho_d}{1{,}6}$, где f_1, ρ_d – соответственно интенсивность пучения и плотность исследуемого слоя грунта.

2 W – естественная влажность грунта, установленная по данным замеров в природных условиях.

3 W_p – влажность данного слоя грунта на границе раскатывания.

Т а б л и ц а Д.10 - Водопроницаемость грунтов

Разновидность грунтов	Коэффициент фильтрации, м/сут
Неводопроницаемый	<0,005
Слабоводопроницаемый	0,005-0,30
Водопроницаемый	0,30-3,0
Сильноводопроницаемый	3,0-30,0
Очень сильноводопроницаемый	>30,0

Приложение Е
(справочное)

Краткая характеристика грунтов особых разновидностей

Лессы, лессовые и лессовидные грунты являются разновидностью глинистых пылеватых грунтов. Они отличаются столбчатой призматической текстурой, повышенной пористостью, превышающей, как правило, 40 %, наличием крупных пор, видимых невооруженном глазом. В V дорожно-климатическом районе и других районах с засушливым климатом вертикальные откосы выемок в лессах оказываются устойчивыми. При увлажнении лессы быстро размокают; они подвержены просадкам при замачивании и сильному уплотнению под нагрузкой, легко размываются, причем устойчивость вертикальных откосов нарушается.

Пористость и влажность лессовых и лессовидных грунтов изменяется в более широких пределах, чем у лессов. Поэтому размокание, размываемость, просадочность при замачивании, устойчивость в вертикальных откосах у лессовидных грунтов выражены в меньшей степени, чем у лессов, но в большой степени, чем у пылеватых нелессовых грунтов.

Аргиллиты – группа твердых, камнеподобных глинистых пород с тонкостенной, иногда неясновыраженной текстурой. Содержит преимущественно, более 50 %, глинистые частицы менее 0,005 мм. Строительные свойства аргиллитов разнообразны. Они зависят от их состава, генезиса и стадии диагенеза. Аргиллиты в разрыхленном состоянии подвержены интенсивному разрушению в откосах под воздействием природных факторов.

Алевролиты – осадочные породы с преобладанием частиц размером (0,1-0,001) мм. Сильно переуплотненные пылеватые грунты. Они, так же как аргиллиты, подвержены интенсивному разрушению в откосах выемок под воздействием природных факторов.

Мергели – переходная порода от известняков к глинам, состоящая из смеси глины с известняком или доломитом. При воздействии отрицательных температур мергели растрескиваются и разрушаются. Они обладают способностью к набуханию и интенсивному размоканию. Откосы, сложенные мергелями, при увлажнении оползают. Кремнистые мергели, содержащие примеси кремнезема, отличаются большей устойчивостью против выветривания.

Трепел – слабо сцементированная порода белого или желтоватого цвета, состоящая из мельчайших частиц кремнезема с примесью пылеватых или глинистых частиц. Трепелы имеют большую пористость, объемный вес их колеблется в пределах (0,5-1,0) г/см^3; при увлажнении трепелы размокают, резко снижают прочность, сопротивление сдвигу.

Тальковые и пирофиллитовые грунты – группа глинистых пород, обладающих свойством к сильному набуханию при увлажнении.

Меловые грунты представляют собой осадочную породу в виде тонкозернистой массы и обломков известковых организмов. Главным представителем меловых грунтов является мел. При содержании в меловой породе более 10 % глинистых примесей она называется мергелистым мелом или меловым мергелем.

Пористость меловых грунтов достигает 50 %. При насыщении водой эти грунты быстро размокают, превращаются в пластичную массу. Увлажнение и замораживание-оттаивание вызывает быстрое выветривание грунта в откосах.

Сланцеватые глины – плотные в естественном залегании слоистого сложения, способные расслаиваться на тонкие пластинки. В воде быстро разрушаются, превращаясь в рыхлую массу, состоящую из обломков пластинчатой формы. Они плохо уплотняются при возведении насыпей.

Торф представляет собой органо-минеральную массу, содержащую более 60 % (по весу) растительных остатков и отличающуюся большой сжимаемостью, малым удельным от 1,3 до 1,6 г/см^3 и объемным весом (см. приложение 3). Заторфованными называются грунты при содержании в них растительных остатков от 10 % до 60 %, а грунтами с примесью органических веществ – при содержании растительных остатков меньше 10 %.

