УДК .....

КМК 2.05.10 - 97. " Правила проектирования земляного полотна железных дорог ".

РАЗРАБОТАНЫ проектно - изыскательским институтом транспортного строительства "Гипротранс" (руководитель темы И.Д. Ан, ответственный исполнитель Д.Д. Чесноков).

РЕДАКТОРЫ: Т.Н. Набиев, Ф.Ф. Бакирханов, В.Э. Сташис (Госкомархитектстрой), И.Д. Ан, Д.Д. Чесноков, В.П. Энс (институт "Гипротранс").

ВНЕСЕНЫ Государственно - акционерной компанией "Узбекистон темир йуллари" и Государственной ассоциацией предприятий транспортного строительства "Узбектрансстрой".

ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ Управлением проектных работ Госкомархитектстроя Республики Узбекистан (Д. А. Ахмедов)

С введением в действие настоящих норм и правил на территории Республики Узбекистан утрачивает силу СНиП 449-72 "Указания по проектированию земляного полотна железных и автомобильных дорог" в части земляного полотна железных дорог.

Перевод на государственный язык выполнил .....

Настоящий документ не может полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения Госкомархитектстроя Республики Узбекистан.

Таблица 1

| № зон | Краткая характеристика дорожно-климатических зон |
|---|---|
| I | Природно-климатические условия, характерные для географических зон тундры, лесотундры и лесов с распространением вечномерзлых грунтов. Районы с такими условиями в Узбекистане и других республиках Средней Азии отсутствуют. |
| II | Горные районы с абсолютными отметками более 3000 м; предгорные районы только на орошаемых землях с количеством осадков: наибольших среднемесячных более 80 мм и среднегодовых более 500 мм. |
| III | Горные районы с абсолютными отметками 2000-3000 м; предгорные и равнинные районы с количеством осадков: наибольших среднемесячных более 60 мм и среднегодовых более 400 мм. |
| IV | Горные и предгорные районы с абсолютными отметками 1200-2000 м; степные районы с количеством осадков: наибольших среднемесячных более 30 мм и среднегодовых более 200 мм. |
| V | Степные, полупустынные и пустынные районы с количеством осадков: наибольших среднемесячных менее 30 мм и среднегодовых менее 150 мм. |

Примечания:

1. Отнесение района прохождения трассы к той или иной зоне должно производиться только после сравнения фактического количества осадков с табличными. На выбор зоны влияет степень увлажнения грунтов основания земляного полотна грунтовыми водами или орошением.

2. Малоизученые районы, а также горные районы с абсолютными отметками выше 2000 м, следует относить к той или иной зоне в зависимости от местных условий.

**1.5.** Влияние нагрузок от подвижного состава и верхнего строения пути следует учитывать лишь при индивидуальном проектировании земляного полотна, либо при превышении указанных в КМК-2.05.01-96 скоростей или нагрузок от подвижного состава.

При расчетах верхнего строения осевые нагрузки необходимо принимать с учетом перспективы для восьмиосных вагонов - 220 кн/ось, а для четырехосных вагонов - 250 кн/ось.

Для оценки устойчивости земляного полотна суммарная погонная нагрузка от подвижного состава и верхнего строения пути, принимается равной 300 кн/м, равномерно распределенной по ширине 3,6 м.

**1.6.** Сезонные изменения уровня основной площадки в подрельсовом сечении в результате пучения или набухания грунтов по условиям безопасности и плавности движения поездов не должны превышать допусков, соответствующих нормам текущего содержания: для дорог I-II категорий - 20 мм; III - 25 мм; IV-V - 35 мм.

**1.7.** Настоящие "Правила" включают действующие нормы и требования по проектированию земляного полотна и комплекса защитных и укрепительных устройств и мероприятий.

## 2. ГРУНТЫ ДЛЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

**2.1.** Грунты подразделяются на скальные, получаемые посредством разрушения скальных пород и залегающих в естественных условиях в виде сплошного или трещиноватого массива; крупнообломочные, залегающие в естественных условиях в виде аллювиальных и делювиальных отложений или россыпей; песчаные и глинистые.

2.5. Степень заполнения объёма пор грунта водой G определяется по формуле

$$G = \frac{W\gamma}{\varepsilon\gamma_в}, \qquad (2)$$

где W – природная весовая влажность грунта в долях единицы;

$\gamma$ – удельный вес материала частиц грунта в т/м$^3$;

$\gamma_в$ – удельный вес воды, принимаемый равным 1т/м$^3$;

$\varepsilon$ – коэффициент пористости грунта, определяемый как отношение объема пор к объему минеральной части грунта.

Песчаные грунты следует называть: маловлажными, если степень влажности $G \le 0,5$; влажными, если $0,5 < G \le 0,8$; насыщенными водой, если $G > 0,8$.

Таблица 3

| Вид грунта | Разновидности грунтов | Содержание песчаных частиц размером от 2 до 0,05 мм в % по весу* | Число пластичности $W_п$ |
|---|---|---|---|
| Супесь | легкая крупная | > 50 | $1 \le W_п \le 7$ |
| | легкая | > 50 | |
| | пылеватая | 20 – 50 | |
| | тяжелая пылеватая | < 20 | |
| Суглинок | легкий | > 40 | $7 \le W_п \le 12$ |
| | легкий пылеватый | < 40 | |
| | тяжелый | > 40 | $12 \le W_п \le 17$ |
| | тяжелый пылеватый | < 40 | |
| Глина | песчанистая | > 40 | $17 \le W_п \le 27$ |
| | пылеватая | Меньше, чем пылеватых размером 0,05– 0,005 мм | |
| | жирная | Не нормируется | $W_п > 27$ |
| * Для супесей легких крупных учитывается содержание частиц размером 2 – 0,25 мм. | | | |

2.6. По степени водопроницаемости грунты, используемые для земляного полотна, разделяются на: дренирующие, к которым относятся скальные и крупнообломочные грунты, пески гравелистые, крупные и средней крупности, а также пески мелкие, удовлетворяющие одному из следующих условий: коэффициент фильтрации грунта $K_ф$ должен быть $\ge 0,5$ м/сутки; содержание частиц размером меньше 0,1 мм должно быть $\le 15\%$, в том числе размером менее 0,005 мм $\le 2\%$ по весу;

недренирующие, к которым относятся глинистые грунты, а также пески мелкие, не удовлетворяющие вышеуказанным условиям.

Для отсыпки песчаной подушки в выемках с переувлажненными грунтами должны применяться дренирующие грунты с коэффициентом фильтрации $K_ф \ge 1,0$ м/сут.

Примечание. Коэффициент фильтрации следует определять при максимальной плотности для данного грунта, устанавливаемой по методу стандартного уплотнения согласно приложению 2.

2.7. Глинистые грунты подразделяются на виды и разновидности с учетом их зернового состава и пластичности (табл. 3). В случаях расхождения вида грунта, устанавливаемого по

**2.12.** К набухающим следует относить глинистые грунты, у которых суммарный показатель степени набухания – усадки $\Delta V_c$ составляет

$$\Delta V_c = \frac{\Delta V_н + \Delta V_у}{1 - \Delta V_у} > 0{,}1\,, \qquad (5)$$

где $\Delta V_н$ и $\Delta V_у$ - показатели, соответственно характеризующие степень набухания и усадки, определяемые по формулам

$$\Delta V_н = \frac{V_н - V_о}{V_о}\,; \qquad (5')$$

$$\Delta V_у = \frac{V_о - V_у}{V_у}\,, \qquad (5'')$$

где $V_0$ – первоначальный объем образца грунта в $см^3$;

$V_н$, $V_у$ – объемы образцов соответственно после свободного набухания при увлажнении и после свободной усадки при высушивании.

Грунты, имеющие $\Delta V_c \geq 0{,}20$, являются сильнонабухающими.

**2.13.** 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 (табл. 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 из слабовыветривающихся и легковыветривающихся 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.

**2.14.** 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 легковыветривающихся размягчаемых горных пород (см. приложение 1);

мелкие недренирующие и пылеватые пески;

глинистые грунты;

некоторые грунты особых разновидностей (см.п. 2.10).

Перечисленные в п.2.15 грунты разрешается применять в исключительных случаях для дорог III – V категорий при обязательном осуществлении дополнительных мер, направленных на обеспечение требуемой прочности и устойчивости земляного полотна.

**2.16.** Для насыпей, возводимых средствами гидромеханизации, следует применять дренирующие грунты. Использование мелких, пылеватых песков и супесей разрешается при условии, что в теле возводимой насыпи будет не более 15% частиц размером менее 0,1 мм.

**2.17.** Для нижней части постоянно подтопляемых насыпей, при сооружении которых требуется отсыпка грунта в воду, необходимо применять скальные или крупнообломочные грунты, песок крупный или средней крупности, а также супесь легкую крупную с содержанием в ней глинистых частиц не более 6%.

### Нормы уплотнения грунта в теле насыпей

**2.18.** В проектах необходимо предусматривать работы по уплотнению насыпей из грунтов всех видов, за исключением скальных из слабовыветривающихся горных пород. Для верхней части насыпей из скальных грунтов слабовыветривающихся пород следует применять щебенистый материал.

Уплотнение в насыпях скальных грунтов из легковыветривающихся пород (аргиллитов, алевролитов, глинистых сланцев и т. п.), а также крупнообломочных грунтов, в том числе с глинистым заполнителем, обеспечивается посредством:

назначения необходимого числа проходов уплотняющих машин, устанавливаемого на основе предварительного пробного уплотнения;

ограничения толщины отсыпаемых слоев и размеров отдельных камней;

создания запаса на осадку согласно нормам, приведенным в табл.7, п.1.

