ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ «ТРАНССТРОЙ»
ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ПОСОБИЕ

ПО ТЕХНОЛОГИИ СООРУЖЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

(В развитие СНиП 3.06.02—86)

МОСКВА 1993

gost.e-ecolog.ru

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ «ТРАНССТРОЙ»
ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ПОСОБИЕ

ПО ТЕХНОЛОГИИ СООРУЖЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

(В развитие СНиП 3.06.02—86)

МОСКВА 1993

УДК 621.1 (083.74)

Редактор Г. П. СМИРНОВА

© ПКТИтрансстрой, 1993

ПРЕДИСЛОВИЕ

Пособие по технологии сооружения земляного полотна железных дорог составлено в развитие главы СНиП 3.06.02—86.

При разработке Пособия существенно дополнены и уточнены Технические указания по технологии сооружения железнодорожного земляного полотна (ВСН 186—75) на основе обобщения передового опыта трестов и исследований, выполненных в транспортном строительстве.

Пособие содержит:

технологию производства комплекса подготовительных работ;

основные технологические схемы сооружения земляного полотна с применением комплектов машин и модулей механизированных колонн: экскаваторных, скреперных, бульдозерных, погрузчиков и грейдер-элеваторов, в том числе с применением средств автоматизации;

основные положения по специфике сооружения земляного полотна в зимнее время;

технологические схемы возведения насыпей на слабых основаниях и болотах с мероприятиями по стабилизации грунтов и укреплению насыпей неткаными синтетическими материалами и пенопластом;

технологические схемы сооружения земляного полотна в районах распространения пустынь;

технологию сооружения земляного полотна вторых путей;

современные технологические способы и средства для уплотнения грунтов;

технологию производства комплекса работ по планировке, отделке и укреплению земляных сооружений;

основные сведения по контролю качества и приемке земляного полотна;

практические приложения.

Пособие содержит основные положения и рекомендации по сооружению земляного полотна в соответствии с действующими нормами проектирования и законодательством по охране окружающей среды.

В Пособие не включены вопросы сооружения земляного полотна в экстремальных инженерно-геологических условиях и с применением специальных средств механизации. К ним относятся, в частности, сооружение земляного полотна в районах Крайнего Севера, в вечномерзлых грунтах (ВСН 61—89), с применением средств гидромеханизации (ВСН 34/IV—72). Специфика сооружения земляного полотна высокоскоростных магистралей (ВСМ) не включена в Пособие в связи с тем, что в настоящее время ведутся исследования, разрабатываются специальные средства механизации для уплотнения грунтов и готовятся специальные нормы проектирования. После накопления опыта строительства ВСМ указанная специфика будет включена в специальный нормативно-технологический документ. В Пособии наиболее полно показано возведение типовых конструкций земляного полотна в обычных условиях, даны рекомендации по сооружению земляного полотна индивидуальных конструкций, в том числе в особо сложных инженерно-геологических условиях.

При выборе технологических решений следует учитывать необходимость многовариантных проработок, обеспечивающих прочность и надежность земляного полотна, как одного из наиболее сложных, ответственных железнодорожных сооружений. Это объясняется сложным структурным составом грунта, как исходного материала, и постоянным влиянием природно-климатических факторов. Именно такое большей частью негативное влияние приводит к необходимости оптимизации и управления ходом технологических процессов в течение всего периода проектирования и строительства земляного полотна.

Пособие предназначено строительным мастерам, прорабам и другим инженерно-техническим работникам трестов механизации земляных работ и проектных институтов для руководства при разработке проектов производства работ и организации комплексно-механизированных процессов сооружения земляного полотна.

Предполагается обобщить отзывы строительных и других организаций по данному Пособию, а затем на его основе выпустить новые ВСН (взамен ВСН 186—75).

Пособие одобрено секцией «Строительство железных дорог» НТС корпорации «Трансстрой».

Пособие составили: проф. доктор техн. наук Луцкий С. Я., канд. техн. наук Володин А. М. (руководители работы); инженеры Баринов М. В., Рябов В. П., канд. техн. наук Соколов В. Г., Цернант А. А., Петрова Ж. А. (ЦНИИС);

инженеры Соколов В. С., Козлов В. П. (трест «Центростроймеханизация»), Менг Э. К. (трест «Средазстроймеханизация»); канд. техн. наук Скутина О. Л.; инженеры Аббара М., Аламдар Т., Басин О. Е., Токарев П. М. (МИИТ); доктор техн. наук. Закиров Р. С.; канд. техн. наук Досметов С. К. (ТашИИТ); инженер Худенко В. Г. (ДИИТ).

В работе принимали участие инженеры Гнилицкий В. Э., Громова А. Н., Егерева Л. А., Рогонова Г. А., Орлов Д. В., Фабричева Н. В. (ЦНИИС).

Общее редактирование выполнено проф. Луцким С. Я.

Раздел 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ СООРУЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

1.1. Комплекс работ по сооружению земляного полотна

Земляные работы являются одной из наиболее важных частей технологического комплекса работ при строительстве железной дороги, а по трудоемкости и стоимости составляют 25—30% общих затрат на ее сооружение.

При организации и производстве работ по возведению земляного полотна следует руководствоваться главами действующих СНиП «Организация строительного производства», «Правила производства работ. Железные дороги» и дополнениями к ним по охране окружающей среды, «Правила производства и приемки работ. Земляные сооружения» и «Сооружение земляного полотна железных и автомобильных дорог. Требования безопасности».

Работы по сооружению земляного полотна должны выполняться на основе утвержденных проектов организации строительства (ПОС) и проектов производства работ (ППР).

В комплекс земляных сооружений железнодорожного земляного полотна входят:

насыпи, полунасыпи, выемки, полувыемки главного пути, станций и разъездов;

водоотводные устройства: кюветы в выемках и полувыемках, нагорные и водоотводные канавы, резервы при насыпях, дренажи, прорези, лотки, штольни;

защитные укрепительные устройства: бермы, струенаправляющие дамбы, траверсы и другие регуляционные сооружения, противообвальные и противооползневые сооружения;

специальные насыпи под переезды, кавальеры и банкеты при выемках.

Работы по сооружению земляного полотна подразделяются на подготовительные, основные, отделочные и укрепительные.

А. К подготовительным работам относятся:

восстановление и закрепление трассы дороги, разбивка и закрепление полосы отвода и находящихся за ее пределами площадей для размещения карьеров;

расчистка трассы—вырубка леса, удаление мелколесья, кустарника, пней и крупных камней (валунов);

подготовка площадок для карьеров;

разбивка земляного полотна;

устройство землевозных дорог;

устройство нагорных и других водоотводных канав, необходимых для создания нормальных условий производства основных работ;

выполнение комплекса работ для сооружения земляного полотна в зимнее время;

осушение заболоченных и переувлажненных участков трассы.

Б. К основным работам относятся:

срезка дерна, заготовка растительного грунта;

удаление слабых грунтов из оснований насыпей;

послойное рыхление сухих плотных грунтов при разработке выемок, карьеров и резервов, рыхление скальных пород, а также мерзлого грунта в зимнее время;

разработка грунта в отвал или с погрузкой в транспортные средства;

перемещение грунта из выемок карьеров и резервов в насыпи, кавальеры или отвалы;

послойное разравнивание грунта в насыпях или кавальерах;

послойное уплотнение грунта в насыпях; в основаниях насыпей высотой до 2 м и под основной площадкой в выемках при естественной плотности сухих грунтов ниже требуемой;

устройство и ликвидация въездов и съездов при отсыпке насыпей транспортными средствами;

срезка с откосов насыпей вторых путей балластных шлейфов и растительного покрова;

устройство уступов при сооружении насыпей на косогорах и вторых путей;

выторфовывание и устройство прорезей при сооружении насыпей на болотах, удаление слабых грунтов из основания насыпи;

нарезка кюветов в выемках;

устройство регуляционных противообвальных и противооползневых сооружений.

В. Планировочные работы, к числу которых относятся:

планировка основной площадки земляного полотна и нарезка сливной призмы;

планировка откосов выемок и насыпей;

планировка станционных площадок;

планировка берм, дна и откосов резервов;

планировка верха и откосов кавальеров;

планировка откосов и дна карьеров (рекультивация).

Планировочные работы должны производиться немедленно, вслед за окончанием разработки выемок и возведения насыпей.

Г. К укрепительным работам относятся: укрепление откосов выемок и насыпей, кюветов, канав, берм, конусов регуляционных сооружений.

Укрепительные работы должны производиться, как правило, немедленно, вслед за окончанием основных работ. Укрепление посевом многолетних трав производится с учетом агротехнических требований.

С целью использования почвенного слоя для укрепительных работ и рекультивации он должен быть предварительно снят с площадей под основанием насыпей, верха выемок, водоотводных канав, карьеров и резервов. При снятии и складировании плодородного слоя должны быть приняты меры по предотвращению снижения его качества (смещение с подстилающим минеральным слоем, размыв, выдувание и т. п.).

Если срок сохранения плодородного слоя более 1 года, бурты следует укреплять посевом трав или другими способами, предусмотренными в проекте.

Работы по сооружению земляного полотна, как правило, должны выполняться механизированными колоннами с максимальным применением комплексной механизации подготовительных, основных и укрепительных работ.

Комплекты машин следует подбирать с расчетом обеспечения максимальной производительности ведущей машины, наименьшей трудоемкости и стоимости работ с учетом грунтовых, топографических, климатических и гидрогеологических условий района строительства.

Работы по сооружению земляного полотна должны вестись круглогодично с отнесением на зимний период времени тех видов работ, которые: дают меньшую или одинаковую

стоимость по сравнению с выполнением их в летнее время; создают возможность широкого развертывания строительных работ с наступлением весны; сокращают расходы и сроки окончания работ в целом по строительству; обеспечивают нормативное качество земляного полотна.

1.2. Грунты, используемые для сооружения земляного полотна

В соответствии с ГОСТом 25100—82 грунты подразделяются на скальные и нескальные.

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

Скальные грунты разделяются по трещиноватости, блочности и способности к выветриванию (которая определяется испытанием образцов на разрушаемость при многократном увлажнении—высушивании и замораживании-оттаивании) на слабовыветривающиеся, выветривающиеся и легковыветривающиеся; крупнообломочные и песчаные—по степени дренирования; глинистые грунты—по гранулометрическому составу, засоленности, набухаемости, по склонности к морозному пучению и просадочности.

Нескальные грунты подразделяются на крупнообломочные, песчаные, глинистые, биогенные (сапропели, заторфованные, торфы и др.), искусственные—отходы производства (шлаки, золы, золошлаковые смеси, «хвосты» обогатительных фабрик, терриконов и др.).

Крупнообломочные и песчаные грунты в зависимости от гранулометрического состава по ГОСТу 25100—82 подразделяются на валунные (глыбовые), галечниковые (щебенистые), гравийные (дресвяные), пески гравелистые, крупные, средней крупности, мелкие и пылеватые (табл. 1.1).

По степени неоднородности гранулометрического состава пески разделяются на однородные и неоднородные. Критерии оценки и способы определения степени неоднородности песков приводятся в Инструкции по проектированию железнодорожного земляного полотна (СН 449—72).

По степени влажности крупнообломочные и песчаные грунты разделяются на маловлажные, влажные и насыщенные водой.

По степени водонепроницаемости грунты, используемые для сооружения насыпей, разделяются на дренирующие и недренирующие.

Таблица 1.1

Классификация крупнообломочных и песчаных грунтов по ГОСТу 25100—82

Тип грунта	Гранулометрический состав, масса частиц в %
Крупнообломочные	
Валунный грунт (при преобладании неокатанных частиц—глыбовый)	Частиц крупнее 200 мм более 50%
Галечниковый грунт (при преобладании неокатанных частиц—щебенистый)	Частиц крупнее 10 мм более 50%
Гравийный грунт (при преобладании неокатанных частиц—дресвяный)	Частиц крупнее 2 мм более 50%

При наличии песчаного заполнителя более 40% или пылеватого и глинистого заполнителя более 30% общей массы абсолютно сухого грунта в наименовании крупнообломочного грунта должно содержаться наименование заполнителя.