Мокрые солончаки – специфическая разновидность минеральных слабых грунтов, для которых характерно избыточное увлажнение в течение всего года. Постоянному их переувлажнению способствуют близкий уровень минерализованных грунтовых вод, увеличенный приток поверхностных вод, обусловленный расположением мокрых солончаков в понижениях рельефа, слабая испаряемость воды из солевых растворов.

Засоленные грунты – грунты, содержащие в небольших количествах легкорастворимые соли и в больших количествах труднорастворимые слои (см. приложение Д).

Черноземы – грунты с содержанием гумуса и разложившихся растительных остатков, достигающим в верхнем слое 10 %, имеющие зернистую и комковатую структуру. Чернозем содержит большое количество пылеватых и глинистых частиц, отличается повышенной влагоемкостью, липкостью, пластичностью; при увлажнении резко набухает и снижает прочность на сжатие.

Подвижные (барханные) пески по составу относятся к одноразмерным пескам с преобладанием частиц размерами (0,1-0,25) мм и почти полным отсутствием пылеватых и глинистых фракций. Они распространены преимущественно в пустынях V дорожно-климатического района и приморских районах. Подвижность и характер передвижения песков зависят от форм рельефа, силы и направления ветров, степени зараженности поверхности растительностью и размеров частиц (гранулометрического состава).

Такыры – ровные участки местности из глинистых грунтов (преимущественно - илов) в пустынях и полупустынях, почти лишенные растительности, заливаемые водой в весеннее время; в летнее время они высыхают, затвердевают и покрываются полигональными трещинами.

Приложение Ж
(справочное)

Данные по основным геосинтетическим материалам.

Таблица Ж.1 **Основные области применения геосинтетических материалов (ГМ)**

№	Область применения	Получаемый эффект	Основные функции ГМ
I	***Земляное полотно***		
А	Активная зона земляного полотна	Сокращение объемов используемых дренирующих грунтов, повышение сроков службы и эксплуатационной надежности дорог	Усиление грунта, в том числе за счет снижения бокового распора (обойма), предотвращение заиления дренирующего слоя, повышение эффективности дренирования
Б	Рабочий слой (на границе с основанием дорожной одежды)	Сокращение объемов материалов для оснований дорожных одежд, стоимости и сроков строительных работ	Усиление рабочего слоя, исключение (уменьшение) взаимопроникновения грунта насыпи и материала основания дорожной одежды, улучшение условий работ по устройству дорожной одежды
В	Обочины	Повышение эксплуатационных характеристик и сроков службы, сокращение расходов традиционных материалов	Усиление конструкции укрепления, замедление водной эрозии обочины и откоса, повышение прочности земляного полотна за счет снижения притока поверхностных вод
Г	Земляное полотно дорог в сложных грунтовых условиях (слабые основания)	Сокращение сроков до устройства покрытия, повышение эксплуатационной надежности, сокращение потерь традиционных материалов, улучшение условий производства работ, сокращение объемов привозных грунтов	Ускорение консолидации основания насыпи за счет улучшения условий отвода воды, сохранение механических свойств материалов за счет предотвращения взаимопроникания грунта насыпи и материалов основания, усиление основания, откосов
II	***Откосы***		
А	Общая устойчивость откосов	Повышение общей устойчивости, сокращение объемов земляных работ, площади отводимых земель	Армирование откосов

Продолжение приложения Ж

Продолжение таблицы Ж.1

№	Область применения	Получаемый эффект	Основные функции ГМ
Б	Местная устойчивость откосов	Сокращение объемов применяемых материалов, повышение эксплуатационной надежности и сроков службы конструкции защиты откосов	Замена (защита) обратного фильтра, снижение напора выклинивающихся грунтовых вод, предотвращение эрозии откоса
III	***Дренирование грунтов, дренажные устройства***		
А	Дренирование нижней части земляного полотна из грунтов повышенной влажности	Сокращение сроков до устройства покрытия, объемов традиционных материалов и привозных грунтов, улучшение условий производства работ	Ускорение консолидации земляного полотна за счет улучшения условий отвода воды, защита песчаных прослоек
Б	Дренажные устройства	Сокращение объемов применяемых традиционных материалов, повышение сроков службы дренажных устройств	Фильтр, повышение эффективности дренирования
В	Фильтрующие насыпи (по верху фильтрующей части)	Повышение качества и продолжительности службы фильтрующей части насыпи	Исключение (уменьшение) проникновения грунтов верхней части насыпи в фильтрующую часть
IV	***Поверхностный водоотвод***		
	-	Сокращение объемов применяемых традиционных материалов, повышение эксплуатационной надежности сооружений водоотвода	Защита, гидроизоляция поверхности грунта (кюветы, канавы, русла у оголовков труб и др.)