Таблица 7

| Характеристика условий | Величина запаса в % от проектной высоты насыпи |
|---|---|
| 1. Насыпи из скальных и крупнообломочных грунтов при послойном возведении насыпи с применением уплотняющих машин | 3 |
| 2. Насыпи из песчаных и глинистых грунтов, возводимые с коэффициентом уплотнения К: | |
| К = 0,90 (п.2.19) | 1 – 2,5* |
| К = 0,95 | 0,5 |
| 3. Насыпи из глинистых переувлажненных грунтов | 2 – 3 |
| * Большие величины запаса относятся к насыпям, возводимым в короткие сроки (до 6 месяцев) из грунтов с влажностью, близкой к предельно допустимой (п. 2.22). | |

**2.19.** Требуемую плотность песчаных и глинистых грунтов в теле насыпей $\gamma^{н}_{ск}$ в г/см$^3$ следует определять по формуле:

$$\gamma^{н}_{ск} = K\gamma_{ск\ макс.} \qquad (6)$$

## Нормы влажности грунтов

**2.21.** 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 преимущественно грунты, имеющие оптимальную влажность $W_o$, или близкую к ней.

Примечание. Численные значения оптимальной влажности следует определять при испытании данного грунта по методу стандартного уплотнения (см.приложение 2).

Если естественная влажность используемых грунтов окажется (в резерве, карьере, выемке) ниже 0,9 $W_o$ необходимо предусматривать искусственное увлажнение их до получения оптимальной влажности.

**2.22.** Максимальная влажность $W_{пр}$, при которой будет обеспечена требуемая плотность грунта устанавливается по кривой стандартного уплотнения данного грунта или определяется по формуле ( как первое приближение)

$$W_{пр} = K_y W_o, \qquad (8)$$

где $K_y$ – коэффициент «переувлажнения», принимаемый по табл.9;

$W_o$ – оптимальная влажность в % для данного грунта (см.приложение 2).

Таблица 9

| Разновидности грунтов | $K_y$ при требуемом коэффициенте уплотнения грунта в теле насыпи | |
|---|---|---|
| | K > 0,98 | K= 0,95 |
| Пески пылеватые; супеси легкие крупные ..... | 1,35 | 1,60 |
| Супеси легкие и пылеватые ..... | 1,25 | 1,35 |
| Супеси тяжелые пылеватые; суглинки легкие и легкие пылеватые ..... | 1,15 | 1,30 |
| Суглинки тяжелые и тяжелые пылеватые ..... | 1,05 | 1,20 |

## Естественные основания и типы местности

**2.23.** Оценку естественных оснований по условиям их увлажнения при выборе грунтов для насыпей и проектирования земляного полотна следует выполнять с учетом показателей, приведенных в табл.10.

**2.24.** В зависимости от прочности или несущей способности грунтов и величины расчетных нагрузок естественные основания железнодорожного земляного полотна следует подразделять на прочные, недостаточно прочные и слабые.

К прочным относятся естественные основания, сложенные скальными породами, а также крупнообломочными, песчаными, глинистыми твердыми и полутвердыми грунтами (см. п. 2.8).

К недостаточно прочным относятся естественные сырые и мокрые основания из глинистых тугопластичных и мягкопластичных грунтов в случаях, когда относительная осадка основания окажется больше относительной осадки проектируемой насыпи с требуемой плот-

ностью грунта (см. п. 2.18, 2.19), а расчетная величина общей осадки основания превысит 0,10 м.

Таблица 10

| Тип основания | Показатели увлажнения |
|---|---|
| 1. Сухое | Условия для поверхностного стока хорошие; глинистые грунты на глубине до 1 м имеют влажность не более $W_p$ +0,25$W_n$, грунтовые воды отсутствуют или залегают на глубине более 2 м от поверхности земли |
| 2. Сырое | Условия для поверхностного стока плохие; глинистые грунты в предморозный период имеют влажность на глубине до 1 м от $W_p$+ 0,25$W_n$ до $W_p$+0,75$W_n$, а уровень грунтовых вод – на глубине более 1 м от поверхности земли |
| 3. Мокрое | Поверхностный сток отсутствует; глинистые грунты в предморозный период имеют влажность на глубине до 1 м, равную $W_p$ + 0,75$W_n$ и более, а уровень грунтовых вод – на глубине до 1 м; имеются выходы грунтовых вод на поверхность земли |

К слабым относятся естественные мокрые основания, сложенные торфом, илами и глинистыми грунтами с влажностью, превышающей $W_p$+0,75 $W_n$, деформация которых может вызывать появление больших по величине и неравномерных во времени осадок возведенных на них насыпей или нарушение общей устойчивости земляного полотна типовой конструкции.

## 3. ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

### Очертание верха земляного полотна

**3.1.** Поперечное очертание основной площадки земляного полотна на перегонах следует принимать в зависимости от количества путей и вида грунта.

Поперечное очертание основной площадки однопутного земляного полотна из недренирующих грунтов следует проектировать в виде трапеции шириной поверху 2.3 м, высотой 0.15 м и с основанием равным ширине основной площадки, а двухпутного в виде треугольника высотой 0.2 м с основанием равным ширине земляного полотна по верху.

Основная площадка однопутного и двухпутного земляного полотна из дренирующих грунтов проектируется горизонтальной.

**3.2.** Проектная бровка земляного полотна, сложенного дренирующими грунтами, удовлетворяющими требованиям, предъявляемым к песчаным балластам, повышается по сравнению с профильной ( рис. 1) на величину, равную высоте сливной призмы плюс разность толщин балластного слоя на данном участке и на смежных с ним участках из недренирующего грунта.

При песках дренирующих, неудовлетворяющих требованиям, предъявляемым к балластным материалам, разность отметок между проектной и профильной бровками равняется высоте сливной призмы.

При земляном полотне из песков, верх которых укрепляется от выдувания суглинками,

**3.5.** Ширину земляного полотна двухпутных и многопутных железных дорог по сравнению с нормальной для однопутного полотна (см.табл.11) необходимо увеличивать на размер междупутья с учетом его уширения в кривых, согласно приложению 4, при этом расстояние от оси второго пути до бровки проектируемого земляного полотна из недренирующих грунтов должно быть не менее 3,5 м, а из скальных и дренирующих грунтов – не менее 3,00 м.

**3.6.** Ширину насыпей поверху на расстоянии 10 м от задней грани устоев больших мостов необходимо увеличивать не менее чем на 0,5 м в каждую сторону от оси полотна с переходом на нормальную ширину на последующих 15 м.

**3.7.** Ширину насыпей на слабом основании, а также возводимых с запасом на осадку (см. табл. 7), следует устанавливать с расчетом обеспечения требуемых норм (см. табл. 11) после полной осадки земляного полотна.

### Высота насыпей и глубина выемок

**3.8.** Максимальная высота насыпей и глубина выемок назначаются при проектировании продольного профиля по технико-экономическим соображениям.

**3.9.** Минимальную высоту насыпей следует устанавливать по условиям незаносимости снегом и песком, а также с учетом соответствующего возвышения бровки земляного полотна на участках подтопления согласно требованиям строительных норм и правил по проектированию железных дорог.

Кроме того, требуется предусматривать меры, направленные на обеспечение прочности и устойчивости основной площадки земляного полотна в пределах участков с сырым и мокрым основанием, в зависимости от вида и состояния грунтов основания и грунта, применяемого для насыпи.

**3.10.** Величину возвышения бровки насыпей над поверхностью снегового покрова, а также бровки насыпей и дамб у водопропускных сооружений следует принимать согласно строительных норм и правил по проектированию железных дорог.

## 4. ВИДЫ ПРОЕКТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

**4.1.** На участках с простыми инженерно-геологическими, гидрогеологическими и другими природными условиями следует проектировать с применением типовых конструкций:

насыпи на прочном и устойчивом естественном основании в пределах участков с поперечным уклоном местности не круче 1: 3, высотой до 12 м – из крупнообломочных и глинистых твердых и полутвердых грунтов; до 6 м – из глинистых тугопластичных грунтов; до 20 м – из камня;

земляное полотно в районах с сейсмичностью 8 и более баллов;
водоотводные и дренажные устройства и сооружения.

## 5. НАСЫПИ

### Насыпи на сухом и прочном основании

**5.1** Для насыпей на сухом и прочном основании следует использовать, как правило, грунт из резервов, притрассовых карьеров и ближайших выемок.

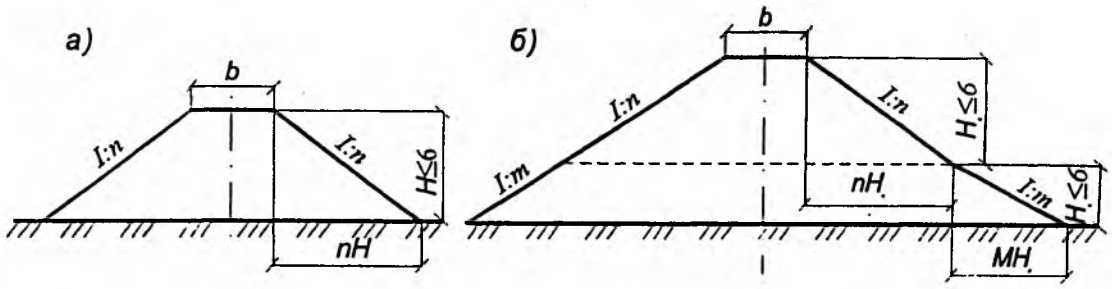



Рис. 2. Поперечные профили насыпей высотой
*а - до 6м; б - более 6м*

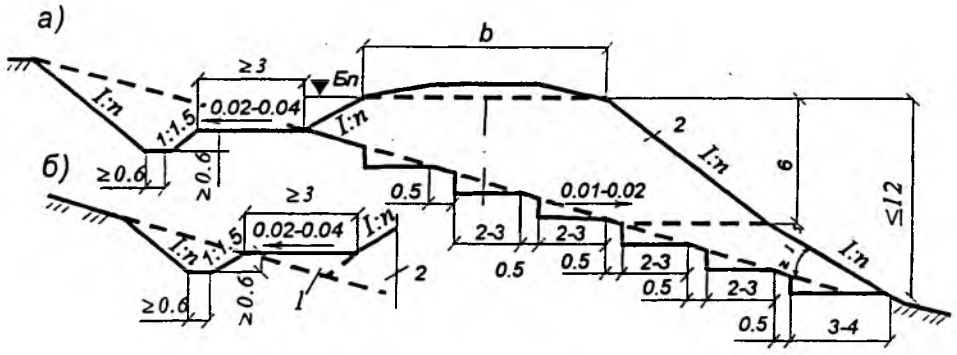



Рис. 3. Поперечный профиль насыпей из недренирующих грунтов на косогорах крутизной от 1:5 до 1:3

*а - с нагорной канавой и бермой в грунте естественного сложения;*
*б - то же, засыпкой пазухи;*
*1 - засыпка, 2 - тело насыпи*

**5.2.** Конструкцию насыпей следует принимать в зависимости от высоты насыпи, вида применяемого грунта, поперечного уклона местности и способов производства земляных работ, с использованием поперечных профилей рис.2 и 3.