Песчаные	
Песок гравелистый	Частиц крупнее 2 мм более 25%
Песок крупный	Частиц крупнее 0,5 мм более 50 %
Песок средней крупности	Частиц крупнее 0,25 мм более 50%
Песок мелкий	Частиц крупнее 0,1 мм 75% и более
Песок пылеватый	Частиц крупнее 0,1 мм менее 75%

Примечания: 1. Для установления вида грунта следует последовательно суммировать проценты содержания частиц в исследуемом грунте, начиная с содержания более крупных частиц, и принимать наименование грунта по первой сумме, удовлетворяющей показателю содержания частиц по таблице.

2. При содержании органических веществ в количестве 0,03÷0,10% к наименованию песков добавляется: «с примесью органических веществ»

К дренирующим относятся грунты, имеющие при максимальной стандартной плотности сухого грунта коэффициент фильтрации равный или более 0,5 м/сут.

Для крупнообломочных грунтов с песчаным заполнителем коэффициент фильтрации устанавливается на основании испытания заполнителя. Коэффициент фильтрации определяется в соответствии с ГОСТ 25584—83.

Предварительная оценка водонепроницаемости грунтов может быть произведена по показателю гранулометрического состава.

К дренирующим грунтам относятся крупнообломочные грунты с песчаным заполнителем, пески гравелистые, крупные, средней крупности и мелкие, если содержание в них частиц менее 0,10 мм не превышает 15%.

Глинистые грунты выделяются по числу пластичности, по степени влажности (консистенции), содержанию растворимых солей и органического вещества и по набуханию.

Глинистые грунты подразделяются на типы и виды с учетом числа пластичности и содержания песчаных частиц (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Тип грунта	Вид грунта	Содержание песчаных частиц с размером 2—0,05 мм в % по массе	Число пластичности, I_p
Супесь	Легкая	>50	
	Пылеватая	20—50	$1 \leqslant I_p \leqslant 7$
	Тяжелая пылеватая	<20	
Суглинок	Легкий	>40	
	Легкий пылеватый	>40	
	Тяжелый пылеватый	<40	$7 \leqslant I_p \leqslant 12$
	Тяжелый	>40	$12 \leqslant I_p \leqslant 17$
Глина	Песчанистая	>40	
	Пылеватая	<40	$17 \leqslant I_p \leqslant 27$
	Жирная	не нормируется	$I_p \geqslant 27$

Примечание. К наименованию грунта при содержании 15—25% по массе частиц крупнее 2 мм добавляется с «галькой» (щебнем), либо с «гравием» (дресвой), а при содержании частиц крупнее 2 мм по массе более 25% (вплоть до 50%) добавляется «галечниковые» (щебенистые), либо «гравелистые» (дресвяные).

В случаях расхождения наименования грунта, устанавливаемого по числу пластичности и содержанию песчаных частиц, следует принимать его по числу пластичности.

Глинистые грунты следует различать по их состоянию согласно табл. 1.3.

Таблица 1.3

Наименование глинистых грунтов по показателю консистенции	Показатель консистенции
Твердые	$I<0$
Полутвердые	$0<I<0{,}25$
Тугопластичные	$0{,}25<I\leqslant 0{,}50$
Мягкопластичные	$0{,}50<I\leqslant 0{,}75$
Текучепластичные	$0{,}75<I\leqslant 1$
Текучие	$I>1$

Показатель консистенции I определяется по формуле:

$$I=\frac{W-W_{\text{р}}}{W_L-W_{\text{р}}},$$

где W—природная влажность в %; $W_{\text{р}}$; W_L—влажности на границе раскатывания и на границе текучести (определяются по ГОСТ 5183—77).

Разделение глинистых грунтов по набухаемости принимается по указателю усадки-набухания ($a_{\text{ун}}$):

$$a_{\text{ун}}=\frac{a_{\text{у}}+a_{\text{н}}}{1-a_{\text{у}}},$$

где $a_{\text{у}}$ и $a_{\text{н}}$—соответственно показатели усадки и набухания, определяемые в соответствии с ГОСТом 24153—80.

По показателю $a_{\text{ун}}$ грунты подразделяются на слабонабухающие (при $a_{\text{ун}}<0{,}10$), средненабухающие (при $0{,}10<a_{\text{ун}}<0{,}20$) и сильнонабухающие (при $a_{\text{ун}}>0{,}20$).

Испытания грунтов на набухание и усадку осуществляются на образцах, имеющих одинаковые исходные значения плотности сухого грунта и влажности.

Дополнительно к ГОСТ 25100—82 грунты классифицируют по строительным свойствам и технологическим требованиям.

Для насыпей во всех условиях можно применять грунты, состояние которых под воздействием природных факторов практически не изменяется или изменяется незначительно. К ним следует относить: разрыхленные скальные из слабовыветривающихся горных пород; крупнообломочные (с песчаным заполнителем); дренирующие, песчаные; металлургические шлаки.

Применение этих грунтов может быть ограничено только по экономическим соображениям.

Допускаются для устройства насыпей с учетом ограничений в зависимости от местных условий и технико-экономи-

ческих соображений, с учетом обоснованного выбора конструкций насыпи, а также способов защиты земляного полотна от разрушающего действия природных факторов: разрыхленные скальные из легковыветривающихся грунтов; недренирующие мелкие пески (с коэффициентом фильтрации менее 0,5 м/сутки); пылеватые пески; глинистые грунты; пылеватые и крупнообломочные с глинистым заполнителем; некоторые грунты особых разновидностей.

Сильнонабухающие грунты, глины жирные, сланцевые, сланцы глинистые и битуминозные, выветрелые слюдяные и слюдистые сланцы, тальковые и хлоритовые, мел разрешается применять только для ядра насыпи на сухом основании при условии отсыпки верхнего слоя насыпи (под основной площадкой) из грунтов с лучшими строительными свойствами и устройства защитных экранов на откосах.

Искусственные грунты, представленные отходами производства (шлаки, золы, золошлаковые смеси, «хвосты» обогатительных фабрик и др.), следует применять с учетом их свойств, состояния и условий работы в конструкции для сооружения насыпей наряду с естественными грунтами.

При этом в проектах должны предусматриваться мероприятия по обеспечению стабильности основной площадки и по защите откосов от ветровой и водной эрозии.

Не допускается, как правило, применять для насыпей следующие грунты: глинистые с влажностью, превышающей допустимую; глинистые избыточно засоленные; торфы, илы; грунты заторфованные (содержащие органические включения в количестве 10... 50%—для верхнего трехметрового слоя насыпей); грунты, содержащие гипс в количестве, превышающем нормы, приведенные в табл. 1.4.

Таблица 1.4

Условия применения	Предельное содержание гипса, %
1. В пределах II—IV дорожно-климатических зон для насыпей на участках с основаниями:	
а) сухими и сырыми	30
б) мокрыми	20
2. В пределах V дорожно-климатической зоны для насыпей на участках с основаниями:	
а) сухими и сырыми	40
б) мокрыми	30
3. Для нижней части подтопляемых насыпей и в верхней метровой толще во всех дорожно-климатических зонах	5

Для нижней части постоянно подтопляемых насыпей, при сооружении которых требуется отсыпка грунта в воду, необходимо применять разрыхленные скальные (слабовыветривающиеся или выветривающиеся) или крупноблочные грунты (в том числе и с песчаным заполнителем), пески гравелистые, крупные, средней крупности и супесь легкую крупную.

Для отсыпки в заполненные водой траншеи и открытые водоемы допускаются также легкие супеси и пылеватые пески. При этом необходимы дополнительные конструктивные и технологические решения. Как правило, 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%.

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:

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 0,5 м;

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

Таблица 1.5

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

* Первая цифра соответствует полному удалению торфа из основания насыпи, вторая—частичному удалению торфа.

Величину возвышения бровки насыпей над поверхностью болот следует назначать не менее норм, приведенных в табл. 1.5. 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.

1.3. Машины и механизмы для сооружения земляного полотна

При сооружении земляного полотна в качестве ведущих машин в комплектах для подготовительных, основных и укрепительных работ используют экскаваторы, скреперы, бульдозеры, автогрейдеры, грейдер-элеваторы, одноковшовые погрузчики, гидросеялки.

На вспомогательных операциях необходимо широко применять сменное оборудование к основным машинам.

Корчевка пней может производиться механизированным или взрывным способом с одновременным удалением выкорчеванных пней с очищаемой территории.

Для этих целей следует применять машины:

при диаметре пней до 30 см—тракторы, бульдозеры, корчеватели-собиратели;

при диаметре пней 30—50 см—бульдозеры, корчеватели-собиратели, экскаваторы со специальным оборудованием.

При диаметре пней более 50 см, а также пней с сильно развитой корневой системой или при диаметре пней более 30 см в мерзлом грунте для корчевки следует применять взрывной способ.

Валуны (камни), находящиеся на поверхности земли в местах устройства выемок в нескальных грунтах, должны удаляться до начала земляных работ только в том случае, если они для применяемой землеройной машины являются «негабаритными». Негабаритными считаются валуны, наибольший поперечный размер которых превышает $^2/_3$ ширины ковша экскаватора.

Для сооружения железнодорожного земляного полотна рекомендуется применять экскаваторы с ковшом вместимостью 0,65—1,6 м^3 и 2,5 м^3 для работы в карьерах.

В скальных грунтах следует использовать экскаваторы с ковшом вместимостью не более 1 м^3. В таежно-заболоченной местности рационально применять экскаваторы с ковшом вместимостью 0,65—1 м^3.

При работе на болотах и грунтах, имеющих малую несу-

щую способность, должны применяться экскаваторы повышенной проходимости, а также использоваться щиты и слани.

Одноковшовые экскаваторы применяются как при работе в отвал, так и на транспортные средства.

Рациональное соотношение между вместимостью ковша экскаватора ($м^3$) и грузоподъемностью автосамосвала (т) 1 : 10÷1 : 12.

Наименьшая грузоподъемность автосамосвалов в зависимости от емкости ковша экскаватора:

вместимость ковша экскаватора, $м^3$	0,4—0,65	1—1,6	2,5	
грузоподъемность автосамосвала, т	7	7—12	12—16	

Применение экскаваторов целесообразно при следующих соотношениях вместимости ковша и объема земляных работ на одном объекте (карьере, выемке):

вместимость ковша экскаватора, $м^3$	0,65—1	До 1,25	До 1,6 До 2,5
объем земляных работ, тыс. $м^3$, не менее	20	40—50	70—80 100

Прицепные и самоходные скреперы применяются при выполнении следующих видов земляных работ: возведение насыпей из резервов и карьеров; разработка выемок с перемещением грунта в насыпи или кавальеры.

При необходимости устройства въездов не рекомендуется возводить скреперами насыпи высотой более 4—5 м.

Скреперы применяются для сооружения земляного полотна в нескальных грунтах; плотные сухие грунты при этом рекомендуется разрыхлять. В глинистых грунтах с влажностью более границы раскатывания плюс четверть числа пластичности, а также в сухих сыпучих песчаных грунтах эффективность работы скреперов резко снижается, поэтому в этих условиях применять их не рекомендуется.

Прицепные скреперы по сравнению с экскаваторными комплексами эффективнее применять при дальности перемещения грунта до 500 м, а по сравнению с самоходными скреперами—до 300 м. Самоходные скреперы рекомендуется применять при дальности перемещения грунта до 1000 м.

При возведении земляного полотна бульдозеры применяются для выполнения следующих видов работ:

разработки выемок с перемещением грунта в насыпь или кавальер;

возведения насыпей из резервов;

устройства полувыемок и полунасыпей на косогорах;

срезки растительного слоя в основании насыпей и над выемками и резервами;

нарезки уступов в основании насыпей на косогорах и на откосах насыпей при строительстве вторых путей;

разравнивания грунта при послойном возведении насыпей;

планировки откосов (с дополнительным оборудованием);

ремонта и содержания автодорог.

Бульдозеры рекомендуется применять для возведения насыпей высотой до 1,5 м непосредственно из резервов. Высота насыпей, возведенных бульдозером при одновременной разработке выемки, не ограничивается, но перемещение грунта на расстояние более 100 м, как правило, нецелесообразно.