Таблица Ж.2 Геосинтетические нетканые материалы *

Марка (способ упрочнения, сырье)	Производитель	Ширина, м	Толщина, мм	Масса, г/м^2	Фильтрация м/сут	Прочность при растяжении кН/м
Геоком (И, ИТ, РР, РЕ)	Россия («Комитекс»)	4-10	0,8-3,8	100-600	10-55	9-35
КМ-1-250 (И, РР, РЕ, РА)	Россия («Веротекс»)	1,7-2,5	2,5-3,5	250-350	-	7,8-8,8
ПГ ДС (И, РР)	Россия («МНПЗ»)	2,2	4-6,5	270-600	>120	5,0-14,2
Полотно (И, РЕ)	Россия («Нимпротекс»)	До 1,7	3,5-4,5	300-500	12	120
Геотекс (И, ИТ, РР, РЕ)	Россия («Сибур»)	До 3,4	1,0-5,0	150-600	22	4-24
Техпол (И, РЕ)	Россия (Туймазы)	1,7	4	400	34	7
Пипема (И, РР)	Беларусь («Пипема»)	До 5,5	2,2-6,9	190-600	130	3-17,7
Геоном (И, ИТ, РР, РЕ)	Россия («Номатекс»)	-	-	160-400	4,0	4-16
Свтекс (И, РА, смесь волокон)	Россия, Венгрия («Свтекс»)	-	4,0	600	150	90-120
Terram (ИТ, РР, РЕ)	Великобритания («Terram»)	-	70-280	100-325	3-15,3	26-94
Бидум (И, РЭ)	Франция («Рон-Пулепк»)	-	1,9-4,4	210-550	250	160-440
Типар (ИТ, РР)	США («Дюпон»)	-	0,46-0,60	136-200	180-90	70-128
Гейдель-бергский холст (Т, РЭ)	Германия («Гебрудер-фридрих»)	-		70-200	480-860	130-730

Таблица Ж.3 Геосинтетические тканые материалы *

Марка (способ упрочнения, сырье)	Производитель	Масса, г/м^2	Фильтрация м/сут	Прочность при растяжении кН/м
Ткани (РЕ, РР, РА)	Россия	250-890	-	46/22-400/80
Ткани базальтовые	Россия	160-380	-	784/784-1751/980
Колбонд (РЭ)	Дания («Энка Гланцитофор»)	250-460	-	140/80-270/160
Гейдель-бергский холст (РЭ)	ФРГ («Гебрудер-Фридрих»)	130-520	170-265	700-270

Таблица Ж.4 Пространственные георешетки *

Марка (способ упрочнения, сырье)	Производитель	Ширина, м	Толщина, мм	Масса, г/м^2	Фильтрация, м/сут	Прочность при растяжении кН/м
Прудон 494 (РЭ)	Россия («494 УНР»)	50-200	1,35	13-50	200×200, 300×300, 400×400	>18,5
		Модуль сложен 81×3400 мм Модуль растянут 6120×2430 мм				
Геомат (Р)	Россия	100	1,6	24-32	От 100×70 до 300×520	>20,0
		Модуль сложен 600×2500 мм Модуль растянут 10300×8000мм				
Белгеосот	Беларусь	75-200 Модуль	1,7 Растянут	- 9140×2440 мм	200×240 410×490	>20,0
Terram Closel (РР, РР+РЭ)	Великобритания («Terram»)	-	7,26-5,34	690-920	-	51,0 т/нм

* Информацию о производителях и нормативных документах на геосинтетические материалы можно найти в Каталоге «Продукция Российской Федерации» в Казахской Республиканской научно-технической библиотеке.