Водоотводные устройства и резервы следует проектировать в соответствии с положениями разделов 11 и 12 настоящих Правил.

**5.3.** Крутизну откосов необходимо назначать по табл.13 в зависимости от вида грунта и высоты насыпи.

## Насыпи на сыром и мокром основаниях

**5.5.** Насыпи на сыром и мокром основаниях следует проектировать преимущественно из дренирующих грунтов.

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 п. 2.21, 2.22 настоящих Правил;

необходимо предусматривать мероприятия, обеспечивающие устойчивость и прочность земляного полотна и его основания, в том числе осушение грунтов основания посредством углубленных водоотводных канав, устройство берм.

**5.6.** Несущую способность оснований следует проверять расчетом на всех участках; для насыпей на недостаточно прочном и слабом основаниях (см. п. 2.24) необходимо учитывать осадку, а при целесообразности –предусматривать мероприятия, ограничивающие время осадок периодом строительства.

**5.7.** Возвышение бровки земляного полотна дорог I – III категорий над расчетным уровнем поверхностных вод, стоящих более 20 суток , или над уровнем грунтовых вод следует назначать по табл. 14 с учетом требований п. 3.9.

Таблица 14

| Грунты земляного полотна | Минимальная величина возвышения бровки земляного полотна над уровнем длительного (более 20 суток) стояния поверхностных или грунтовых вод в пределах дорожно-климатических зон, в м | | | |
|---|---|---|---|---|
| | II | III | IV | V |
| Дренирующие грунты с коэффициентом фильтрации 0,5 и более м/сут. | 1,1 | 0,9 | 0,75 | 0,5 |
| Недренирующие мелкие пылеватые пески и супеси легкие | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 0,8 |
| Супеси тяжелые пылеватые, суглинки легкие | 2,2 | 1,8 | 1,5 | 1,1 |
| Суглинки тяжелые пылеватые, глины | 2,4 | 2,1 | 1,8 | 1,2 |

Примечания:

1. Возвышение бровки земляного полотна над уровнем грунтовых или поверхностных вод при слабо- и среднезасоленных грунтах следует увеличивать на 20% (для суглинков и глин на 30%), а при сильнозасоленных грунтах на 50%.
2. В районах постоянного искусственного орошения возвышение бровки земляного полотна над уровнем грунтовых или поверхностных вод в IV,V зонах следует увеличивать на 0,4 м, а в III зоне на 0,2 м.
3. Минимальная величина возвышения бровки земляного полотна над уровнем длительного стояния поверхностных или грунтовых вод, как правило, не должна быть менее глубины промерзания, за исключением дренирующих грунтов, где эта величина может быть уменьшена на 1/3.
4. Величину возвышения бровки земляного полотна в выемках увеличивать на 0,2 м.

Таблица 15

| Расчетная величина коэффициента консистенции B глинистого грунта, используемого для насыпи | Толщина слоя $h_3$, в м |
|---|---|
| 0,26<br>0,35<br>0,50 | 0,30<br>0,40<br>0,50 |

Примечание: При назначении величины слоя $h_3$ необходимо соблюдать требование примечания 3 к таблице 14.

Увеличение толщины $h_3$ сверх норм, приведенных в табл. 15, допускается при соответствующем обосновании, учитывающем местные условия.

**5.12.** В проектах насыпей из переувлажненных глинистых грунтов необходимо предусматривать мероприятия, учитывающие вероятность последующего уплотнения тела насыпи, в том числе конструктивный запас по высоте или ширине верха насыпи, по нормам табл.7.

**5.13.** 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 круче 0,05.

**5.14.** При разработке проектов насыпей из переувлажненных грунтов необходимо предусматривать мелиоративные мероприятия по осушению грунтов в резервах или конусах, а также осушение грунта посредством обработки негашеной известью или другими осушающими добавками, в том числе золой ТЭЦ и других предприятий, удовлетворяющей соответствующим требованиям.

Количество осушающих добавок необходимо назначать в зависимости от свойств этих добавок, а также от вида осушаемого грунта и степени его переувлажнения.

## 6. ВЫЕМКИ

**6.1.** Выемки следует проектировать в зависимости от их глубины, состояния и свойств грунтов, а также от климатических условий района.

Крутизну откосов необходимо принимать по нормам табл. 16 в зависимости от вида, состояния и свойств грунтов, вскрываемых выемкой.

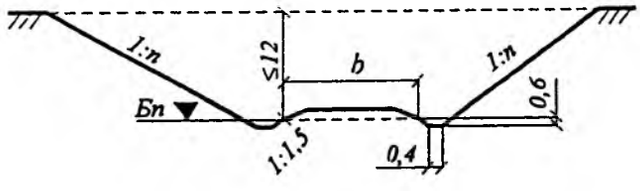



Рис.5. Поперечный профиль выемок в глинистых грунтах.

**6.4.** Выемки глубиной более 2 м следует проектировать с закюветными полками: в пылеватых глинистых грунтах, в том числе лёссовидных, лёссах и глинах (рис.8).

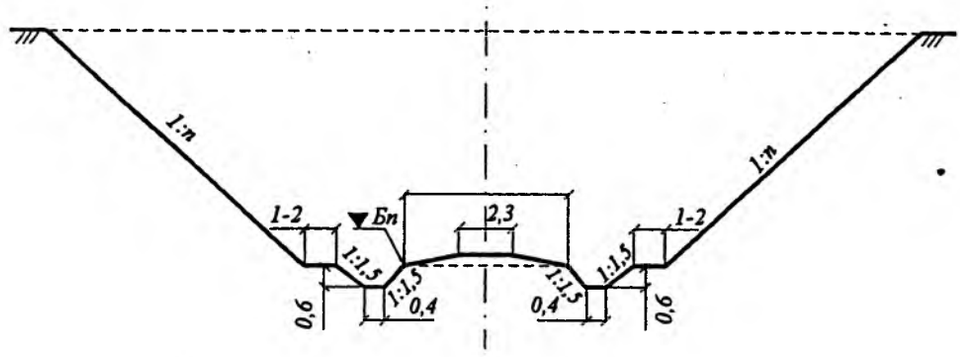



Рис. 8. Поперечный профиль выемок глубиной от 2 до 12 м

Ширину закюветных полок необходимо устанавливать по табл. 17. Поверхность закюветных полок следует проектировать с уклоном 0,02 – 0,04 в сторону кюветов; уклон можно не предусматривать для полок в скальных породах, а также в песчаных грунтах в районах с засушливым климатом.

Таблица 17

| Вид грунта | Глубина выемки в м | Ширина закюветных полок в м |
|---|---|---|
| Скальные породы легко выветривающиеся, глинистые грунты переувлажненные, а также пылеватые и лёссовидные; лёсс | От 2 до 6 | 1,0 |
| | От 6 до 12* | 2,0 |
| Песок мелкий и пылеватый | От 2 до 12 | 1,0 |
| * Для скальных пород допускается до 16 м. | | |

## Выемки в переувлажненных глинистых грунтах

**6.5.** В выемках для железных дорог I -III категорий, сооружаемых в глинистых грунтах тугопластичной консистенции ($0,25<B\leq0,50$), следует предусматривать замену глинистого грунта основания дренирующим или отходами асбестодобывающих предприятий (рис.9).

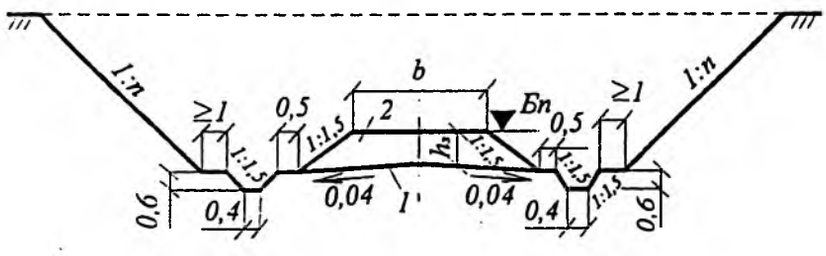



Рис.9. Поперечный профиль выемок в переувлажненных глинистых грунтах
1 - глинистый грунт;
2 - дренирующий грунт;
$h_2$ - толщина слоя дренирующего грунта

Эти величины разрешается уменьшать в случаях устройства подпорных стен, причем расстояние от оси пути до откосов в уровне подошвы шпал, устанавливаемое в зависимости от применяемых способов разработки выемки, должно быть не менее: 3,7 м в каждую сторону на линиях I, II категорий и вторых путей; 3,7 м – в одну из сторон и 3 м – в другую на линиях III – V категорий.

В откосной части выемок необходимо проектировать камеры шириной 6 м, глубиной 2,5 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, глубиной 1 м, высотой 2 м (рис. 10, а).

Для регулирования отвода воды из пределов выемок необходимо предусматривать по обеим сторонам основной площадки полотна укладку бордюра из местного камня или бетонных блоков соответственно рис.10, а или устройство кюветов применительно к рис. 10, б, в с обоснованием глубины кюветов данными гидравлических расчетов.