Грейдер-элеваторы применяются для возведения насыпей высотой до 0,8 м из односторонних и до 1 м—из двусторонних резервов. Они могут быть также использованы для разработки грунта в карьерах с погрузкой его в автосамосвалы и перемещением в насыпь.

При разработке грейдер-элеваторами сухих плотных грунтов рекомендуется производить предварительное рыхление их. В сухих сыпучих песках, глинистых грунтах с влажностью более границы раскатывания плюс четверть числа пластичности, а также в грунтах, содержащих корни деревьев, большие камни и валуны, грейдер-элеваторы применять не следует.

Грейдер-элеваторы целесообразно применять при длине фронта работ 400—2000 м. Не рекомендуется использовать их при длине фронта работ менее 200 м.

Одноковшовые фронтальные погрузчики на пневмоколесном и гусеничном ходу с ковшом вместимостью 2—5 м³ используются для разработки карьеров (реже—выемок) в сухих грунтах I—II категории с предварительным окучиванием. Разработка грунтов IV категории, а также мерзлых и скальных может производиться после их предварительного рыхления.

При транспортировании грунта в возводимые насыпи или другие земляные сооружения необходимо учитывать его потери в размере 0,5—2,0% в зависимости от вида транспорта, категории грунта и расстояния; размеры карьеров и резервов должны назначаться в проекте с учетом: потерь грунта при транспортировании; степени уплотнения грунтов; осадок основания и тела насыпей.

Рыхление твердых скальных грунтов (свыше V группы) следует выполнять буровзрывным способом. Трещиноватые,

сильно разрушенные скальные грунты до VI группы могут быть разрыхлены механическими рыхлителями на базе трактора мощностью не менее 220 кВт.

Для рыхления мерзлых грунтов рекомендуется применение механических рыхлителей и буровзрывного способа.

Планировку основной площадки и нарезку сливной призмы земляного полотна в нескальных талых грунтах следует выполнять средними и тяжелыми автогрейдерами, оборудованными автоматической системой управления рабочим органом. Для нарезки сливной призмы в мерзлых грунтах нужно использовать машину МРПК-1, оборудованную специальной цилиндрической фрезой.

1.4. Размещение и разравнивание грунтов в насыпях

Насыпи рекомендуется возводить из однородных грунтов. Отсыпаемый грунт должен разравниваться горизонтальными слоями или с уклоном 0,02 к откосам по всей ширине насыпи.

В случаях необходимости использования разнородных грунтов отсыпка их в насыпь должна вестись также горизонтальными слоями. При этом каждый слой должен состоять из однородного грунта.

При расположении горизонтального слоя песчаного грунта над слоем глинистого грунта поверхности последнего должен быть придан поперечный уклон 0,04 от середины к краям насыпи (рис 1.1, *а*, *б*), поверхность слоя песчаного грунта, расположенного под слоем глинистого, подлежит выравниванию без придания уклонов (рис. 1.1, *в*).

При возведении насыпей отсыпку слоев грунта следует производить от краев к середине. На мокрых (слабых) основаниях и болотах отсыпка подводной части насыпи должна вестись от середины к краям. Запрещается покрывать откосы насыпей грунтом с худшими дренирующими свойствами, чем у грунта, уложенного в тело насыпи; исключением является покрытие глинистым грунтом песчаных откосов для защиты от выдувания и растительным грунтом при обсеве.

1.5. Сооружение земляного полотна на косогорах

Состав работ по подготовке основания насыпей следует назначать с учетом высоты проектируемой насыпи и поперечного уклона местности, в том числе:

везде срезается плодородный слой почвы на величину, установленную проектом;

удаление дерна под насыпями высотой до 0,5 м—на равнинных участках местности и в пределах косогоров крутизной до 1 : 10, а также под насыпями высотой до 1 м—в пределах косогоров крутизной от 1 : 10 до 1 : 5;

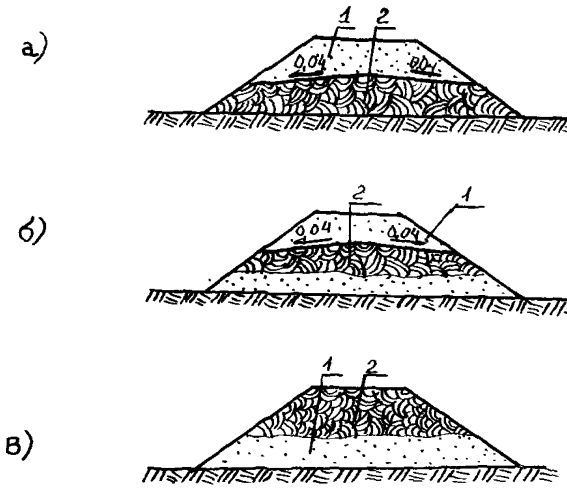


Рис. 1.1. Схемы допустимого расположения грунтов в теле насыпи:
а—песчаный грунт над слоем глинистого; *б*—слой глинистого грунта между слоями песчаного; *в*—слой глинистого грунта над песчаным; *1*—песчаный грунт; *2*—глинистый грунт

рыхление поверхности основания насыпей высотой более 1,0 м—в пределах косогоров крутизной от 1 : 10 до 1 : 5;

удаление дерна и нарезку уступов шириной от 1 до 4 м, высотой до 2 м—в пределах косогоров крутизной от 1 : 5 до 1 : 3, независимо от высоты насыпи.

Верху уступов в основании насыпей следует придавать поперечный уклон в низовую сторону величиной 0,01—0,02; стенки уступов при их высоте до 1 м можно проектировать вертикальными, а при высоте до 2 м—с наклоном около 1 : 0,5.

Подготовка основания не предусматривается для насыпей, размещаемых на косогорах, сложенных дренирующими грунтами и не имеющих растительного покрова. Необходимость подготовки основания насыпей, размещаемых на косогорах, сложенных скальными породами, следует устанавливать в зависимости от местных условий. Технология и механизация срезки растительного слоя, нарезки уступов и послойной отсыпки насыпи аналогичны применяемой при возведении насыпей вторых путей и освещены в разделе 8.

Отсыпка насыпи на косогорах до устройства продольных водоотводных канав запрещается.

Засыпка пазух между водоотводной канавой и откосом насыпи производится одновременно с ее возведением.

Прислоненные подтопляемые насыпи следует отсыпать в два этажа: первый—отсыпка подводной части на высоту до 0,5 м над уровнем воды и второй—возведение надводной части.

Подводную часть насыпи рекомендуется возводить при меженном уровне воды под прикрытием одновременно отсыпаемой защитной призмы из камня расчетного размера для максимального сокращения уноса мелких фракций грунта.

На участках опережающего строительства при отсутствии притрассовой дороги, а также при дальности автовозки грунта более 5 км возможно образование прислоненной насыпи путем перемещения грунта из прилегающего косогора направленным взрывом скважинных зарядов на сброс при крутизне косогора не менее 45° или на обрушение, если косогор круче 60°.

1.6. Отвод поверхностных и грунтовых вод при разработке выемок

При всех способах разработки выемок должен быть обеспечен отвод от них поверхностных и грунтовых вод.

Отвод поверхностных вод, поступающих с прилегающих к выемке территорий, обеспечивается устройством до начала разработки выемки нагорных канав в соответствии с проектом или временных водоотводов.

В случае необходимости до начала разработки выемки, кроме нагорных канав, должны устраиваться канавы для выпуска застойных вод, скопившихся в низинах в зоне расположения выемки.

Болота, расположенные в зоне выемки, подлежат осушению в случае, если фильтрация воды может вредно отразиться на устойчивости откосов выемки.

Отвод поверхностных вод из выемки в период производства работ должен обеспечиваться:

расположением проходок машин с общим продольным уклоном в сторону начала разработки;

устройством в необходимых случаях временных водоотводных канав и лотков.

При расположении водоносных горизонтов выше отметок основной площадки выемки грунтовая вода должна быть перехвачена дренажами и отведена за пределы выемки.

При разработке выемок в лессовидных грунтах необходимо принимать специальные меры против застоя воды во время производства работ, которые должны быть предусмотрены в проекте.

1.7. Уширение выемок

При годности грунтов выемок и недостатке грунта для возведения насыпей допускается уширение выемок, которое должно производиться с учетом дальнейшего строительства вторых путей.

Выемки должны уширяться по всей их длине. Если уширение выемки не превышает 4 м, кюветы располагаются у пути, принимая воду, стекающую с откосов выемки и с образованной в результате уширения полки, которой должен быть придан уклон 0,02—0,04 в сторону кювета.

При уширении выемки на величину более 4 м устройство кюветов решается с учетом местных условий.

1.8. Подготовка притрассовых земляных карьеров

В соответствии со статьей 10 «Основ земельного законодательства Союза ССР и Союзных республик» для карьеров следует выбирать земли несельскохозяйственного назначения или не пригодные для сельского хозяйства, либо сельскохозяйственные угодья худшего качества, а из земель лесного фонда—участки, не покрытые лесом или занятые кустарниками и малоценными насаждениями.

До начала производства работ в карьерах представители механизированной колонны обследуют условия разработки каждого карьера и транспортировки грунта на трассу и определяют:

площади и объемы для разработки;

общие направления и протяженность фронта работ;

способы разработки карьера;

соответствие физико-механических свойств грунтов паспортным данным;

местоположение площадок для размещения мест отвалов;

наличие и состояние подъездных дорог.

Каждый притрассовый карьер должен иметь техническую документацию: документы по земельному отводу, разрешение на производство работ, проект разработки карьера, включающий схемы и режимы работы карьера, схемы подъездных путей, мероприятия по технике безопасности, мероприятия по рекультивации земель, нарушенных при разработке.

Карьер должен иметь подготовленный для разработки грунта фронт работ, обеспечивающий не менее чем 15-суточную производительность карьерных экскаваторов.

Подготовительные работы по грунтовым карьерам включают: отвод земли; устройство временных подъездных дорог к карьеру; валку леса; корчевку пней; устройство осушительных канав. Непосредственно перед разработкой грунта в карьере необходимо снять и сохранить плодородный слой. Вскрышной грунт разрабатывается, как правило, с применением основных способов механизации и используется в соответствии с проектом.

1.9. Выносы и переустройство коммуникаций, снос строений

На участке сооружаемого земляного полотна должны быть произведены выносы, переустройство и защита всех коммуникаций (линия связи ЛЭП, СПБ, газопровод, водопровод и т. д.), препятствующих отсыпке насыпей и сооружению выемок по полному профилю как в продольном, так и в поперечном направлении.

Строения, попадающие в зону сооружения земляного полотна, должны быть убраны.

Без выполнения указанных работ производство земляных работ категорически запрещается.

1.10. Охрана природы

Все виды земляных работ должны вестись с учетом норм и положений, направленных на охрану окружающей среды. В ПОС и ППР должен быть включен раздел «Охрана окружающей среды».

При приемке выполненных работ следует проверять соблюдение требований охраны природы и окружающей среды (качество восстановления временно отведенных земель, удаление порубочных остатков, состояние охранной зоны и т. д.).

В пределах защитной зоны шириной, установленной проектом, ограждать растительность защитных зон от лесных пожаров, устраивая вдоль их границы противопожарные просеки с грунтовыми полосами.

В сухое время лета не допускать движение по тундре и лесу транспортных средств без искрогасителей на выхлопной трубе.

Грунтовые карьеры и резервы, а также площадки, с которых снят гумусный слой, должны быть рекультивированы посевом многолетних трав по слою растительной земли или методом гидропосева. Предварительно резервам следует придать проектные очертания, дно карьеров должно быть спланировано, а откосам придан уклон, обеспечивающий их устойчивость, при этом карьеры целесообразно частично засыпать.

На болотах I типа и марях с целью сокращения потребности в дренирующем грунте при строительстве землевозных автомобильных дорог следует использовать синтетические материалы.

Съезды от автодорог к земляному полотну должны устраиваться так, чтобы не препятствовать течению воды по канавам.

Растительный слой не допускается снимать на ширину, большую чем размеры канавы, а канавы должны укрепляться сразу же после их отрывки.

Отсыпку насыпей на болотах в летне-осенний период на высоту 1 м следует производить методом «с головы», а также использовать синтетические материалы.

Рыхление скальных грунтов взрывным способом необходимо производить с максимальным снижением сейсмического действия взрыва на прилегающие к выемкам и карьерам участки земли.