Примечания

1 Способ изготовления: И – иглопробивные, ИТ – иглопробивные термоупрочненные, Т – термоупрочненные

2 Состав сырья: РР – пропилен, РЕ – полиэфир, РА- полиамид, РЭ – полиэтилен

Приложение 3
(справочное)

Таблица 3.1 **Характеристики болотных отложений**

Разновидность		Коэффициент прочности, е	Степень разложения, R, %	Сопротивляемость сдвигу по крыльчатке $C_{усп}$, МПа		Сжимаемость				Типы болот, сложенных только данной разновидностью***
Наименование грунта	Природная влажность, % *			В природном залегании	После уплотнения под нагрузкой P=0,05 МПа	Модуль деформации P, МПа		Модуль осадки, мм/м при нагрузке P, МПа**		
						0,05	0,10	0,05	0,10	
А. Осушенный (или уплотненный)	менее 3	менее 5	менее 25	свыше 0,42	свыше 0,172	свыше 0,25	свыше 0,33	менее 200 (менее 100)	менее 300 (менее 200)	I
			25-40	свыше 0,030	свыше 0,105					
			свыше 40	свыше 0,019	свыше 0,078					
Б. Маловлажный	3-6	5-8	менее 25	0,049-0,22	0,250-0,090	0,25-0,15	0,33-0,23	200-350 (100-250)	300-420 (200-370)	I
			25-40	0,030-0,016	0,125-0,056					I
			свыше 40	0,016-0,008	0,073-0,036					II
В. Средней влажности	6-9	8-14	менее 25	0,026-0,016	0,136-0,66	0,15-0,11	0.23-0,19	350-450 (250-400)	420-530 (370-500)	I
			25-40	0,017-0,011	0,060-0,035					II
			свыше 40	0,013-0,005	0,027-0,021					

Продолжение приложения 3

Окончание таблицы 3.1

Разновидность		Коэффициент прочности, е	Степень разложения, R, %	Сопротивляемость сдвигу по крыльчатке $C_{усп}$, МПа		Сжимаемость				Типы болот, сложенных только данной разновидностью*
Наименование грунта	Природная влажность, %			В природном залегании	После уплотнения под нагрузкой P=0,05 МПа	Модуль деформации P, МПа		Модуль осадки, мм/м при нагрузке P, МПа		
						0,05	0,10	0,05	0,10	
Г. Очень влажный	9-12	14-20	менее 25 25-40 свыше 40	0,016-0,011 0,010-0,006 0.005-0,003	0,087-0,046 0,042-0,028 0,021-0,015	0,11-0,90	0,19-0,17	450-550 (400-470)	530-600 (500-550)	I II
Д. Избыточно влажный	свыше 12	свыше 20	менее 25 25-40	0,11-0,005 - -	0,062-0,020 - -	0,090--0,085	0,17-0,15	550-600 (470-490)	600-650 (550-570)	II III
Сапропель: Е. Малоразложившийся влажный	менее $\frac{0,5}{20}$	-	-	менее 0,02						I
Ж. Влажный	$\frac{0,5-5,5}{2-10}$	-	-	0,02-0,05						II
З. Сильноразложившийся влажный	свыше $\frac{5,5}{10}$	-	-	свыше 0,005						III

* В графе 2 – в числителе указаны влажности органоминеральных сапропелей, в знаменателе – органических сапропелей.

** В скобках даны средние значения модулей осадки, без скобок – максимальные

*** При наличии в болотной толще двух и более слоев, если кроме разновидностей А, Б, В, Г или Е болотная толща содержит разновидности Ж или З, то болото следует относить ко II типу, а в случае, когда разновидности Ж и З преобладают (по мощности) – к III типу

Приложение И
(рекомендуемое)

Определение размера камня для защиты откоса

Определение расчетного диаметра камня как шара $d_к$, требуемого для укрепления откоса от размыва текущим водотоком, рекомендуется производить по формуле

$$d_k = \frac{V_p^2}{2g \cdot A^2(\rho_k - 1{,}0) \cdot \cos\alpha}$$

где $V_р$ – 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;

g – ускорение свободного падения;