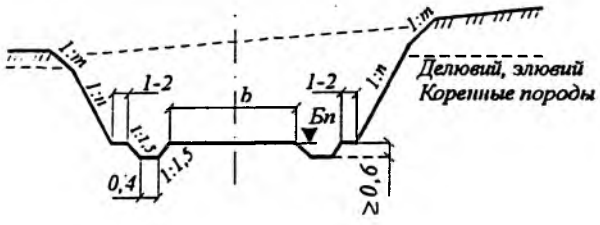



Рис.11. Поперечный профиль выемок в легковыветривающихся неразмягчаемых скальных породах

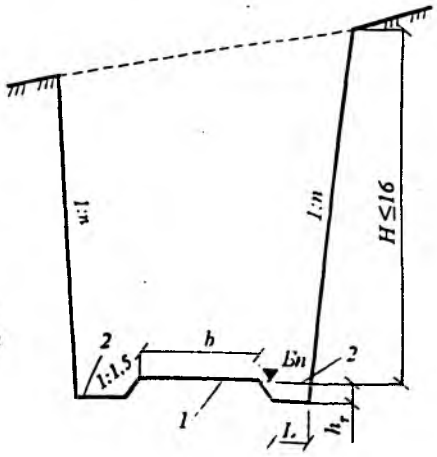



Рис.12. Поперечный профиль выемок с кювет-траншеями в легковыветривающихся неразмягчаемых скальных породах
1 - порода в естественном залегании или подготовка из крупнообломочного грунта; 2 - кювет-траншея

В обоснованных случаях разрешается проектировать основание земляного полотна в виде подготовки из крупнообломочного или песчаного грунта применительно к рис. 10, г.

Крутизну откосов выемок в слабовыветривающихся скальных породах следует принимать по нормам, приведенным в табл. 16.

**6.9.** Выемки в легковыветривающихся скальных породах следует проектировать с закюветными полками (рис.11), а также с кювет-траншеями (рис. 12), поддерживающими или ограждающими стенками для защиты пути и от материала выветривания, осыпающегося с откосов.

Крутизну откосов выемок надлежит принимать согласно табл. 16 в зависимости от состояния и свойств породы, характера напластования, высоты откосов и способов разработки выемки, ширину закюветной полки – по табл.17.

пересечение болот трассой в узких местах, преимущественно на участках с меньшей глубиной и минимальным поперечным уклоном минерального дна;

ограничение сроков осадки насыпи по возможности строительным периодом;

осушение болота до начала земляных работ в случаях, когда это технически возможно и экономически целесообразно;

использование преимущественно дренирующих грунтов для сооружения всей насыпи или ее нижней части.

7.4. Для насыпей на болотах I и II типов при отсутствии дренирующих грунтов допускается применять пылеватый песок, а также легкую крупную и легкую супесь. Применение этих грунтов для насыпей на болотах III типа, а также других глинистых грунтов на болотах всех типов допускается только для верхней надземной части насыпей при соблюдении следующих условий:

Таблица 18

| Вид грунта, используемого для насыпи | Величина возвышения бровки над поверхностью в м | |
|---|---|---|
| | болота | воды |
| Дренирующий ..... | 0,8 – 1,2* | 1,0 |
| Мелкий песок, легкая крупная супесь..... | 1,2 - 1,8** | 1,2 - 1,8** |
| Пылеватый песок, легкая супесь..... | 1,5 - 2,0** | — |

* 0,8 и 1,2 – величины возвышения соответственно при полном или частичном удалении торфа из основания насыпи.

** При глубине промерзания 2,0 и более метров.

для нижней части насыпи необходимо использовать дренирующие грунты;

величину возвышения бровки нижней части насыпи из дренирующих грунтов над поверхностью болота или над уровнем поверхностной воды следует назначать не менее 0,5м;

поперечный профиль надземной части насыпи и очертание ее верха следует проектировать соответственно виду, состоянию и свойствам применяемого глинистого грунта или пылеватого песка.

Величину возвышения бровки насыпей над поверхностью болот следует назначать не менее норм, приведенных в табл.18. Насыпи из пылеватого песка и легкой супеси, сооружаемые в пределах осушенных или осушаемых болот, допускается проектировать высотой 2,0 м и более над уровнем грунтовой воды или над уровнем воды в водоотводных канавах.

7.5. На болотах I типа насыпи высотой до 3 м следует проектировать с расчетом на полное или частичное удаление торфа из основания с заменой торфа минеральным грунтом в зависимости от глубины болота.

Полное удаление торфа необходимо предусматривать на болотах глубиной до 2м (рис. 13).

Частичное удаление торфа допускается применять на болотах глубиной более 2 м (рис. 14). При этом глубину траншеи необходимо назначать, исходя из условий, что сумма величин высоты насыпи над поверхностью болота и глубины траншеи выторфовывания должна быть не менее 3,5 м для дорог I и II категорий и не менее 3 м для дорог III

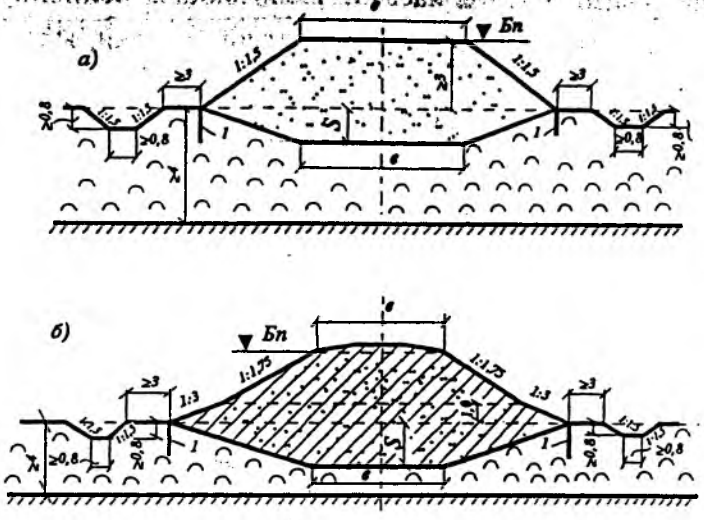



Рис. 15. Поперечные профили насыпи высотой более 3м на болотах I типа
а) из дренирующих грунтов; б) из мелких и пылеватых песков, легкой крупной и легкой супесей:
1 - продольный прорез на глубину растительнокорневого слоя, но не менее 1м

Крутизну откоса траншеи выторфовывания следует устанавливать в зависимости от способа производства работ, в пределах от 1:0 до 1:0,5.

Для дорог IV и V категорий перечисленные в п. 7.5 параметры допускается устанавливать, исходя из условий обоснованного снижения сметной стоимости с учетом местных условий.

Насыпи высотой более 3 м, сооружаемые на болотах I типа, следует проектировать в соответствии с поперечными профилями, приведенными на рис. 15 с расчетом использования торфа в качестве естественного основания земляного полотна.

В этом случае, а также при частичном выторфовывании объемы земляных работ необходимо определять с учетом осадки насыпи вследствие сжимаемости торфа в основании земляного полотна.

Величину осадки насыпей высотой до 4 м на болотах глубиной до 4 м разрешается определять на стадии разработки проекта или технорабочего проекта, по нормам, приведенным в табл. 19; величину осадки у краев траншей выторфовывания $S_1$ при проектировании насыпей из пылеватых песков и легких супесей (см. рис. 14, б) допускается принимать равной 10% толщины обжимаемого слоя торфа $h_0$.

Таблица 19

| Толщина обжимаемого слоя торфа в м | Величины осадки S в % толщины обжимаемого слоя торфа под насыпями высотой | |
|---|---|---|
| | < 3 м при частичном выторфовывании | от 3 до 4 м на естественном основании |
| 2 | 25 | 60 |
| От 2 до 4 | 30 | 50 |

**7.6.** Насыпи, сооружаемые на болотах II типа, необходимо проектировать независимо от их высоты, с расчетом полного удаления торфа устойчивой консистенции и посадки

Для нижней части насыпи необходимо предусматривать применение дренирующего грунта; крутизну откосов насыпи ниже поверхности болота следует назначать по нормам, приведенным в табл. 20.

Таблица 20

| Вид грунта | Крутизна откосов |
|---|---|
| Песок мелкий и пылеватый | 1:4 |
| Песок крупный и средний | 1:2 |
| Гравий, галька, щебень, камень слабовыветривающихся пород | 1:1,5 |

7.8. Для насыпей, проектами которых предусматривается использование торфа в качестве основания земляного полотна, в том числе в случаях применения частичного выторфовывания, необходимо предусматривать статическое и динамическое испытание готового земляного полотна.

## 8. НАСЫПИ НА УЧАСТКАХ ЗАСОЛЕННЫХ ГРУНТОВ

8.1. В районах распространения засоленных грунтов земляное полотно следует проектировать с учетом степени и качественного характера засоления грунта (см. приложение 3), используемого как материал для возведения насыпи или в качестве ее основания.

8.2. Слабо- и среднезасоленные грунты допускается использовать для насыпей типовой конструкции в соответствии с требованиями разд. 5 настоящих Правил.

Сильнозасоленные грунты допускается использовать только на участках с сухим или осушаемым основанием и глубоким залеганием грунтовых вод при обязательном применении мер, направленных на предохранение верхней части земляного полотна от большего засоления.

Избыточнозасоленные грунты для возведения насыпей применять не допускается.

8.3. Насыпи на участках с сухим естественным основанием (см. п. 2.23), сложенным слабо- и среднезасоленными грунтами следует проектировать по нормам разд. 5 настоящих Правил.

8.4. На участках местности с сильно- и избыточнозасоленными грунтами необходимо сравнивать варианты:

обхода этих участков;

устройства земляного полотна, как правило, насыпями из привозных незасоленных, слабо- или среднезасоленных грунтов с принятием мер против их большего засоления, в том числе с назначением высоты насыпей по нормам табл. 14 или соответствующим понижением уровня грунтовых вод и др.