В целях уменьшения загрязнения воздуха буровые машины следует оснащать пылеулавливающими устройствами.

При разделке негабаритов следует исключать применение накладных зарядов, использовать гидровзрывание и механические средства.

При сооружении земляного полотна в барханных песках необходимо:

сохранять в процессе производства земляных работ естественное закрепление песков (растительного покрова) в полосе, непосредственно прилегающей к трассе, а также защищать земляное полотно от выдувания и песчаных заносов;

вести земляные работы узким фронтом с максимальной концентрацией на нем средств механизации и закрепления земляного полотна от выдувания и песчаных заносов сразу после окончания основных работ, а также соблюдения минимально возможного разрыва во времени между возведением земляного полотна, укладкой и балластировкой пути.

На участках с заросшей и полузаросшей поверхностью песков с целью минимального нарушения естественного закрепления целесообразно закладывать узкие, но глубокие резервы с вертикальными откосами. Ширину бермы при этом необходимо увеличивать на 1,5 глубины резерва.

Склады ГСМ, пункты заправки и мойки машин должны быть организованы и расположены так, чтобы водоемы были надежно ограждены от попадания в них сточных вод.

Раздел 2. ПРОИЗВОДСТВО ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

2.1. Восстановление и закрепление трассы

2.1.1. За два месяца до строительно-монтажных работ заказчик обязан передать по акту подрядчику техническую документацию, а также создать геодезическую разбивочную основу, закрепленную на местности.

2.1.2. При создании геодезической разбивочной основы для строительства новых и реконструкции эксплуатируемых железных дорог в пределах полосы отвода (вне зоны производства основных строительно-монтажных работ) на местности должны быть:

знаки, закрепляющие в плане вдоль оси дороги вершины углов поворота и главные точки круговых и переходных кривых, а также створные точки на прямых участках дороги не реже чем через 1 км;

реперы, расположенные вдоль трассы дороги не реже чем через 2 км;

знаки, закрепляющие плановое и высотное положение оси главного пути на станциях через 0,5 км;

пункты полигонометрии и триангуляции, используемые для съемки существующих и разбивки путевого развития новых станций;

знаки, закрепляющие вблизи бровки земляного полотна марочный ход на криволинейных участках существующего пути (при строительстве вторых путей).

2.1.2. При восстановлении и закреплении трассы необходимо: закрепить вершины углов поворота; произвести разбивку кривых и переходных кривых через 20 м с закреплением начала, середины и конца кривых; закрепить пикеты и плюсы; проверить отметки существующих реперов и восстановить сбитые; проверить и закрепить оси искусственных сооружений.

2.1.4. Трасса должна быть закреплена точками и сторожками по оси, а также выносными столбами и кольями, устанавливаемыми вне зоны расположения насыпей, выемок, резервов, кавальеров и водоотводов (рис. 2.1 и 2.2).

2.1.5. Если вершина попадает на место будущего резерва или кавальера, она закрепляется установкой двухстворных столбов на продолжении тангенсов, на расстоянии не менее 20 м один от другого.

2.1.6. На выносных столбах и кольях должны быть надписи, указывающие, какая точка закрепляется, например, ось, В, У, НПК, ПК-152, ПК-153+10 и др. Все надписи на выно-

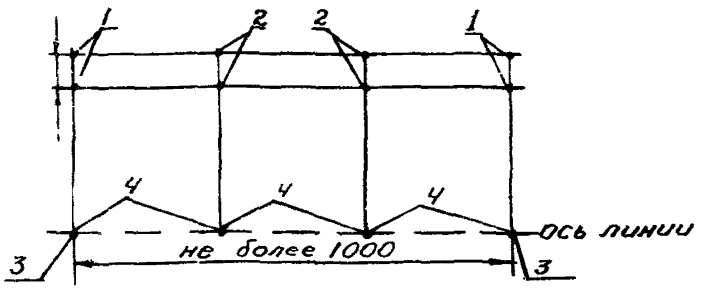


Рис. 2.1. Закрепление оси пути на прямом участке трассы выносными столбами и кольями:
1—выносные столбы; *2*—выносные колья; *3*—стоянка теодолита; *4*—точки и сторожки с надписью

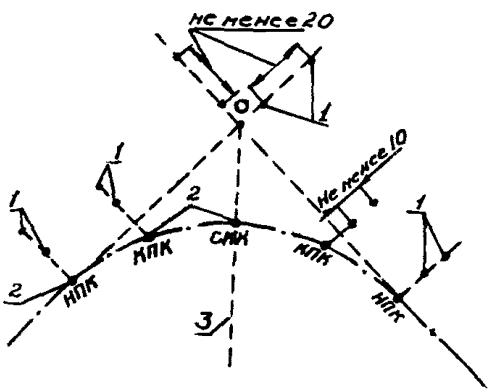


Рис. 2.2. Закрепление оси пути на кривой выносными столбами:
1—выносные столбы; *2*—точки и сторожки с надписью; *3*—биссектриса угла

ках должны быть обращены в сторону оси линии, а на сторожках—в сторону начала пикета.

2.1.7. Во время работы по восстановлению и закреплению трассы необходимо вести журнал выносок, в который заносятся схемы расположения вынесенных знаков, отметки и расстояния до соответствующего знака на оси линии, а также направление выноски.

2.1.8. Реперы, основой которых могут служить постоянные сооружения или специально установленные и закрепленные

столбы, должны быть в стороне от оси пути, вдоль трассы, не реже чем через 2 км. Кроме того, необходимо устанавливать по одному реперу у каждого малого искусственного сооружения, по два репера—у больших и средних мостов, на станционных площадках и у всех насыпей и выемок с рабочими отметками более 5 м.

2.1.9. Разбивочные работы должны обеспечивать соответствие натурных размеров и геометрических форм земляного полотна проектным профилям в течение всего процесса его сооружения.

Разбивку высокой насыпи необходимо восстанавливать периодически с помощью инвентарных металлических штырей на бровках через 50 м и на кривых через 20 м.

Для разбивочных работ и определения рабочих отметок земляного полотна может применяться система контроля планировки СКП-1 на базе гелий-неонового оптического квантового генератора ОКГ-13.

Система автоматического контроля состоит из: лазерного излучателя, неподвижно установленного в точке с известной высотной отметкой; фотоприемного устройства (лазерная геодезическая рейка).

Излучатель создает оптическую плоскость, относительно которой определяются высотные отметки точек поверхности участка на площади радиусом 400 м.

2.2. Вырубка леса, кустарника и корчевание пней

2.2.1. Вырубку леса и кустарника необходимо производить: на перегонах—сплошь в пределах расположения земляного полотна, включая бермы, резервы, а также в местах устройства водоотводных канав, линий связи, притрассовых и подъездных автомобильных дорог, на площади расположения земляных карьеров и других сооружений; на станциях-участках под станционные пути, здания и сооружения.

2.2.2. Работы по корчевке пней и срезке мохового покрова в предусмотренных проектом местах следует производить после вывоза деловой древесины при подготовке основания насыпей высотой до 1 м, а также резервов, выемок и карьеров при разработке их землеройно-транспортными машинами и экскаваторами-драглайнами. При высоте насыпей более 1 м допускается оставление пней высотой до 0,2 м и мохового покрова.

Пни, валежник, порубочные остатки, бурелом убирать за пределы полосы отвода во всех случаях в старые карьеры и специально отведенные площадки вне леса.

Работы по расчистке полосы отвода от леса, кустарника и моходернового покрова следует выполнять с учетом законодательных и нормативных требований по охране окружающей среды.

2.2.3. Состав комплекта машин:

При вырубке леса

Трелевочный трактор, 150 кВт	2
Погрузчик или ВТМ	1
Автомобили-лесовозы	2
Бензомоторные пилы «Дружба»	8

При корчевке пней и срезке кустарника

Гусеничный трактор, 150 кВт со сменным оборудованием бульдозера, кустореза, корчевателя-собирателя	2
Бензомоторные пилы «Дружба»	2

Таблица 2.1

Показатели работ при вырубке леса и кустарника

Состав работ	Производительность бригады, га/смен	Выработка на одного рабочего, га/смен
Вырубка леса при густоте леса, шт/га:		
300	2,1	0,12
600	1,4	0,07
900	0,8	0,045
Корчевка пней	1,5	0,75
Срезка кустарника	6,0	3,0

2.3. Устройство кюветов, нагорных и водоотводных канав

2.3.1. До устройства кюветов должны быть спланированы откосы, выемки, нарезана сливная призма, восстановлена и закреплена через каждые 20 м ось пути.

Устройство кюветов и канав следует начинать с низовой стороны и производить за одну проходку.

2.3.2. При устройстве нагорных канав грунт рекомендуется сбрасывать на место будущего кавальера, а при устройстве водоотводных канав—на бермы, где он должен уплотняться и планироваться с уклоном в полевую сторону: при устройстве кюветов грунт сбрасывается в отвал (кавальер) или грузится на транспорт.

2.3.3. При разработке в выемках, уширяемых под второй путь, когда основная площадка выемки второго пути выше дна существующего кювета, его следует расчистить от

балласта и крепления и засыпать однородным грунтом. Работа должна производиться только после готовности к пропуску воды нового кювета. Если основная площадка выемки второго пути ниже существующего кювета, то выемку разрабатывают с устройством временного водоотвода.

Таблица 2.2

Показатели комплекта машин

Показатели	Группа грунта	Способ производства работ			
		машиной МРК-1		машиной МРПК-1	
		в отвал	на транспорт	в отвал	на транспорт
Производительность комплекта, м³/смену	IM—IIIM	—	—	310	290
	II—III	492	443	—	—
Выработка на одного рабочего, м/смену		164	8,5	100	57,0

Таблица 2.3

Характеристика нагорных и водоотводных канав

Показатели	Канавы	
	нагорные	водоотводные и осушительные
Сечение	Трапецеидальное	
Глубина, м	0,6	0,6
Ширина по дну (без учета укрепления), м	0,6	0,8
Возвышение бровки канавы над расчетным уровнем воды, м	0,1...0,2	0,1...0,2
Продольный уклон	0,003	0,003
Крутизна откосов:		
в глине и суглинке	1 : 1,5	1 : 1...1 : 1,5
в супеси	1 : 1,5	1 : 1,5...1 : 2
в песке:		
мелкозернистом	1 : 2,5	1 : 2...1 : 1,25
крупнозернистом	1 : 1,5	1 : 1,5...1 : 2
в торфе:		
малоразложившемся (до 35%)	—	1 : 1,25...1 : 1,5
среднеразложившемся (от 35% до 50%)	—	1 : 1,5...1 : 1,75
сильноразложившемся (более 50%)	—	1 : 1,5...1 : 2

Для устройства водоотводных канав в плотных и мерзлых грунтах может применяться метод щелевых зарядов, включающий следующие технологические операции: нарезание щелей баровыми машинами или траншейными цепными экскаваторами; заряжение щелей ВВ (порошкообразными) или гирляндами патронов; забойка зарядной щели; взрывные работы; разработка взорванного грунта.

2.3.4. Для устройства кюветов и канав в летних условиях используются кюветоканавокопатели МРК-1, универсальные экскаваторы-планировщики, экскаваторы-обратные лопаты, оборудованные профилировочным ковшом, а в зимних условиях—машины МРПК-1.

При определении выработки на одного рабочего в комплекте МРПК принято, что бульдозер на очистке фронта работ от снега для машины МРПК-1 занят 0,1 смены.

2.4. Землевозные автомобильные дороги

2.4.1. Временные землевозные дороги устраивают в случаях невозможности или экономической нецелесообразности использовать для перевозки грунта дороги общей сети, подъездные и внутриобъектные дороги общего назначения.

При сооружении земляного полотна вторых путей по однополосной и двухполосной схемам отсыпки насыпи для движения автотранспорта при отсутствии путей сообщения (вдоль трассы второго пути) в малоосвоенной местности необходимо устраивать временные дороги.

Временные землевозные дороги должны обеспечивать перевозку грунта, предназначенного проектом организации строительства для автовозки в течение периодов и сезонов года, предусмотренных графиком производства земляных работ.