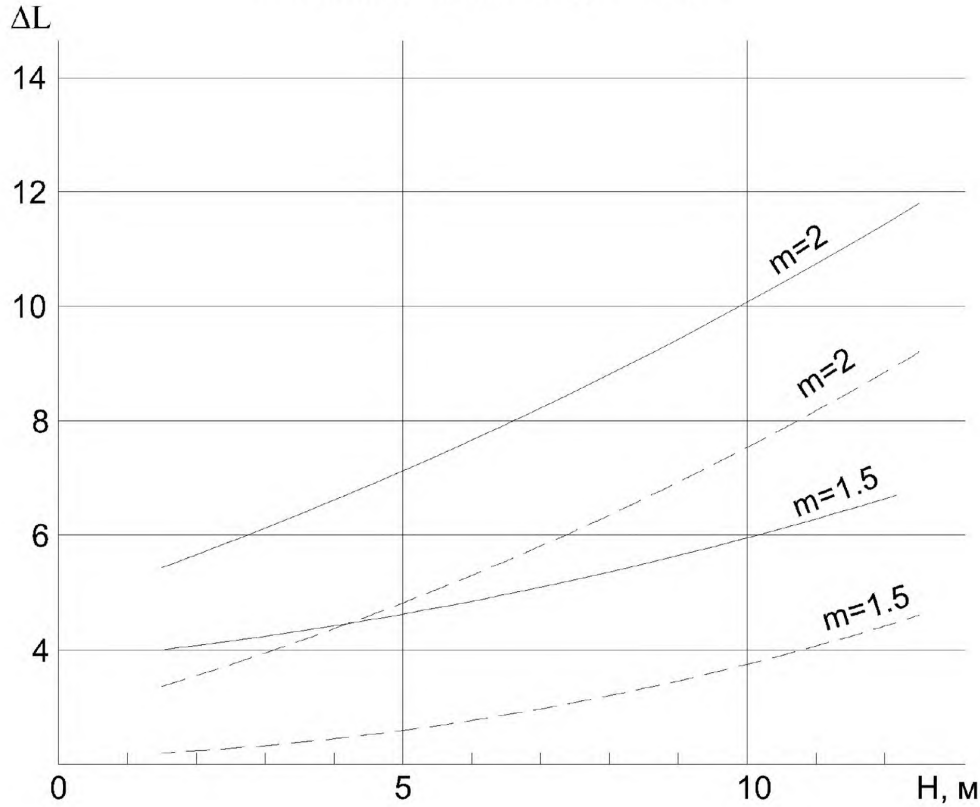
А – коэффициент учитывающий устойчивость камня на откосе, рекомендуется принимать А=1,0 на участках крутых поворотов русла реки (R<300 м) и А=1,15 во всех остальных участках;

$\rho_к$ – плотность камня;

α – угол наклона поверхности откоса бермы к горизонту.

Приложение К
(рекомендуемое)

Величина уширенной защитной призмы ΔL при защите откоса несортированной горной массой



H – высота укрепляемого откоса
m – заложение укрепляемого откоса
_____ dк=1.0 м
_ _ _ _ _ _ _ dк=0.5 м
dк – диаметр камня укрепления

Приложение Л
(справочное)

Характеристика песков

Л.1. По степени подвижности пески подразделяются в соответствии с таблицей Л.1.

Таблица Л.1

Подвижность песков	Содержание пылевато-глинистых фракций, %, гранулометрический состав	Покрытие растительностью, %	Характеристика растительного покрова	Тип и характер движения песка
Подвижные (барханные)	<5, песок однороден, график грансостава однопиковый	<15	Растительность отсутствует. Одиночная кустарниковая или редкая травяпистая растительность в понижениях	Поступательное, поступательно-колебательное движение форм рельефа
Малоподвижные (полузаросшие)	5-15 , песок на гребнях однороден, график грансостава однопиковый; в понижениях график грансостава двухпиковый	15-35	Растительность древесно-кустарниковая и травянистая. В понижениях – дерновой слой	Поступательное, поступательно-колебательное и колебательное движение одиночных барханов и шлейфов среди заросших неподвижных форм рельефа
Неподвижные (заросшие)	>15, график грансостава двухпиковый	>35	Сплошной растительный покров и дерн песчаных форм обнажены или покрыты редкой растительностью	Встропесчаный поток

Л.2 Степень подвижности песков оценивают в полосе шириной не менее 100 м в каждую сторону от намечаемой трассы дороги.

Л.3 Необходимо различать следующие основные формы рельефа подвижных песков:

- одиночные и групповые барханы – подвижные песчаные холмы с пологим навстренным и крутым подвстренным склонами; высота барханов до 4,0 м, ширина – до 100 м;

- барханные цепи – подвижные скопления песка, имеющие форму волнообразного вала шириной – до 12,0 м, длиной (200 – 2001) м; высота барханных цепей – до 7,0 м;

- барханные гряды – вытянутые крупные песчаные скопления, на наветренном склоне которого отмечаются барханы и барханные цепи; высота гряд – до 70 м, ширина – (500 – 3000) м;

- барханные поля – чередование различно ориентированных барханных форм, понижения между которыми имеют небольшую ширину.