8.5. На участках с сильно- и избыточнозасоленными грунтами, а также на участках с сырым и мокрым естественными основаниями из слабо- и среднезасоленных грунтов необхо-

Таблица 21

| Подвижность песков | Содержание пылевато- глинистых фракций, в %, гранулометрический состав | Покрытие растительностью,% | Характеристика растительного покрова | Тип и характер движения |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Подвижные (барханные) | <5 песок однороден, график грансостава однопиковый | <15 | Растительность отсутствует. Одиночная кустарниковая или редкая травянистая 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- дерновый 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. Гребни песчаных форм обнажены или покрыты редкой растительностью | Ветропесчаный поток |

Примечание. Степень подвижности песков оценивают в полосе шириной не менее 100 м в сторону от намечаемой трассы дороги.

подвижности песков (закрепления растительностью);

гранулометрического состава песка, его влажности и засоленности.

Характеристика степени подвижности песков приведена в табл. 21.

9.2. Ширину зоны, в пределах которой требуется искусственное закрепление песков, следует назначать в эависимости от степени подвижности песков и годовых объемов переноса песка к пути.

Для дорог I - III категорий ориентировочные значения ширины этой зоны составляют:

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

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

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

на слабозаносимых (до 10 $м^3$/м год) – до 100 м.

Охранная зона назначается шириной не менее 500 м.

9.3. Продольный профиль и земляное полотно в районах распространения песков (подвижных, малоподвижных и неподвижных) следует проектировать с учетом вписывания в рельеф местности при максимальном сохранении растительности, как правило, насыпями высотой до 0,9 м. Следует избегать высоких насыпей, т.к. они меняют условия прохождения ветропесчаного потока.

## 10. ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО В РАЙОНАХ ИСКУССТВЕННОГО ОРОШЕНИЯ

**10.1.** На орошаемых территориях земляное полотно следует проектировать с учетом неблагоприятного воздействия 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.

Кроме того необходимо учитывать, что в процессе эксплуатации открытая коллекторно-дренажная сеть углубляется.

На территориях, подлежащих освоению и орошению в период эксплуатации дороги, расчетный горизонт грунтовых вод необходимо принимать по перспективным данным органов водного хозяйства с учетом изменения естественного уровня грунтовых вод, связанного с орошением, промывками и реконструкцией дренажной сети.

**10.2.** Земляное полотно дорог в зоне орошения следует проектировать с учетом рельефа местности, конструкции сооружений ирригационной сети и расхода в них воды, наличия и расположения автомобильных дорог к населенным пунктам и подъездов к полям, необходимости устройства водопропускных сооружений, увеличения высоты насыпи при приближении дороги к каналу, условий эксплуатации дороги, каналов и сооружений дренажной сети. Как правило, следует избегать устройства дюкеров.

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

Большие каналы и коллекторы следует пересекать под углом, близким к прямому, избегать, по возможности, переустройства (отвода) существующих каналов и особенно коллекторов.

**10.3.** 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.

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

Не допускается использование нагорных и водоотводных канав и кюветов в качестве распределителей воды.

Пересечение водоотводных и нагорных канав с мелкими оросителями (арыками) следует проектировать, как правило, в разных уровнях.

**10.4.** В районах искусственного орошения земляное полотно следует проектировать, как правило, насыпями согласно рис. 20 и Правил разд.5, табл.14. Высоту насыпи необходимо назначать индивидуально с учетом предохранения верхних ее слоев от увлажения и от образования соляных корок на основной площадке.

Вдоль насыпей, как правило, не допускается размещать резервы в случаях, когда невозможно отвести воду из них.

Не допускается размещать резервы в пределах раздельных пунктов и населенных мест, в местах расположения путевых зданий и переездов, на участках развития карста, а также, как правило, на поймах рек.

Смежные резервы у отдельных зданий и переездов следует соединять водопропускными канавами, лотками или трубами.

Размеры и конфигурация грунтовых карьеров назначаются с учетом потребности в грунте и в соответствии с требованиями техники безопасности и охраны окружающей среды.

**11.2.** Расположение резервов относительно проектируемой насыпи следует назначать согласно табл. 22 с учетом местных условий, влияющих на конструкцию и технологию сооружения земляного полотна.

Таблица 22

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

Расстояние между внешней бровкой резерва и границей полосы отвода должно быть не менее 1 м.

В районах распространения подвижных песков резервы следует размещать согласно требованиям разд. 9 настоящих Правил.

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

Со стороны будущего второго пути железных дорог I - III категорий ширину бермы следует назначать равной 7,1 м.

Бермам с нагорной стороны необходимо придавать поперечный уклон от 0,02 до 0,04 в сторону резерва за счет срезки или присыпки грунта применительно к рис. 3, а, б.

**11.4.** Резервы необходимо, как правило, включать в общую систему водоотводных устройств, ограждающих земляное полотно от воздействия поверхностной воды, или предусматривать отдельные выпуски воды из резервов в пониженные места прилегающей местности, согласно требованиям разд. 12 настоящих Правил.

**11.5.** Замкнутые резервы без водоотводов допускается применять на участках с дренирующими грунтами в районах с засушливым климатом и в районах распространения подвижных песков.

**11.6.** Дну резервов, входящих в общую систему водоотводных устройств, необходимо придавать поперечный и продольный уклоны. Поперечный уклон должен быть не менее

непосредственной близости от выемки пониженных мест рельефа, где, как правило, непригодный или лишний грунт из выемок следует размещать и планировать.

Размещение грунта в кавальерах не допускается:

на территории станционных площадок, населенных пунктов и промышленных предприятий;

в местах, где кавальеры могут способствовать снежным или песчаным заносам полотна, в том числе вдоль мелких выемок;

с нагорной стороны полувыемок.

**11.13.** Кавальеры следует проектировать согласно рис. 21 и размещать в зависимости от поперечного уклона местности (табл. 23), с учетом условий заносимости снегом или песком, а также свойств и состояния грунта, подлежащего укладке в кавальер.

**11.14.** Расстояние от подошвы кавальера до бровки проектируемой выемки, а на участках устройства в ближайшей перспективе второго пути железных дорог – до бровки выемки для будущего полотна должно быть не менее 5 м.

На участках с глинистыми переувлажненными грунтами, в том числе при наличии верховодки, это расстояние должно быть не менее (5 + Н) ≥10 м, где Н – высота откоса проектируемой выемки.

**11.15.** Кавальеры с низовой стороны полотна следует проектировать с разрывами в пониженных местах, не реже чем через каждые 50 м; ширина разрыва понизу должна быть не менее 3 м. Площадке между бровкой выемки и подошвой низового кавальера необходимо придавать продольный уклон в сторону разрыва.

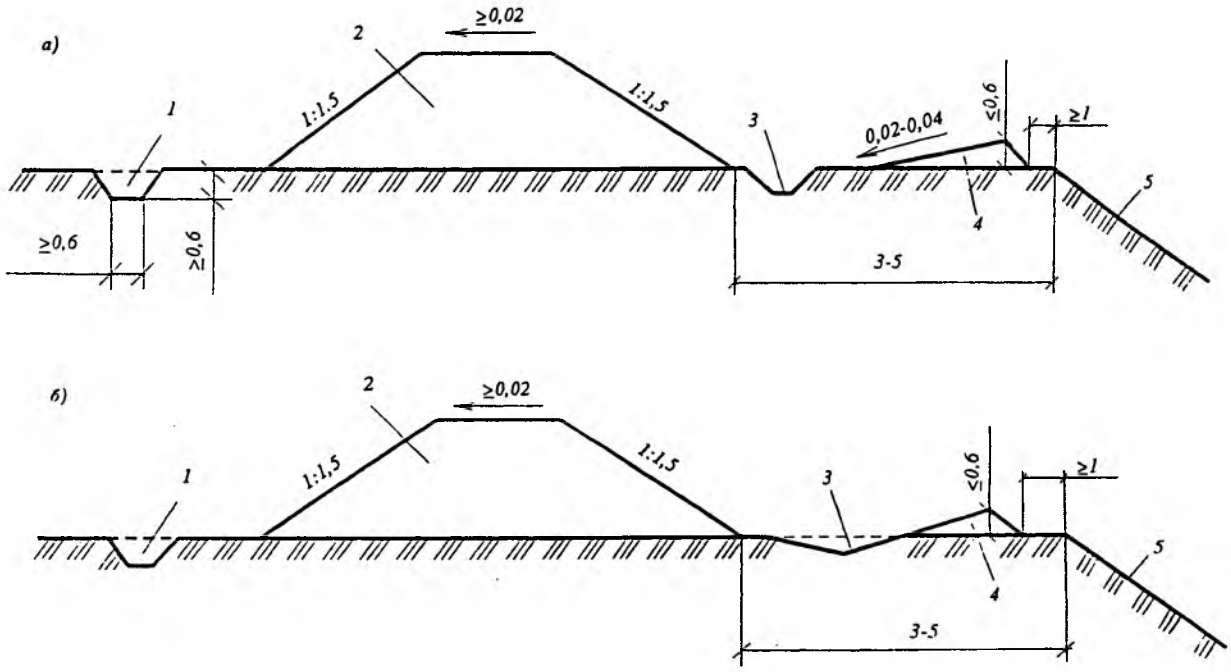



Рис. 21. Схема размещения кавальеров и водоотводных устройств
а - с трапецеидальной забанкетной канавой; б - с треугольной забанкетной канавой;
1 - нагорная канава; 2 - кавальер; 3 - забанкетная канава; 4 - банкет; 5 - откос выемки

планировку поверхности косогора на полосе шириной около 3 м, прилегающей к бровке выемки, с приданием поверхности поперечного уклона к выемке не менее 0,02 и укрепление ее посевом трав.