2.4.2. При выполнении земляных работ в зимнее время в I и II климатических зонах следует устраивать зимние автомобильные дороги в соответствии с «Техническими указаниями по строительству и содержанию зимних автомобильных дорог на снежном и ледяном покрове в условиях Сибири и Северо-Востоке СССР» ВСН 137—77.

2.4.3. Временные землевозные дороги устраивают двухполосными. Однополосные дороги допускаются только при одностороннем движении. Ширина проезжей части дорог для автомобилей-самосвалов грузоподъемностью до 12 т должна быть при двустороннем движении 7 м, при одностороннем—3,5 м, ширина основной площадки—9 м (рис. 2.3).

При грузоподъемности автомобилей-самосвалов более 12 т, а также при использовании специальных землевозных машин, ширина проезжей части определяется расчетом.

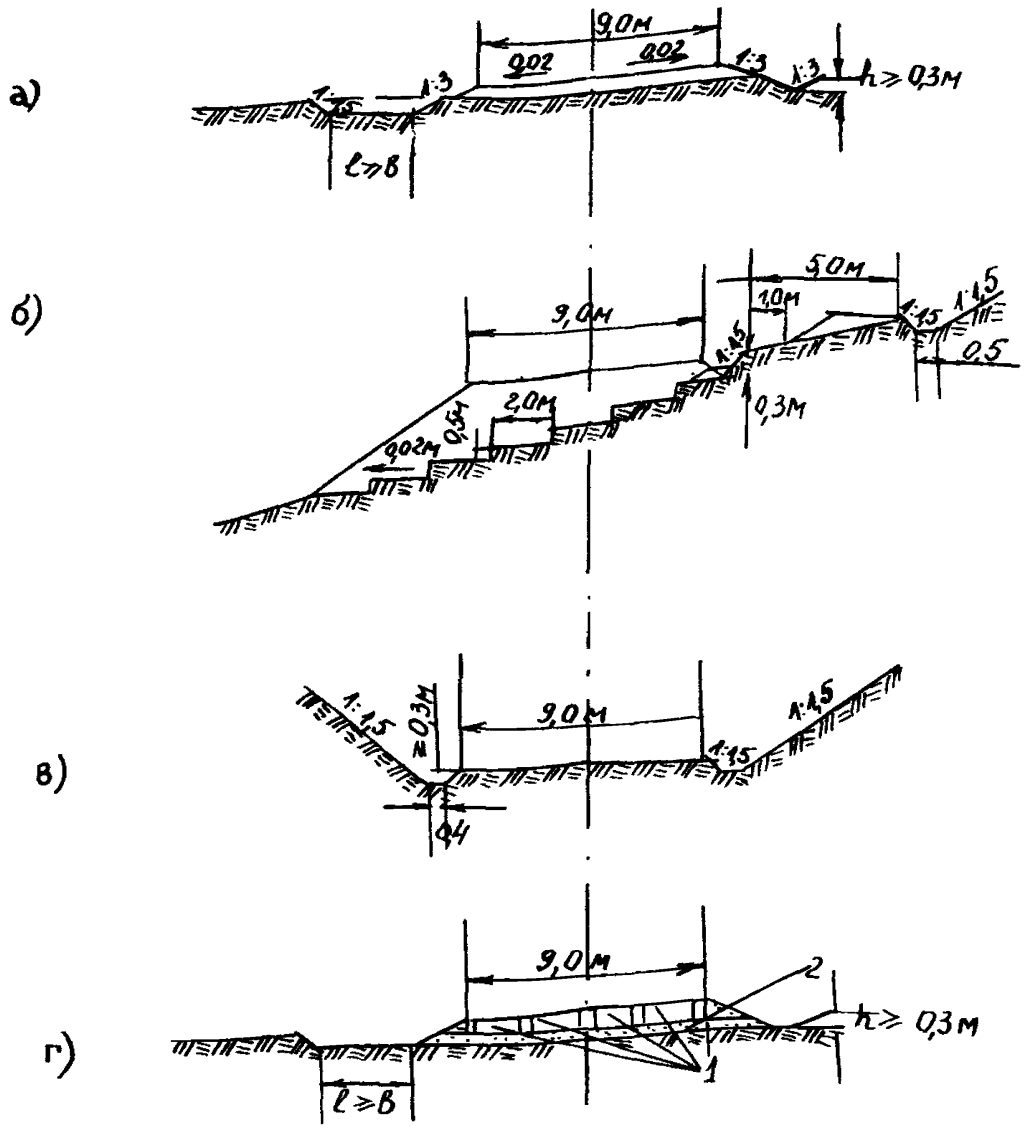


Рис. 2.3. Типовые поперечные профили земляного полотна землевозных дорог:

а—насыпи высотой до 0,8 м на непросадочных основаниях и основаниях I и II категории просадочности (слева при устройстве резервов, справа—из привозного грунта); *б*—насыпь на непросадочных основаниях и основаниях I и II категории просадочности при поперечном уклоне местности более 1 : 5; *в*—выемка в обыкновенных грунтах; *г*—насыпь с покрытием из железобетонных плит; *1*—железобетонные плиты 2П 0,18; *2*—песчаная подушка

Ширина обочины должна быть не менее 1,0 м, а в стесненных условиях, на выездах и объездах—не менее 0,5 м с каждой стороны. На косогорах и откосах ширина обочины составляет с нагорной стороны 0,5 м, с подгорной—1,0 м.

В забоях, на отвалах и дорогах без покрытий обочины не устраиваются.

2.4.4. Проектирование плана и продольного профиля временных землевозных дорог следует осуществлять в соответствии с требованиями СНиП 2.05.02—85. «Автомобильные дороги. Нормы проектирования» применительно к V технической категории.

2.4.5. Продольный уклон землевозных дорог не должен превышать 0,08, в исключительных случаях 0,1. При кольцевом движении для порожнего направления продольные уклоны могут быть повышены до 0,12, в исключительных случаях—до 0,15.

При затяжных уклонах величиной более 0,08 через каждые 600 м следует устраивать вставки длиной по 50 м с уклоном не более 0,03.

2.4.6. На временных землевозных дорогах в условиях эксплуатации при влажности грунтов, близкой к оптимальной, устраивают грунтовое покрытие с профилированием и уплотнением.

Песчаные недоувлажненные грунты целесообразно улучшать добавками гравийных и обломочных грунтов.

При соответствующем технико-экономическом обосновании на временных землевозных дорогах могут быть устроены покрытия из сборных железобетонных плит (см. рис. 2.3, *г*).

2.4.7. При строительстве временных дорог на участках переувлажненных глинистых грунтов и болот I типа целесообразно использовать НСМ со следующими минимальными характеристиками: прочность на разрыв 1 см полотна 70 *Н*, водопроницаемость 50 м/сут. (рис. 2.4, *а*).

Толщину слоя зернистых материалов с прослойкой из НСМ типа «дорнит» ориентировочно назначают равной 25—40 см на основании из глинистых грунтов с $W \leqslant 1{,}3 \leqslant W_{опт}$ и 40—60 см на плотном торфе, заторфованном или сильно переувлажненном глинистом грунте при разовом пропуске автомобилей, а также соответственно 50—80 см и 60—90 см при интенсивности движения свыше 100 авт./сут.

При сооружении временных дорог на болотах II типа со значительной осадкой насыпи нижняя часть насыпи может быть выполнена из торфа на величину возможной осадки плюс 0,5 м. В этом случае прослойку из НСМ укладывают между насыпным торфом и слоем песчаного грунта (см. рис. 2.4, *б*).

В конструкциях временных дорог в виде песчаного слоя на лежневом настиле, устраиваемых на болотах III типа,

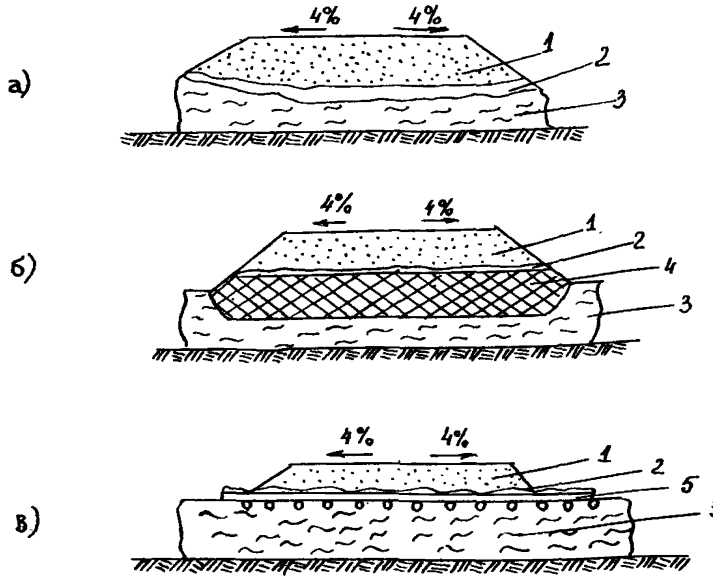


Рис. 2.4. Типы конструкций насыпей землевозных дорог с прослойкой из НСМ:

1—насыпь; *2*—прослойка из НСМ; *3*—слабый грунт; *4*—нижняя часть насыпи из торфа; *5*—лежневый настил; *а*—на болотах I типа; *б*—на болотах II типа; *в*—на болотах III типа

НСМ укладывают непосредственно на лежневый настил для уменьшения потерь песка сквозь щели настила и повышения эксплуатационной надежности конструкции (см. рис. 2.4, *в*).

2.4.8. Устройство и постоянное содержание временных землевозных дорог является обязательным. Проезд строительного транспорта вне полосы отвода, не по временным дорогам или специально выделенным маршрутам общей сети не допускается.

Состояние автомобильных дорог должно обеспечивать движение со скоростями, указанными в приложении 1.

2.4.9. После окончания эксплуатации все временные землевозные дороги (за исключением участков, принятых в состав общей или внутрихозяйственной сети дорог) должны быть рекультивированы путем выравнивания под общий уровень окружающей местности и засыпки слоем почвенного грунта.

Раздел 3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СООРУЖЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА КОМПЛЕКТАМИ МАШИН

3.1. Технологическая схема возведения насыпей автосамосвалами с разработкой грунта в карьере одноковшовым экскаватором, оборудованным прямой лопатой

3.1.1. Область применения: возведение насыпей из карьеров в грунтах I—IV групп с разработкой грунта гидравлическими экскаваторами, оборудованными прямыми лопатами с ковшом вместимостью до 2,5 м^3 включительно. Технические характеристики экскаваторов приведены в табл. п. 2.1.

Состав технологических процессов:

разработка грунта в карьере экскаватором с погрузкой в автосамосвалы;

послойная отсыпка грунта на насыпи;

разравнивание грунта;

уплотнение грунта.

Технологическая схема может применяться также в карьерах мерзлого и скального грунта после предварительного рыхления.

3.1.2. Технология разработки грунта в карьере (рис. 3.1).

Разработка карьера экскаватором-прямой лопатой производится боковым забоем (продольными проходками). При этом автосамосвалы располагаются сбоку от экскаватора в одном уровне, что позволяет разрабатывать грунт с применением небольших углов поворота стрелы экскаватора. С одной стоянки экскаватора разрабатывают участок длиной 3—4 м, после чего экскаватор перемещается на новое место стоянки.

При работе гидравлических экскаваторов, оборудованных прямой лопатой, максимальная высота забоев должна приниматься в зависимости от вида разрабатываемого грунта в пределах 0,7—1,1 наибольшей кинематической высоты копания, указанной в технической характеристике (приложение 3).

От забоя карьера должен быть обеспечен надежный отвод воды, для чего устраивают продольные водоотводные канавы с уклоном не менее 0,002 со стоком воды к ним в поперечном направлении от каждой проходки.