Л.4 Малоподвижные (полузаросшие) и неподвижные (заросшие) пески по форме рельефа подразделяются на:

- кучевые и бугристые пески – скопления песков в виде небольших бугров высотой 1,0-3,0 м;

- грядовые пески – вытянутые скопления песка в виде гряд высотой – (3,0-7,0) м;

- грядово-ячеистые пески - тип рельефа с наличием межгрядовых перемычек;

- лунковые пески - обширные глубокие котловины с растительностью и разделенные подвижными песчаными перемычками;

- равнинные и пологоволнистые пески.

Л.5 По гранулометрическому составу барханные пески следует относить к мелким одноразмерным пескам по ГОСТ 25100, содержание частиц размером (0,10-0,25) мм в которых превышает 30 % по массе.

Л.6 В комплексе рельефа песчаной пустыни различаются зоны развевания и выноса песка (дефляции), переноса (транзита) и накопления (аккумуляции). Движение бархана происходит в результате перемещения песка из зоны выноса в зону накопления с постепенным перемещением зон в направлении ветра. На участках пустынь с ровной, гладкой и устойчивой поверхностью (солончаки, такыры, песчано-глинистые равнины) очень часто песок не накапливается, если на пути ветра не возникает препятствий (естественных или искусственных).

Л.7 В малоподвижных (полузаросших) песках возможны отдельные подвижные формы рельефа на незакрепленных участках. Перемещения неподвижных (заросших) песков возможны только в виде ветропесчаного потока, насыщенность которого зависит от степени зарастания поверхности песков. При уничтожении растительности заросшие пески в короткий срок превращаются в барханные, и формы рельефа становятся подвижными.

Приложение М
(рекомендуемое)

Указания по проложению дорог в районах распространения песков по [16]

М.1 При выборе направления трассы дороги в песчаных регионах наиболее важными факторами являются:

- степень подвижности (заросшести) песков;
- формы песчаного рельефа;
- тип и характер движения форм песчаного рельефа;
- источники получения воды, пылевато-глинистого грунта и каменных материалов.

М.2 Исходные данные для получения указанных факторов рекомендуется получать в специализированных организациях, занимающихся освоением пустынь, по топографическим и инженерно-геологическим фондовым материалам, а также при обследовании местности проложения дороги в натуре.

М.3 При трассировании железных автомобильных дорог в подвижных песках рекомендуется соблюдать следующие общие принципы:

- прокладывать трассу вдоль форм рельефа, стремясь в наибольшей степени «вписать» ее в существующий рельеф без нарушения условий его развития;
- выбирать участки с наименьшими колебаниями высот подвижных форм рельефа в случае, если их пересечение неизбежно.

М.4 При трассировании дороги вдоль барханных цепей выбор положения трассы зависит от характера движения песков:

- при поступательном и поступательно-колебательном движении рационально использовать в качестве насыпи одну из наиболее прямолинейных цепей, предусмотрев закрепление растительностью как этой цепи, так и двух-трех соседних с наветренной стороны;
- при колебательном движении земляное полотно дороги следует располагать в середине межбарханного понижения, ограничиваясь закреплением соседних цепей (по одной с каждой стороны);
- при проложении трассы по межбарханному понижению необходимо максимально удалять ее от цепи, находящейся со стороны господствующих ветров.

М.5 В условиях грядового рельефа трассу следует прокладывать по межгрядовым понижениям, не приближая ее к подножьям крутых склонов. Не следует располагать трассу дороги на вершинах гряд и верхних частях пологих склонов, являющихся зонами аккумуляции песка.

М.6 При трассировании дорог в песках, рельеф которых сформирован одиночными и грушовыми барханами, необходимо учитывать размеры как всего массива этих песков, так и отдельных барханов:

- при небольшой ширине пересекаемого массива положение трассы назначают с таким расчетом, чтобы соседние участки оказались в наиболее благоприятных условиях (такыры, закрепленные растительностью межбарханные понижения и т.п.);
- обширные массивы подвижных песков следует пересекать таким образом, чтобы основная часть их оказалась с подветренной стороны дороги;
- при прочих одинаковых условиях трассу дороги следует прокладывать по участкам распространения мелких барханов.

М.7 Массивы сложнобарханных песков при трассировании дороги рекомендуется обходить. При невозможности их обхода трассу следует прокладывать по наименее расчлененным участкам рельефа (с наименьшими относительными высотами форм).