## 12. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОТВОДА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

**12.1.** Устойчивость и прочность земляного полотна, а также нормальная работа дороги 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.

**12.2.** Отвод поверхностных вод следует предусматривать:

от насыпей и полунасыпей – канавами (нагорными, продольными и поперечными водоотводными, осушительными) или резервами;

от откосов выемок и полувыемок – канавами (нагорными и забанкетными);

от основной площадки земляного полотна 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.

**12.3.** 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.

**12.4.** Минимальные размеры и другие параметры водоотводных устройств следует назначать на основе гидравлических расчетов, но не менее норм, приведенных в табл. 24. Кюветы следует проектировать, как правило, трапецеидального поперечного профиля, а при соответствующем обосновании – полуциркульного; глубину кюветов в обоснованных случаях допускается устанавливать равной 0,4 м.

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

**12.7.** Водоотводные устройства следует размещать в полосе отвода с таким расчетом, чтобы расстояние от наружной бровки откоса водоотводного устройства до границы полосы отвода было не менее 1 м.

**12.8.** В местах выхода на склоны водотоков, оврагов и низин водоотводные устройства необходимо отводить в сторону от земляного полотна, предусматривать их укрепление или расширение с соответствующим уположением откосов.

**12.9.** На участках с наличием грунтовых вод нагорные канавы, а также водоотводные устройства в пределах выемок следует проектировать согласно требованиям разд. 13 настоящих Правил.

### Водоотводные канавы

**12.10.** Продольные водоотводные канавы необходимо предусматривать с нагорной стороны насыпей без резервов. На местности с поперечным уклоном менее 0,02 при высоте насыпей менее 1,5 м, на участках с переменной сторонностью поперечного уклона, а также на болотах водоотводные канавы необходимо проектировать с двух сторон полотна.

**12.11.** При пересечении местных понижений допускается уменьшать глубину канав до 0,2 м с устройством со стороны насыпи банкета шириной поверху не менее 3 м, с возвышением его бровки над расчетным уровнем воды не менее 0,25 м и поперечным уклоном от насыпи, равным 0,02 – 0,04.

**12.12.** Расстояние между подошвой откосов насыпей внутренней бровкой продольных водоотводных канав следует принимать не менее 3 м, а со стороны размещения будущего второго пути – не менее 7 м.

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

**12.13.** Поперечные канавы следует проектировать в случаях, когда затруднен отвод воды от водопропускных сооружений или продольный отвод воды из местных понижений у земляного полотна.

**12.14.** 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 м, а на участках подходов к перепадам, быстротокам и искусственным сооружениям – не менее 10 м.

### Нагорные канавы

**12.15.** Нагорные канавы необходимо размещать с нагорной стороны выемок с целью перехвата воды, поступающей с косогора и из прилегающего водосборного бассейна и

**12.20.** Полевые откосы кюветов следует проектировать крутизной, равной крутизне откоса выемки, а откосы кюветов со стороны полотна не круче значений, приведенных в табл. 24.

**12.21.** Продольный уклон кюветов следует принимать равным уклону земляного полотна. В пределах выемок с продольным уклоном верха земляного полотна менее 2‰ кюветы необходимо проектировать с продольным уклоном, равным 2‰. В таких случаях в точках водораздела глубину кюветов разрешается уменьшать до 0,2 м посредством сохранения ширины выемки на уровне бровки и дна кюветов и соответствующего увеличения ширины основной площадки земляного полотна.

**12.22.** Кюветы выемок в скальных слабовыветривающихся породах допускается проектировать треугольной формы при обязательной проверке поперечного сечения кювета на пропуск расчетного расхода воды.

**12.23.** Лотки следует применять в случаях:

когда увеличение сечения кюветов приводит к значительному увеличению объема земляных работ по устройству выемки;

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;

в стесненных условиях, когда невозможно устройство углубленных кюветов или нормального их сечения;

при крутых и затяжных уклонах, когда возникают размывные скорости.

Глубину лотков следует назначать по результатам гидравлических расчетов, а сечение и конструкцию – принимать по соответствующим указаниям.

**12.24.** Кюветы и лотки на выходе из выемок следует отводить от земляного полотна в лог, резерв или водоотводную канаву с устройством плавного закругления.

**12.25.** 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 0,3%;

устройство берм шириной не менее 3,0 м между кюветом и основной площадкой земляного полотна;

укрепление дна и откосов кюветов в соответствии с расчетными глубиной и скоростями течения воды.

### Поглощающие колодцы и испарительные бассейны

**12.26.** В равнинной местности, где отсутствует возможность для отвода воды из замк-

## 13. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОТВОДА ГРУНТОВЫХ ВОД

**13.1.** Грунтовые воды, которые могут нарушить прочность и устойчивость земляного полотна, должны быть отведены от него дренажными устройствами.

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

**13.2.** 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 разд. 16 настоящих Правил.

**13.3.** Для перехвата и отвода грунтовых вод, уровень которых залегает на глубине более 2 м, следует предусматривать дренажи, галереи, колодцы и другие виды дренажных сооружений, проектируемых с учетом гидрогеологических и других местных условий.

## 14. ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО ДЛЯ ВТОРЫХ ПУТЕЙ И РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

**14.1.** Земляное полотно для вторых путей железных дорог следует проектировать с соблюдением норм и требований других разделов настоящих Правил 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.

**14.2.** 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.

С х е м а I – на общем земляном полотне и в одном уровне с существующим путем. Эта схема является основной, и ее следует применять, как правило, на участках с благоприятными инженерно-геологическими условиями и условиями эксплуатации существующего земляного полотна.

С х е м а 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.

С х е м а III – на раздельном полотне. Такую схему необходимо принимать при проектировании второго пути в пределах:

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.).

**14.6.** 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;

попикетное 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.

**14.7.** Насыпи под второй путь следует проектировать в виде присыпок к существующему полотну применительно к поперечному профилю рис. 22.

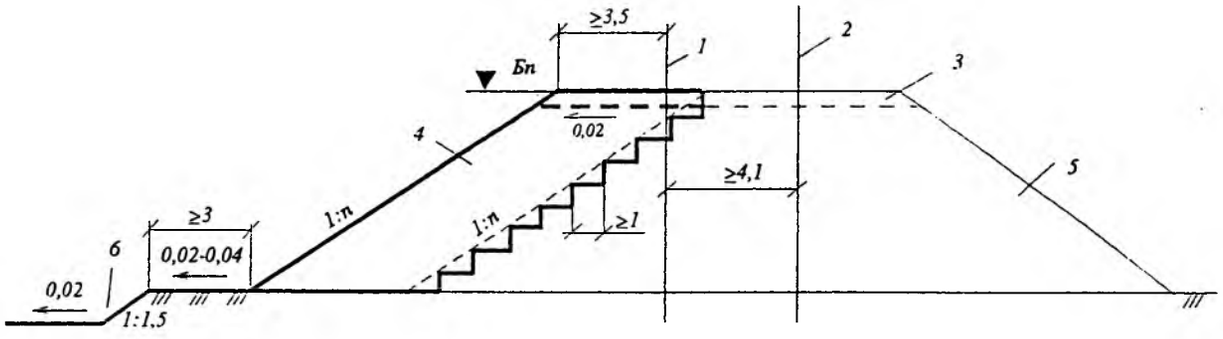



Рис. 22. Поперечный профиль насыпи, уширяемой под второй путь
1 - ось второго пути; 2 - ось существующего пути; 3 - дренирующий грунт;
4 - проектируемая присыпка; 5 - существующая насыпь; 6 - резерв или канава

Ширину присыпок следует назначать 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 норм приложения 4 и норм уширения в кривых по табл.12;

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 м.

При наличии берм у существующей насыпи проектом следует предусматривать уширение их со стороны проектируемого второго пути не менее чем на 3 м.

**14.13.** Устойчивость проектируемого земляного полотн 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.

**14.14.** В проектах уширения насыпей на болотах 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 (см.п.7.2) необходимо проектировать вырезку торфа в пределах основания присыпки под второй путь в зависимости от мощности отложений торфа и высоты насыпи, согласно табл. 28.

Таблица 28

| Мощность отложений торфа в м | Высота насыпи в м | Глубина вырезки в м |
|---|---|---|
| До 1 | ≤3 | До поверхности минерального грунта |
| От 1 до 4 | ≤3 | На величину 0,5S, где S – величина осадки по оси существующей насыпи |
| От 1 до 4 | 3 – 12 | На величину 0,5S 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 посекционно на участках длиной 10 – 50 м, в зависимости от мощности, плотности и устойчивости торфа.

## 15. ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЗЛОВ И СТАНЦИЙ

**15.1.** Для проектирования земляного полотна в пределах раздельных пунктов в дополнение к материалам, используемым при проектировании земляного полотна на перегонах, необходимы следующие исходные данные:

план в горизонталях с показанием существующих и проектируемых путей, зданий, сооружений, подземных и надземных коммуникаций, полосы отвода;

инженерно-геологическая карта территории, а при высоком залегании грунтовых вод и карта гидроизогипс с показанием разведочных выработок.

**15.2.** 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, водоотводных устройств и других сооружений.

**15.3.** Под удлиняемые разъездные пути для безостановочного скрещения поездов земляное полотно следует проектировать по нормам, установленным для новых железных дорог (см. разд. 3, п. 14.1 и др.).

**15.4.** На участках, подверженных снежным и песчаным заносам, земляное полотно для раздельных пунктов необходимо проектировать с учетом: силы и направления ветра по отношению к продольной оси станции, продольного профиля земляного полотна, числа путей, наличия сооружений, естественной защиты (лесных насаждений, рельефа местности) и т. д.

Станционные площадки следует, как правило, проектировать в плане на прямой, параллельно направлению господствующих метелепоземковых ветров или близкому к нему, а в профиле – насыпями расчетной высоты в соответствии с требованиями строительных норм и правил по проектированию железных дорог. В обоснованных случаях проектом необходимо предусматривать снегозащитные устройства.