3.1.3. Технология возведения насыпи автосамосвалами

Уплотнение грунта до установленных норм плотности (раздел 9) должно осуществляться грунтоуплотняющими машинами. Для обеспечения уплотнения грунта насыпь по всей

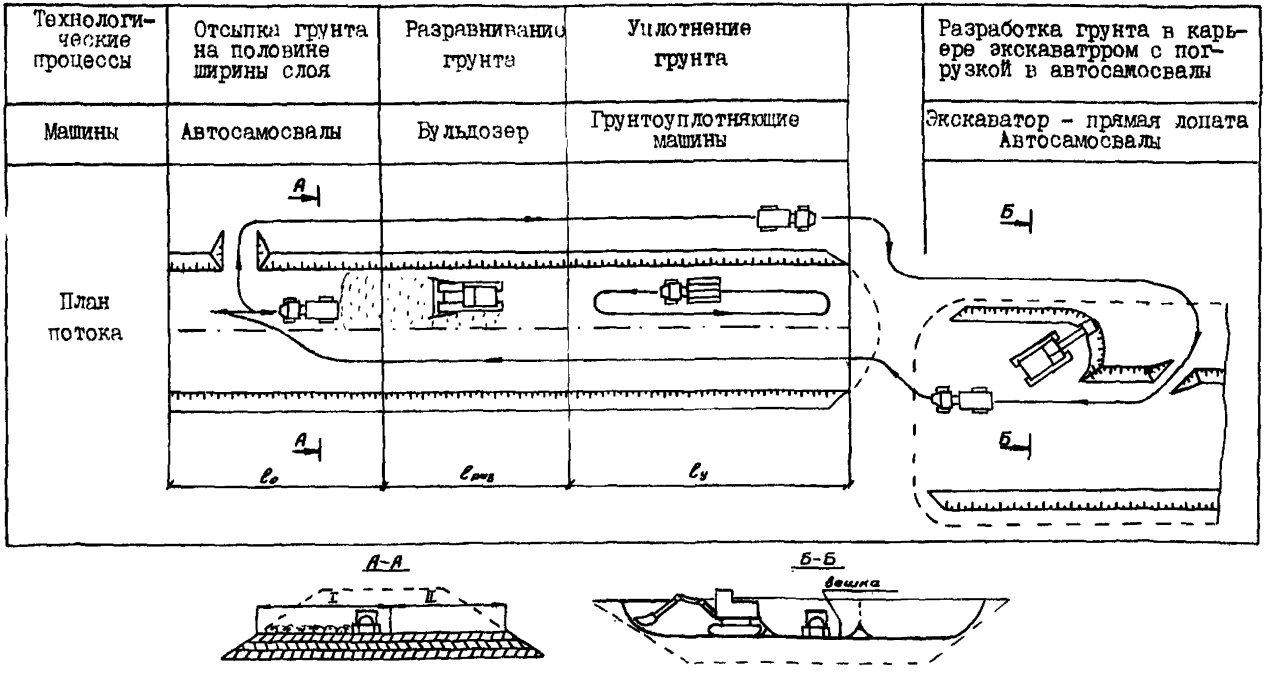


Рис. 3.1. Схема отсыпки насыпи автосамосвалами с разработкой грунта в карьере экскаватором-прямая лопата (с кольцевой ездой автосамосвалами):

I—зона отсыпки слоя насыпи; II—зона движения груженых автосамосвалов

ширине и длине отсыпается автосамосвалами горизонтальными слоями, выгруженный из автосамосвалов грунт должен послойно разравниваться бульдозером; движение груженых автосамосвалов при отсыпке насыпи должно производиться по спланированному бульдозером и уплотненному грунтоуплотняющими машинами слою. Толщина отсыпаемого слоя должна приниматься в соответствии с п. 9.2.1.

Послойная отсыпка, разравнивание и уплотнение грунта, а также движение автосамосвалов по спланированному и уплотненному слою грунта возможны или при кольцевой езде автосамосвалов, или с разворотами их на насыпи.

Технология отсыпки слоев насыпи с кольцевой ездой автосамосвалов показана на схеме (см. рис. 3.1). Сначала отсыпается одна половина ширины слоя, в это время движение груженых автосамосвалов происходит на другой. Около места выгрузки автосамосвалы переезжают на первую половину и подаются на разгрузку. После отсыпки грунта по всей длине слоя производится разравнивание насыпного грунта бульдозером и уплотнение его грунтоуплотняющей машиной.

В случае возведения высоких насыпей с оставлением прогалов для водопропускных труб и на подходах к мостам, а также при невозможности проезда порожних автосамосвалов около насыпи, отсыпка слоев организуется по технологии с разворотом автосамосвалов на насыпи.

При ширине слоя не менее 11 м груженые автосамосвалы разворачиваются около места выгрузки грунта. Отсыпку ведут одновременно по всей ширине слоя. По длине насыпь делят на две захватки, на одной из которых производится отсыпка грунта автосамосвалами с разравниванием его бульдозером, на другой—уплотнение грунтоуплотняющей машиной.

Для отсыпки вышележащих слоев, ширина которых менее 11 м, насыпь по длине разбивается на захватки длиной 30—50 м. При этом сначала на первой от конца насыпи захватке слои отсыпаются до проектной отметки. Автосамосвалы разворачиваются на насыпи, где ее ширина не менее 11 м, и подаются под разгрузку задним ходом.

Для большегрузных автосамосвалов, разворот которых на насыпи шириной 11 м затруднен (приводит к необходимости дополнительных маневров), разворот может производиться на нижних слоях насыпи (при ширине порядка 15—20 м) с последующей подачей автосамосвалов под погрузку задним ходом.

Отсыпку слоев насыпи шириной менее 11 м возможно производить также по схеме возведения насыпи с разворотом автосамосвалов на разъезде по технологии, приведенной в п. 6.22.

Ширина въездов на насыпь и съездов должна быть не менее 4,7 м. Продольный уклон въездов следует принимать не круче 0,1.

3.1.4. Ремонт и содержание землевозных дорог необходимо производить с целью бесперебойной работы автосамосвалов.

Состояние автомобильных землевозных дорог должно обеспечивать движение со скоростями, указанными в приложении 1.

3.1.5. Комплект машин

Таблица 3.1

Наименование машин	Вместимость ковша экскаватора, м³					
	1,6			2,5		
	Дальность транспортировки, км					
	1	2	3	1	2	3
Гидравлический экскаватор-прямая лопата		1			1	
Автосамосвалы грузоподъемностью (т):						
12	4—5	5—7	7—8	—	—	—
16	3—4	4—6	6—7	5—6	8—9	7—9
25	—	—	—	4—5	6—7	7—8
Бульдозер на тракторе 150 кН		1			1	
Автогрейдер средний		1			1	
Грунтоуплотняющая машина		1			1	

Примечание. Количество автосамосвалов приведено для I—IV групп трудности разработки грунтов экскаваторами.

3.2. Технологическая схема разработки выемок одноковшовым экскаватором, оборудованным обратной лопатой, и отсыпки насыпей автосамосвалами

3.2.1. Область применения: разработка грунта I—IV групп в выемках гидравлическими экскаваторами, оборудованными обратными лопатами с ковшом вместимостью до 1,6 м³ включительно и отсыпка насыпей автосамосвалами.

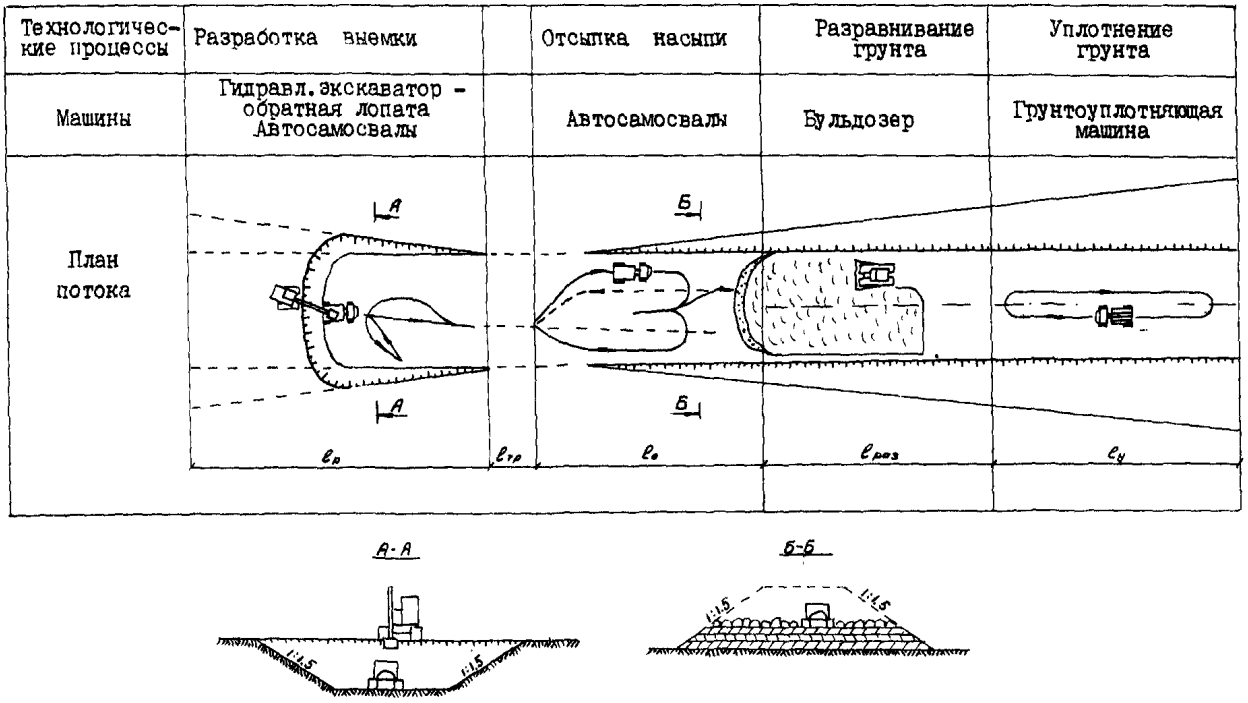


Рис. 3.2. Схема разработки выемки экскаватором-обратная лопата и отсыпки насыпи автосамосвалами (с разворотом автосамосвалов на насыпи)

Состав технологических процессов:

разработка грунта в выемке экскаватором с погрузкой в автосамосвалы;

отсыпка грунта на насыпи;

послойное разравнивание грунта (работа на отвале);

уплотнение грунта;

ремонт и содержание дорог.

Технологическая схема может применяться также в выемках мерзлого и скального грунта после предварительного разрыхления.

3.2.2. Технология разработки грунта в выемке (рис. 3.2).

Разработка грунта экскаватором-обратной лопатой производится при стоянке экскаватора на верху разрабатываемой площадки и ведется двумя способами:

проходками с торцовым забоем, когда экскаватор перемещается в пределах разрабатываемой им полосы;

проходками с боковым забоем, когда экскаватор перемещается за пределами разрабатываемой им полосы.

По сравнению с боковым забоем торцовый имеет преимущество, так как за одну проходку дает возможность разрабатывать грунт на полосе шириной, почти равной удвоенному наибольшему радиусу резания, а также вести разработку с небольшими средними углами поворота. Погрузка грунта в автосамосвалы, устанавливаемые на дне забоя, дает возможность сократить угол поворота до 10—15° и повысить производительность экскаватора. Целесообразно разработку выемки экскаватором производить челночным способом на всю ширину.

3.2.3. При возведении насыпей автосамосвалами следует руководствоваться пп. 3.1.3; 3.1.4.

3.2.4. Комплект машин

Таблица 3.2

Наименование машин	Вместимость ковша, м³											
	0,65			1,0			1,25			1,6		
	Дальность транспортировки, км											
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Гидравлический экскаватор-обратная лопата		1			1			1			1	
Автосамосвалы грузоподъемностью:												
7 т	4—5	5—7	6—8	4—5	5—6	6—7	4—5	5—6	6—7	—	—	—

Продолжение табл. 3.2

Наименование машин	Вместимость ковша, м³											
	0,65			1,0			1,25			1,6		
	Дальность транспортировки, км											
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
12 т	—	—	—	3—4	4—5	5—6	4	5—6	6—7	4—5	5—7	7—8
16 т	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3—4	4—6	6—7
Бульдозер на тракторе 15 тс		1			1			1			1	
Автогрейдер средний		1			1			1			1	
Грунтоуплотняющая машина		1			1			1			1	

Примечания: 1. В тяжелых грунтах (глинистых, разрыхленная скала) экскаватор с основным ковшом 1,6 м³ работает с ковшом 1,25 м³.
2. Количество автосамосвалов приведено для I—IV групп трудности разработки грунтов экскаваторами.