М.8 В условиях заросших песков трассу следует прокладывать с учетом рельефа и степени зарастания:

- в равнинных, кучевых, бугристых, лунковых и грядовоячеистых песках – по кратчайшему расстоянию;

- в условиях грядового рельефа – по возможности по межгрядовым понижениЯл.

При этом следует стремиться к максимальному сокращению площади, на которой при строительстве дороги будет уничтожена растительность, закрепляющая песок. С этой целью необходимо увязать трассу с рельефом местности таким образом, чтобы дорогу можно было построить преимущественно с нулевыми рабочими отметками и протяженность участков, на которых предусматривается устройство насыпей и особенно выемок, была минимальной.

М.9 Рекомендуется уделять особое внимание поискам пылевато-глинистого грунта, а также местных песчано-гравийных материалов, пригодных для устройства защитного слоя. При этом должны быть установлены: мощность толщи пылевато-глинистого грунта, его типа, вид и разновидность по ГОСТ 25100; возможность сосредоточенной разработки грунта. Следует предусмотреть в проекте временные подъездные пути от карьеров к строящейся дороге.

М.10 При изучении гидрологических условий местности в районе трассы организуют специальный поиск воды, как пресной, так и засоленной, пригодной для искусственного увлажнения грунтов и материалов в процессе их уплотнения. Оценивают также возможность использования подземных вод, подаваемых из буровых скважиМ.

При отсутствии или глубоком залегании подземных вод необходимо предусмотреть создание временных искусственных водоемов, обеспечивающих сбор атмосферных осадков с такыров и солончаков.

М.11 Для принятия рациональных решений по проектированию земляного полотна, способов его защиты от песчаных заносов, ветровой и водной эрозии, защиты растений, используемых для закрепления песков, а также для оценки надежности проектируемой дороги в каждом случае обязательно выявляют:

- годовой ход активных ветров и движение песков;

- глубину залегания и минерализацию грунтовых вод;

- засоленность песков и ее источник;

- мощность слоя песков в понижениях, водопроницаемость и засоленность подстилающих грунтов;

- распространение и ориентировку барханных форм рельефа;

- естественную влажность песков, наличие горизонта грунтовых вод;

- наличие растительности и условия ее существования: видовой и возрастной состав, густоту и приуроченность к элементам рельефа травянистой растительности и кустарников;

- сроки, способы, результаты и т.д. ранее проведенных работ по закреплению песков в данном районе.

Приложение
(справочное)

Библиография

[1] СНиП 3.03-01-2001 Железные дороги колеи 1520 мм

[2] СНиП РК 3.03-09-2003 Автомобильные дороги.

[3] СНиП 2.05.03-84 Мосты и трубы.

[4] СНиП РК 2.03.04-2001 Строительство в сейсмических районах..

[5] СНиП 11-01-95 Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений.

[6] СНиП 2.06.04-82 Нагрузки на гидротехнические сооружения.

[7] ВСН 206-87 Параметры земляных волн, воздействующих на откосы берегозащитных сооружений.

[8] СНиП 2.01.15-90 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения проектирования.

[9] ВСН 205-87 Нормы на проектирование земляного полотна железных дорог из глинистых грунтов с применением геотекстиля.

[10] СНиП 2.05.07-91 Промышленный транспорт.

[11] СНиП РК 1.03-15-2001 Охрана труда и техника безопасности в строительстве

[12] ГН 841-2005 Предельно допустимые концентрации и ориентировочные безопасные уровни вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

[13] Приказ и.о. Министра здравоохранения Республики Казахстан от 18.08.2004 г. № 629 Санитарно-эпидемиологические правила и нормы. Санитарно-эпидемиологические требования к атмосферному воздуху.

[14] Приказ Министра ООС РК от 28.02.2004 № 68-п. Инструкция по проведению оценки воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду при разработке предплановой, предпроектной и проектной документации.

[15] СНиП РК 2.04-01-2001 Строительная климатология.

[16] ВСН 48-93 Нормы проектирования и сооружения земляного полотна автомобильных дорог в песчаных пустынях.

УДК 69 **МКС 93.020** **КПВЭД 45.21.64**

Ключевые слова: земляное полотно, грунт, уплотнение грунта, насыпь, выемка, поперечный профиль, водоотвод, укрепление откосов, болота, районы распространения песков, экология

gost.e-ecolog.ru