**15.5.** Земляное полотно новых раздельных пунктов, вспомогательных путей в пределах существующих железнодорожных узлов и станций, а также новое земляное полотно с использованием существующего при развитии остановочных пунктов или их реконструкции следует проектировать в соответствии с нормами и положениями настоящих Правил.

**15.6.** Ширину земляного полотна необходимо назначать в соответствии с путевым развитием в зависимости от числа путей и расстояний между смежными путями, согласно действующему ГОСТ 9238 .

Расстояния от осей крайних станционных путей до бровки земляного полотна следует принимать по нормам табл. 29.

Уменьшение этих расстояний допускается в случаях использования существующего земляного полотна, при условии, что ширина обочины будет не менее 0,40 м.

На станциях с сортировочной работой в пределах от места расцепки вагонов до верха горки, полугорки или до точки отрыва вагонов от состава ширину по верху балластного слоя необходимо увеличивать на 0,75 и с каждой стороны полотна; соответственно этому

постепенного изменения продольного уклона полотна, как правило, вне пределов полезной длины путей, применяя любые уклоны до руководящего включительно.

Таблица 31

| Грунт земляного полотна | Материал балласта | Вероятное увлажнение* | Число путей на одном скате | Уклоны верха земляного полотна** |
|---|---|---|---|---|
| 1. Дренирующий | Гравий; крупные и средние пески | Малое | 10 и более | 0 |
| | То же, и ракушка | Большое и среднее | 10 | 0 |
| 2.Недренирующий | Гравий; крупные и средние пески | Малое | 10-8 | 0,01 |
| | То же, и ракушка | Большое и среднее | 8-6 | 0,02 |
| | Пески мелкие | Малое | 8-6 | 0,02 |
| | То же, и ракушка | Большое и среднее | 3-2 | 0,02 |

* Малое увлажнение вероятно в пределах IV и V дорожно-климатических районов (см. табл. 1) с количеством осадков до 300 мм в год; среднее увлажнение – в пределах III района; большое увлажнение – в пределах I и II районов.

** В обоснованных случаях верх земляного полотна станционных площадок разрешается проектировать с поперечным уклоном 0,03.

При этом размеры междупутий и разрывов между парками следует назначать с учетом размещения откосов полотна, водоотводных устройств, а в случае необходимости – устройств и оборудования для защиты путей от заносимости снегом и песком и других устройств .

**15.11.** Водоотводные устройства в пределах раздельных пунктов следует проектировать согласно требованиям разд. 12 и 13 настоящих Правил.

## 16. УКРЕПЛЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА И ВОДООТВОДНЫХ СООРУЖЕНИЙ

**16.1.** Укрепление поверхности земляного полотна и водоотводных сооружений необходимо предусматривать в проектах с целью предохранения полотна от разрушающего воздействия природных факторов.

**16.2.** Тип укрепления следует назначать с учетом: вида укрепляемого сооружения и его размеров; грунтов, слагающих откос и его основание; климатических, топографических и гидрологических условий; наличия местных материалов для укрепительных работ; заданных сроков строительства и результатов технико-экономических расчетов.

**16.3.** Применяемые укрепления должны обладать необходимой прочностью, устойчивостью против разрушающего воздействия природных факторов и долговечностью, обеспечивать механизацию трудоемких процессов укрепительных работ и минимальные затраты на содержание сооружения в условиях эксплуатации.

**16.4.** Укреплению подлежат: обочины земляного полотна из всех грунтов, кроме скальных и крупнообломочных; откосы земляного полотна и регуляционных сооружений; отко-

Защитные насаждения пескоукрепителей в виде древесно-кустарниковых посадок и посева местных трав вне пределов земляного полотна;

средства механической защиты в виде покрытия укрепляемой поверхности глинистыми грунтами и обработки вяжущими материалами, а в отдельных случаях также и покрытия из стеблей местных растений.

16.11. Для защиты песчаных откосов и обочин земляного полотна от выдувания рекомендуется покрытие их поверхности слоем щебенистых, дресвяных, гравийно-галечных или глинистых грунтов толщиной 0,10 – 0,15 м – на откосах, 0,05 м – на обочинах.

16.12. В районах распространения барханных песков следует применять посадку на прилегающей местности древесно-кустарниковых насаждений местных пород, а также – обработку откосов, обочин и прилегающей местности вяжущими материалами, включая битумную эмульсию, высокосмолистую нефть и др.

16.13. Водоотводные канавы и кюветы подлежат укреплению, если их проектируют для участков с грунтами, подверженными оплыванию в откосах или разрушению в результате периодического увлажнения-высушивания, промерзания-оттаивания, а также если расчетная скорость течения в канавах и кюветах воды будет превышать допускаемую скорость для данного вида грунта.

Для укрепления можно применять: обсев откосов семенами многолетних трав и щебневание дна канав; обработку дна и откосов вяжущими веществами, органическими смолами, химическими и другими материалами; укладку асфальтобетонных, бетонных плит и других сборных железобетонных конструкций вида полутруб, лотков и т. д.

Способ укрепления следует назначать в зависимости от свойств и состояния грунта, в котором закладывается канава, а также от расчетной скорости воды и допускаемой скорости для данного вида укреплений.

## 17. ФИЛЬТРУЮЩИЕ НАСЫПИ

17.1. Фильтрующие насыпи допускается применять для железных дорог IV–V категорий в качестве водопропускных сооружений при пересечении сухих логов, местных понижений на косогорах и постоянных водотоков с расходами, не превышающими 10м$^3$/сек при залегании в основании земляного полотна прочных скальных, крупнообломочных грунтов, крупных и средней крупности песков, плотных глин и суглинков.

При необходимости пропуска расхода воды более 10 м$^3$/сек целесообразно применять комбинированные фильтрующие насыпи с водопропускными трубами.

17.2. 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 местного камня из неразмягчаемых пород;

в случаях необходимости выполнения строительных работ в зимнее время;

из щебня, гравия и камня переменных размеров слоем в 0,3 м. Тело фильтрующей части насыпи должно выступать с обеих сторон земляного полотна в виде берм не менее чем на 0,5м.

Основание фильтрующей насыпи и русло водотока на 3 м в верхнем и нижнем бьефе должны быть укреплены от размыва в соответствии с расчетной скоростью движения воды через насыпь. При этом растительный слой на участках со слаборазмываемыми грунтами удалять не следует.

Если верх фильтрующей железнодорожной насыпи располагается на уровне бровки полотна, то над фильтрующей частью и на расстоянии 5 м в обе стороны от нее необходимо предусматривать отсыпку балластного слоя из щебня.

**17.7.** В проекте производства строительных работ следует предусматривать возведение фильтрующих насыпей способом свободной наброски рваного или окатанного камня, а в случаях применения плитного камня – укладку камней горизонтальными рядами с максимальным оставлением пустот.

**17.8.** Откосы земляного полотна до верха фильтрующей наброски необходимо укреплять одиночным мощением, бетонными или железобетонными плитами на расстоянии 2 м на входе и выходе от боковой грани фильтрующей насыпи.

**17.9.** С нагорной стороны фильтрующих насыпей при необходимости следует предусматривать илоудерживающие устройства в виде плетня, вала из камня высотой не менее 0,4 м, фашин и т. д., охватывающие полукольцом на расстоянии около 2 м входное отверстие.

## 18. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА, ВОЗВОДИМОГО В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

**18.1.** Участки земляного полотна, возводимого в зимнее время, необходимо определять на стадии разработки проекта и техно-рабочего проекта и уточнять на стадии разработки рабочей документации.

**18.2.** В проектах необходимо учитывать, что на зимний период целесообразно относить следующие работы: разработку выемок и карьеров в сухих песках, гравийно-галечных и скальных, предварительно разрыхляемых грунтах, а также возведение насыпей из таких 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 кавальер или насыпь;

устройство насыпей на болотах;

устройство штолен и глубоких дренажных прорезей;

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

В течение зимнего времени не следует предусматривать :

разработку выемок в нескальных грунтах глубиной до 3 м;

Таблица 32

| Климат района | Среднегодовая температура воздуха в град | Наибольшая высота насыпи из глинистых грунтов в м |
|---|---|---|
| 1.Суровый | Ниже – 2 | 2,5 |
| 2.Холодный | От – 2 до +1 | 3,5 |
| 3.Умеренный | От +1 до +5 | 4,5 |
| 4.Теплый | более +5 | Без ограничения |

Примечание. Температуру воздуха среднюю за год следует принимать согласно строительным нормам и правилам "Климатические и физико-геологические данные для проектирования".

**18.5.** При необходимости возведения в зимнее время насыпей или слоев мощностью более величин, указанных в табл. 32, следует предусматривать использование дренирующих грунтов, а при их отсутствии – разрабатывать индивидуальный проект насыпи из глинистого грунта. В последнем случае необходимо:

в качестве объектов для производства работ в зимнее время назначать насыпи на прочном основании (см. п. 2.24);

для насыпей предусматривать соответствующие запасы по высоте насыпи или ширине по верху;

предусматривать уположение откосов или устройство берм, назначаемых по расчету;

проектировать верхнюю часть насыпей на высоту 1 м из талого грунта с отсыпкой этого слоя в теплое время года и уплотнением до установленных норм (см. п. 2.19), а при необходимости укладки пути в зимнее время – верхнюю часть насыпи толщиной не менее 0,8 м возводить из дренирующих грунтов.

**18.6.** Для насыпей, возводимых на полную высоту из глинистых грунтов при отрицательной температуре, необходимо предусматривать запас на осадку: до 5% высоты насыпи в районах с суровым и холодным климатом (см. табл. 32) и до 3% в районах с умеренным климатом.

## 19. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**19.1.** При разработке технических решений по конструкциям и технологии сооружения земляного полотна железных дорог необходимо обеспечивать максимальное сохранение природной среды, экономное использование продуктивных земель и леса, минимальное загрязнение водотоков и водоемов.