3.3. Технологическая схема разработки карьеров с применением одноковшового фронтального погрузчика и возведения насыпей автосамосвалами

3.3.1. Область применения: разработка выемок (карьеров) в грунтах I—IV групп с перемещением и укладкой их в насыпь автосамосвалами.

Разработку грунта II—VI групп предусматривается производить бульдозерами-рыхлителями, погрузку в автосамосвалы—одноковшовыми фронтальными погрузчиками на гусеничном или пневмоколесном ходу с ковшом вместимостью 2—3 м³ из временных отвалов, надвинутых бульдозерами (табл. п. 2.2.).

Грунты I группы могут быть разработаны погрузчиками без предварительной надвижки временных отвалов бульдозерами.

Состав технологических процессов:

разработка и перемещение грунта во временный отвал бульдозером-рыхлителем;

погрузка грунта из временного отвала в автосамосвалы;

транспортировка и отсыпка грунта;

послойное разравнивание грунта;

уплотнение грунта.

3.3.2. Технология разработки грунта в карьере (выемке) (рис. 3.3.).

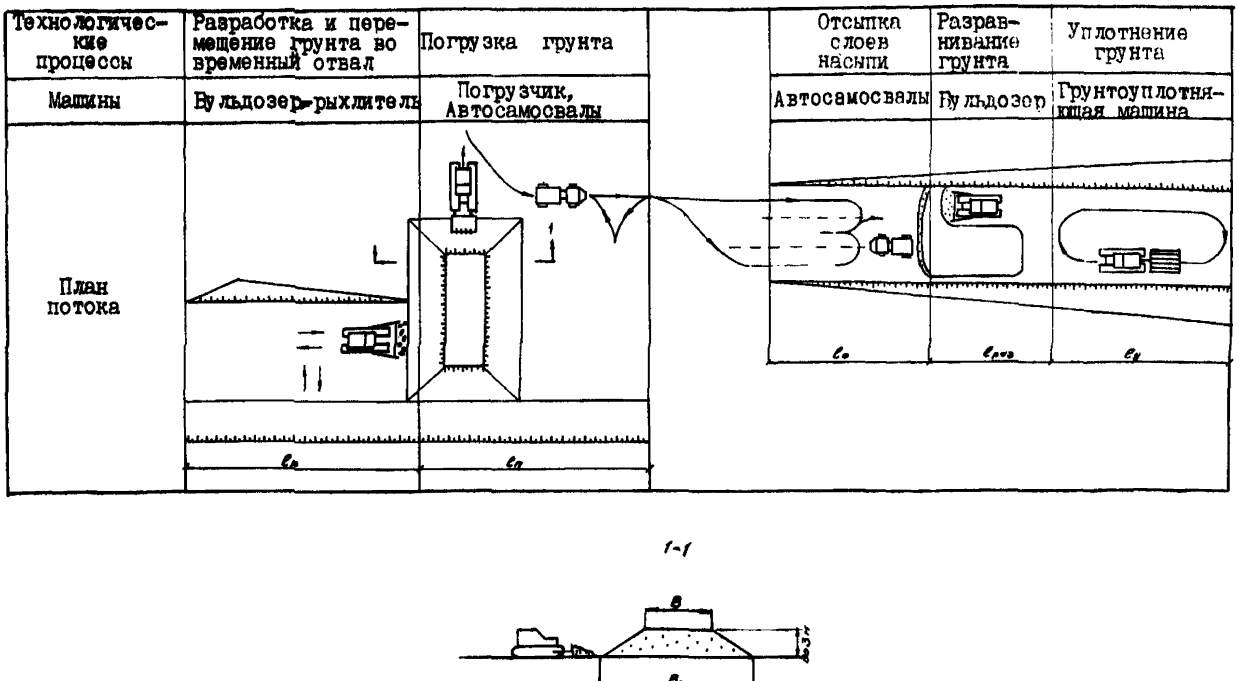


Рис. 3.3. Схема разработки карьера (выемки) с применением погрузчиков и отсыпки насыпи автосамосвалами

Разработку карьеров (выемок) рекомендуется производить уступами сразу на всю ширину торцевым забоем при движении погрузчика по челночной схеме или схеме с разворотом.

Работу организуют на двух захватках (по ширине разрабатываемого уступа): на одной грунт предварительно разрабатывается бульдозером и сдвигается во временный отвал высотой 2—3 м, на другой, вслед за этим, погрузчик разработанный бульдозером грунт грузит в автосамосвалы или землевозы. Бульдозер разрабатывает грунт наклонным забоем, крутизной 1 : 10—1 : 5 на захватке длиной 30—40 м на полную высоту уступа. Временный отвал формируют за пределами наклонного забоя.

Схему движения погрузчика назначают в зависимости от параметров забоя, типа ходовой части погрузчика и типа транспортных средств. Для погрузчиков на гусеничном ходу целесообразнее челночная схема движения, при которой значительно уменьшается износ ходовой части.

Если ширина уступа выемки или карьера при челночной схеме движения не позволяет поставить автосамосвал перпендикулярно оси уступа, то автосамосвал подают к месту загрузки задним ходом с разворотом, а отвал и фронт забоя располагают по кривой поворота транспортных средств.

При челночной схеме движения погрузчика автосамосвалы под погрузку подают периодически (под каждый цикл погрузки) челночным перемещением вдоль фронта забоя, что исключает необходимость поворотов погрузчика. Подачу транспортных средств осуществляют поочередно с разных сторон погрузчика.

При схеме движения погрузчика с разворотом автосамосвалы устанавливают перпендикулярно фронту забоя на все время погрузки, а погрузчик разрабатывает и грузит грунт челночными перемещениями с разворотами.

Если грунт I группы разрабатывают без предварительной надвижки во временный отвал бульдозером, то черпание грунта производят послойным способом срезанием слоев грунта при непрерывном движении погрузчика.

В случаях, когда ширина выемки не позволяет применить ни одной из указанных схем, выемку разбивают на уступы с таким расчетом, чтобы нижний уступ был высотой 1—1,5 м. Этот уступ разрабатывают бульдозером до проектной отметки, надвигая грунт снизу вверх на уступ.

3.3.3. Технология возведения насыпи

Следует руководствоваться пп. 3.1.3; 3.1.4.

3.3.4. Комплект машин

Таблица 3.3

Наименование машин	Погрузчик с ковшом вместимостью, м³					
	2			3		
	Дальность транспортирования грунта, км					
	1	2	3	1	2	3
Погрузчик		1			1	
Бульдозер на тракторе 25 тс		1			1	
Бульдозер на тракторе 10 тс		1			1	
Автосамосвалы грузоподъемностью (т):						
12	4—5	5—7	7—9	—	—	—
16	3—4	5—6	7—8	5—6	6—8	8—9
25	—	—	—	4—5	6—7	7—8
Грунтоуплотняющая машина		1			1	

Примечание. Количество автосамосвалов приведено для I—III групп грунта.

3.4. Технологическая схема разработки выемок (карьеров) и возведения насыпей самоходными скреперами

3.4.1. Область применения: разработка выемок (карьеров) в грунтах I—III групп и возведение насыпей самоходными скреперами вместимостью ковша 9 и 15 м³.

Технические характеристики скреперов приведены в табл. п. 2.3.

Состав технологических процессов:

разработка и транспортирование грунта выемки (карьера);

послойная отсыпка и планировка грунта на насыпи;

уплотнение слоев насыпи.

Технологическая схема может применяться также при разработке выемок (карьеров) в грунтах III—IV групп, не содержащих каменистых включений размером более 200 мм, после предварительного рыхления.

В глинистых грунтах с повышенной влажностью, сильно налипающих на ковш, а также в сухих песчаных грунтах скреперы применять не рекомендуется.

3.4.2. Технология разработки грунта в выемке (карьере) (рис. 3.4).

Наполнение ковша скрепера следует производить на прямолинейном участке. При наличии уклона местности слои набора грунта должны быть наклонными (3—7°, большие

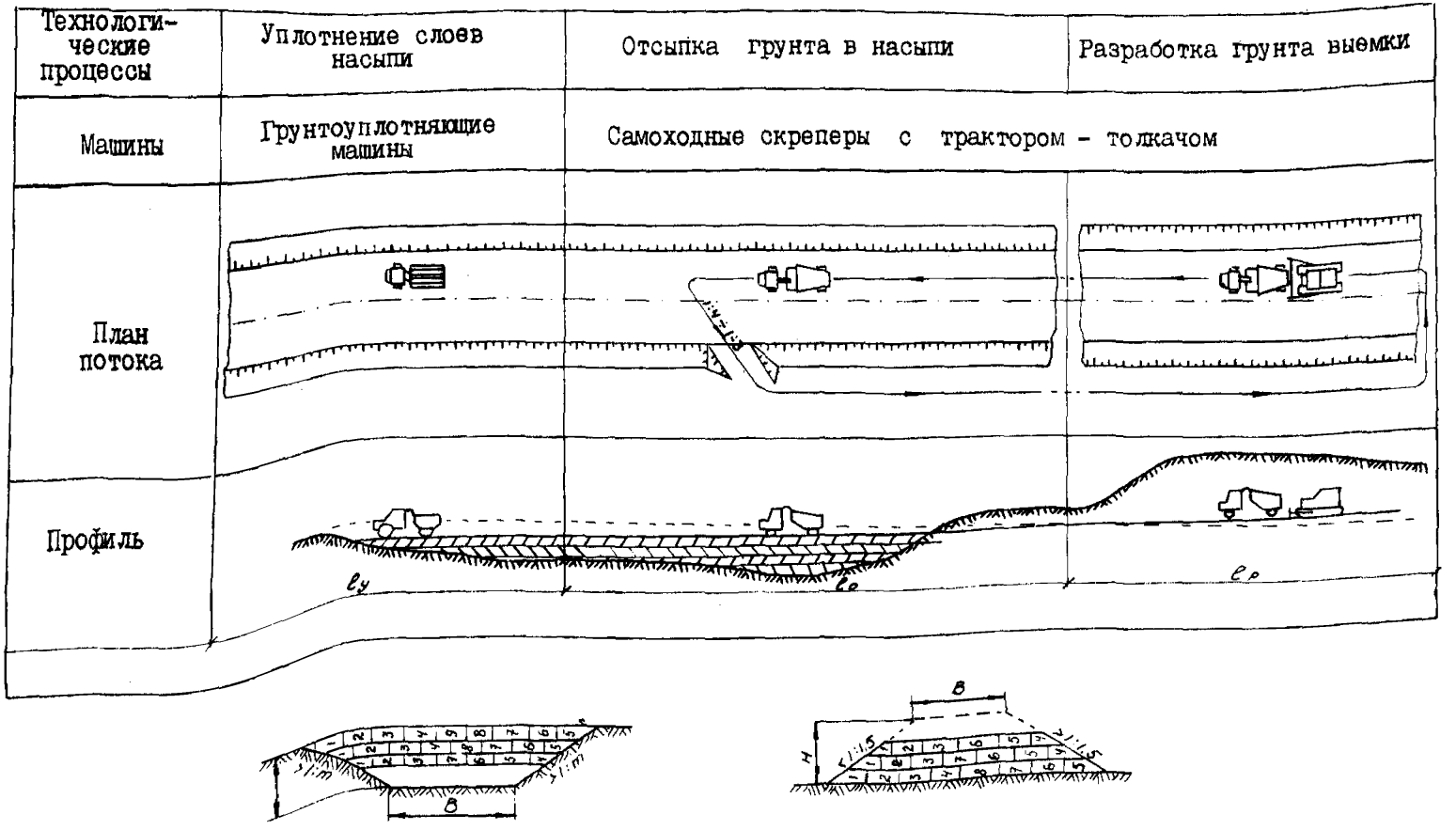


Рис. 3.4. *Схема* разработки выемки скреперами с перемещением и укладкой грунта в насыпь

значения для плотных грунтов). В песчаных грунтах для улучшения наполнения ковша допускается работать на подъемах до 3°. Рыхление плотных глинистых и суглинистых грунтов следует производить тракторными рыхлителями на толщину срезаемой стружки.