**19.2.** При вскрышных работах по устройству выемок и резервов, по подготовке оснований насыпей и кавальеров необходимо предусматривать срезку и складирование плодородного слоя почвы, который следует использовать для укрепления откосов земляного полотна травосеянием, рекультивации карьеров, различных сельскохозяйственных нужд и т.п.

**19.3.** В пределах полосы и участков временного отвода для устройства карьеров, временных дорог и т.п., в проектах необходимо предусматривать рекультивацию, мелиорацию

снижению сейсмического воздействия взрыва на окружающую среду, что достигается, например, уменьшением суммарной массы заряда, взрываемого за один прием, увеличением интервала замедления между взрывами отдельных групп зарядов, применением контурного метода взрывания и др. Для снижения дальности разлета обломков скального грунта необходимо предусматривать предварительное укрытие поверхности грунта, подлежащего разрушению взрывом (щитовыми деревянными укрытиями из бревен, решетками из сварных труб, сетками с пригрузом и т.п.).

**19.10.** При проектировании подводных взрывов следует применять одно- и двухярусную пузырьковую защиту, с использованием сжатого воздуха давлением 5-6 атмосфер, нагнетаемого в перфорированные трубы, укладываемые на дно водоема или водотока.

**19.11.** Для защиты от буровой пыли прилегающей местности следует предусматривать оснащение бурового оборудования пылеподавляющими установками, а также бурение с промывкой скважин водой.

**19.12.** С целью снижения объема вредных газов, выделяющихся при взрывании зарядов, целесообразно применять ВВ с положительным или близким к нулевому кислородным балансом (например, гранулит М, игданит и граммонит 79/21).

**19.13** При выборе вяжущих материалов для укрепления земляного полотна необходимо учитывать, что поликомплексы (в том числе растворимые полимеры), а также нефть, нефтяные мазуты, битум и некоторые другие вяжущие относятся к вредным веществам и загрязняют окружающую среду; поэтому перед производством работ по обработке грунтов необходимо получать разрешение от соответствующих организаций.

**19.14.** При проектировании земляного полотна на косогорах следует стремится к созданию крутых откосов, поскольку это способствует меньшему нарушению окружающей среды. Для чего выемки в скальных грунтах необходимо разрабатывать с использованием контурного метода взрывания, откосы выемок укреплять анкерами, не допускать образования затяжных шлейфов в случаях проектирования земляного полотна насыпями и полунасыпями-полувыемками (например, путем постройки подпорных стен различных конструкций, сооружаемых до отсыпки низового откоса насыпи, по возможности ближе к уровню основной площадки).

*ПРИЛОЖЕНИЕ 2*

## Метод стандартного уплотнения грунтов в лабораторных условиях

Таблица 33

| Основные параметры приборов и способы уплотнения | Прибор конструкции | |
|---|---|---|
| | Союздорнии | ЦНИИС |
| Диаметр цилиндра или кольца в мм для размещения образцов уплотняемого грунта | 100 | 70 |
| Высота цилиндра или кольца в мм | 127 | 52 |
| Вес груза в кг | 2,5 | 2,5 |
| Вес вертикальной стойки со штампом в кг | 1,3 - 1,4 | 1,9 |
| Высота падения груза в мм | 300 | 300 |
| Количество слоев, на которые разделяется образец грунта при уплотнении ударами груза | 3 | 1 |
| Количество ударов на каждый слой при уплотнении: | | |
| песков и супесей | 25 | 20 |
| пылеватых супесей, суглинков, глин | 40 | 20 |
| жирных глин | 50 | - |

Целью стандартного уплотнения является определение практически максимальной плотности $\gamma_{ск.макс}$ и оптимальной влажности $W_o$ грунта, при которой достигается максимальная плотность.

В качестве стандартного принят метод уплотнения образцов грунта с использованием приборов Союздорнии или ЦНИИС (рис. 25 и 26, табл. 33).

Прибор Союздорнии следует применять для испытания грунтов с содержанием до 5% частиц размером более 5 мм, прибор ЦНИИС – для ускоренного испытания грунтов с содержанием до 5% частиц размером более 2 мм.

Образец исследуемого грунта уплотняют 4 – 6 раз при систематически увеличиваемой влажности. Уплотнение целесообразно начинать при влажности несколько большей, чем влажность грунта в воздушно-сухом состоянии, но отличающейся не менее чем на 8–10% от оптимальной, ориентировочно равной: для песков – 8–13%., супесей – 9–15%., суглинков – 12–22%., глин 16–26%.

Количество воды Q , необходимое для получения требуемой влажности грунта, определяют по формуле

$$Q = P\,(W_{тр} - W_{н})\,0{,}01, \qquad (9)$$

где P – вес грунта, подлежащего уплотнению, в г;

$W_{тр}$, $W_{н}$ - влажность, соответственно требуемая и начальная, в %.

Опыты по уплотнению выполняют в следующем порядке. Вначале берут образец грунта в воздушно-сухом состоянии, размельчают и просеивают через сито с отверстиями 5 мм (для прибора Союздорнии) или 2 мм (для прибора ЦНИИС). Грунт, прошедший через сито, увлажняют до требуемой влажности, перемешивают, закладывают в цилиндр или кольцо

Объемный вес скелета или плотность грунта $\gamma_{ск}$ в каждом опыте определяют по формуле

$$\gamma_{ск} = \frac{\gamma}{1 + 0{,}01W}, \qquad (11)$$

где $\gamma$, W – соответственно объемный вес в г/см$^3$ и весовая влажность в % уплотненного грунта.

По полученным данным строят кривую стандартного уплотнения (рис. 27), а по ней определяют максимальную плотность и соответствующую ей оптимальную влажность.

Для грунтов, содержащих от 5 до 40% частиц размером более 5 мм, максимальную плотность $\gamma'_{ск.макс}$ и оптимальную влажность $W_o$ определяют расчетным способом по формулам:

$$\gamma'_{ск.макс.} = \gamma_{ск.макс.} K_\gamma \qquad (12)$$

$$W'_o = W_o K_w, \qquad (13)$$

где $\gamma_{ск.макс}$, $W_o$ – соответственно максимальная стандартная плотность в г/см$^3$ и оптимальная влажность в % отсеянного грунта с размером частиц менее 5 мм;

$K_\gamma$, $K_w$ – коэффициенты, учитывающие влияние наличия крупных частиц соответственно на плотность и влажность грунта; их значения принимают по табл. 34.

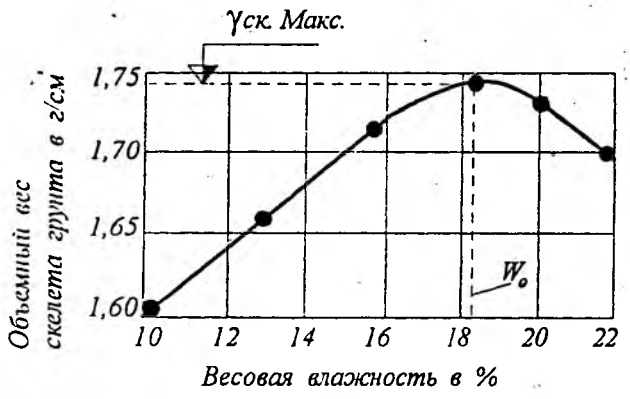



Рис. 27. Кривая стандартного уплотнения

Таблица 34

| Содержание частиц крупнее 5 мм в % | $K_\gamma$ | $K_w$ | Содержание частиц крупнее 5 мм в % | $K_\gamma$ | $K_w$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 1.02 | 0.95 | 20 | 1.08 | 0.80 |
| 10 | 1.04 | 0.90 | 25 | 1.10 | 0.75 |
| 15 | 1.06 | 0.85 | 30 | 1.13 | 0.70 |
| | | | 40 | 1.15 | 0.65 |

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 (табл. 35). 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%.

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 зарощенности поверхности растительностью и размеров частиц (гранулометрического состава).

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. Засоленные грунты при увлажнении резко снижают прочность на сжатие.

Таблица 36

| Грунты | Среднее суммарное содержание легкорастворимых солей в % от веса сухого грунта | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Хлоридное и сульфатно-хлоридное засоление | | Сульфатное, хлоридно-сульфатное и содовое засоление | |
| | V дорожно- климатическая зона | остальные зоны | V дорожно- климатическая зона | остальные зоны |
| Слабозасоленные..... | 0,5 – 2 | 0,3 - 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 |

К слабозасоленным грунтам необходимо также относить грунты со средним суммарным содержанием легкорастворимых солей менее 0,5% в V дорожно-климатическом районе и менее 0,3% в остальных районах, если эти грунты содержат более 0,25% $Na_2S0_4$+$MgS0_4$ или более 0,5% $NaHCO_3$+$Na_2CO_3$.

Качественный характер засоления можно устанавливать (табл. 37) по соотношению содержания ионов Cl' и $S0_4$" в водной вытяжке, выраженного в миллиэквивалентах на 100г сухого грунта.

Засоление называется с о д о в ы м при содержании в грунте ионов $CO_3$" и $HCO_3$' свыше одной трети суммарного содержания ионов Cl' и $S0_4$".

Таблица 37

| Наименование засоления | Отношение $\frac{Cl'}{SO''_4}$ |
|---|---|
| Хлоридное ..... | >2,5 |
| Сульфатно-хлоридное..... | 2,5 – 1,5 |
| Хлоридно-сульфатное..... | 1,5 – 1,0 |
| Сульфатное..... | <1,0 |

Степень и качественный характер засоления определяют в период наибольшего накопления солей в верхних слоях грунтов.

Т а к ы р ы – ровные участки местности в пустынях и полупустынях, почти лишенные растительности, заливаемые водой в весеннее время. Поверхностные слои грунта в пределах такыров представлены глинистыми отложениями, преимущественно илом. В летнее время они высыхают, затвердевают и покрываются полигональными трещинами.