Въезды на насыпь и съезды при высоте ее до 1,5—2 м рекомендуется устраивать прямыми (под прямым углом к оси насыпи), при большей высоте—косыми.

Размеры проезжей части при одностороннем движении должны быть не менее 4,5 м, а площадок для разворота— не менее 15 м. Уклоны землевозных дорог для движения скреперов должны быть не более величины 0,15.

3.4.3. Комплект машин

Таблица 3.4

Наименование машин	Вместимость ковша, м³	
	9	15
	Дальность транспортировки грунта, м	
	800	
Скрепер самоходный	6	4
Трактор-толкач 15 тс	1	—
То же, 25 тс	—	1
Бульдозер на тракторе 15 тс	1	1
Грунтоуплотняющая машина	1	1

3.5. Технологическая схема разработки выемок и возведения насыпей бульдозерами

3.5.1. Область применения: разработка выемок в грунтах I—II групп и возведение насыпей бульдозерами.

Состав технологических процессов:

разработка грунта в выемке и перемещение его в насыпь;

отсыпка и разравнивание грунта на насыпи;

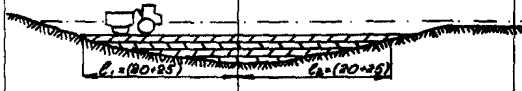
уплотнение грунта.

3.5.2. Технология разработки грунта в выемке (рис. 3.5).

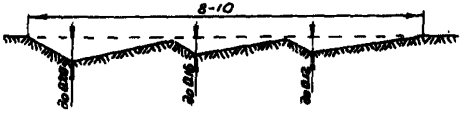
Разработку выемки следует вести, начиная от откосов, слоями толщиной до 30—40 см по всей длине забоя и ширине выемки.

Для обеспечения заданной крутизны откоса выемки разработку каждого нижележащего слоя надо начинать с отступом от края предыдущего слоя.

Разработку грунта бульдозерами следует вести под уклон, наибольшая величина которого не должна превышать допустимых уклонов, указанных в паспорте машины.

Технологические процессы	Послойное уплотнение грунта	Отсыпка и разравнивание грунта	Разработка грунта с перемещением в насыпь
Машины	Грунтоуплотняющие машины	Бульдозер	Бульдозер
			

Гребенчатая схема резания грунта



Очередность проходок бульдозера



Схема разработки и перемещения грунта бульдозером с образованием промежуточного вала

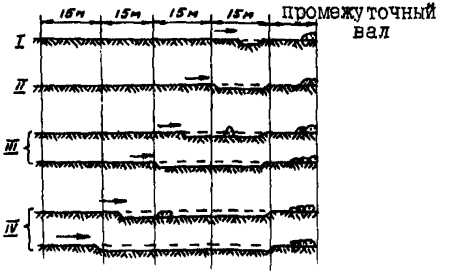


Рис. 3.5. Схема разработки выемки с перемещением грунта и укладкой в насыпь бульдозерами
I—IV—последовательность разработки траншеи и перемещения грунта

Резание, особенно плотных грунтов, следует производить по гребенчатой схеме (см. рис. 3.5). В тяжелых грунтах набор осуществляется «плавающим», т. е. незакрепленным отвалом; в легких грунтах отвал следует закреплять в положении, обеспечивающем определенную глубину резания.

При разработке грунта бульдозерами с типовыми отвалами, в целях увеличения объема набираемого грунта и уменьшения потерь его в процессе перемещения, отвал бульдозера следует оборудовать боковыми щитками или перемещение производить в траншее, образованной предыдущими проходками.

Повышению производительности бульдозера способствует также перемещение грунта с образованием промежуточных валов по ходу движения (см. рис. 3.5).

3.5.3. Технология возведения насыпи

Насыпь, возводимая с перемещением грунта из выемки, по длине делится на две захватки. Отсыпка слоя начинается с дальней от выемки захватки. После отсыпки и разравнивания грунта на этой захватке производится его уплотнение, а на смежной с ней захватке—отсыпка слоя. Во время уплотнения грунта на захватке около выемки бульдозер перемещает грунт с удаленных участков выемки, образуя перед насыпью валы.

3.5.4. Комплект машин

Таблица 3.5

Наименование машин	Количество
Бульдозер на тракторе 25 тс	1
Грунтоуплотняющая машина	1

3.6. Технологическая схема возведения насыпи из резерва экскаватором-драглайном

3.6.1. Область применения: разработка грунта I—III групп в резерве и отсыпка насыпи экскаватором-драглайном с ковшом вместимостью до 1,5 м³ включительно.

Состав технологических процессов:

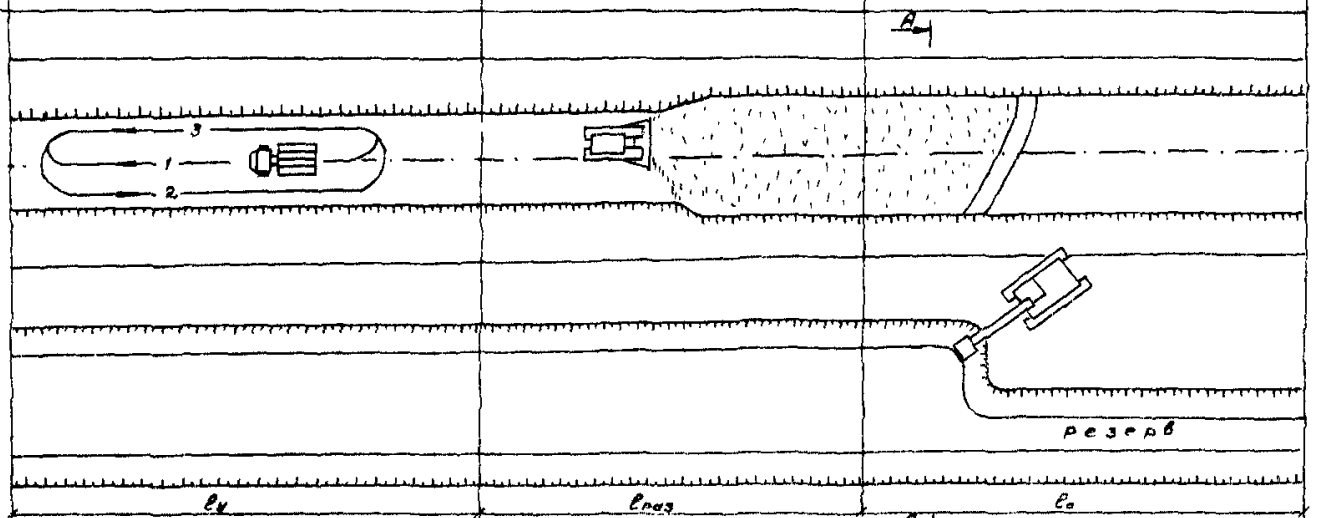
разработка и отсыпка грунта из резерва;

послойное разравнивание грунта на насыпи;

уплотнение грунта.

3.6.2. Технология работ (рис. 3.6).

Количество проходок экскаватора в резерве, а также их ширина назначаются в зависимости от высоты возводимой

Технологические процессы	Уплотнение грунта	Разравнивание слоя грунта	Отсыпка слоя грунта
Машины	Грунтоуплотняющая машина	Бульдозер	Экскаватор - драглайн
План потока			

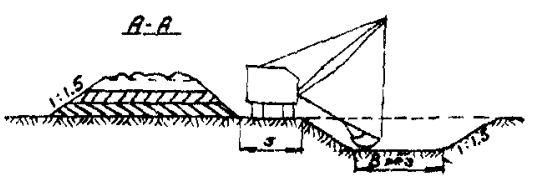


Рис. 3.6. Схема отсыпки насыпи экскаватором-драглайном из резерва

1, 2, 3—последовательность уплотнения катком

насыпи, толщины отсыпаемых слоев и глубины резерва и определяются расчетом.

Номограмма для определения площади поперечного сечения резерва приведена в приложении 2.

При разработке резервов боковым забоем уменьшается объем бульдозерных работ, связанных с дополнительным перемещением грунта.

Проходки должны назначаться такой ширины, при которой средняя величина угла поворота стрелы экскаватора не превышает 90°.

Уплотнение грунта при возведении насыпей из резервов может производиться пневмокатками, а также машинами ударного или виброударного действия, в соответствии с разделом 9.

С целью лучшего использования бульдозера и грунтоуплотняющей машины, снижения стоимости и трудоемкости земляных работ возведение насыпей следует организовывать на небольшом фронте так, чтобы при работе двух экскаваторов использовать один бульдозер и одну грунтоуплотняющую машину.

Толщины отсыпаемых слоев насыпи принимаются в зависимости от типа грунтоуплотняющей машины и нормы плотности грунта. При этом необходимо иметь в виду, что с уменьшением толщины отсыпаемого слоя снижается производительность экскаватора, а именно:

Толщины отсыпаемых слоев насыпи, м	Потери производительности, % (по сравнению с ЕНиР)
0,3	14
0,5	8

Наибольшая высота отсыпаемой драглайном насыпи приведена в табл. 3.6.1.

Таблица 3.6.1

Длина стрелы, м	Угол наклона стрелы, град.	Наибольшая высота возводимой насыпи до верха сливной призмы H, м при глубине резервов, м	
		1,0	1,5
10	30	1,15	1,55
13	30	1,50	1,90
12,5	30	1,50	1,90
12,5	45	1,35	1,85
15	30	1,60	2,10

3.6.3. Комплект машин

Таблица 3.6.2

Наименование машин	Количество
Экскаватор-драглайн с ковшом 0,8—1,5 м³	1
Бульдозер на тракторе 15—25 тс	1
Грунтоуплотняющая машина	1

3.7. Технологическая схема разработки грунта в резерве и отсыпки насыпи прицепными скреперами

3.7.1. Область применения: разработка резервов в грунтах I—II групп и возведение насыпей прицепными скреперами вместимостью ковша 9 и 15 м³.

Возведение насыпей из резервов (поперечная транспортировка) следует производить при рабочих отметках насыпей до 3—4 м.

Технические характеристики прицепных скреперов приведены в приложении 3.

Состав технологических процессов:

разработка грунта в резерве;

послойная отсыпка грунта на насыпи;

уплотнение слоев насыпи.

3.7.2. Технология разработки грунта в резерве и отсыпки насыпи прицепными скреперами (рис. 3.7).

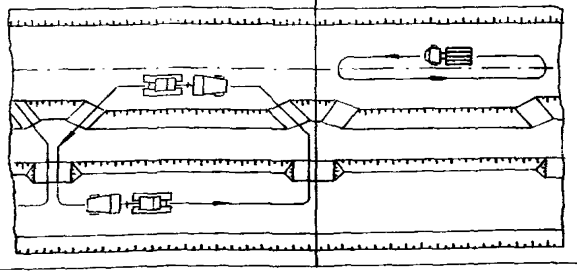
При разработке грунта в резерве следует руководствоваться п. 3.4.2.

Таблица 3.7

Зависимость средней дальности возки и коэффициента снижения производительности от рабочей отметки

Рабочая отметка	Дальность возки, м	Коэффициент
2,0	70,0	1,086
3,0	95,0	1,208
4,0	110,0	1,330

В случае разработки прицепными скреперами твердых и плотных грунтов без предварительного рыхления, глинис-

Технологические процессы	Разработка грунта в резерве и отсыпка насыпи	Уплотнение грунта
Машины	Прицепные скреперы	Грунтоуплотняющие машины
План потока		

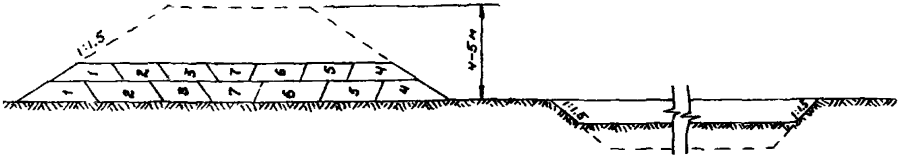


Рис. 3.7. Схема отсыпки насыпей прицепными скреперами из резерва

тых грунтов с повышенной влажностью и сухих песков для обеспечения наполнения ковша необходимо применять тракторы-толкачи.

При транспортировке грунта скреперами из резервов в насыпи могут применяться следующие схемы: по эллипсу, по восьмерке, по зигзагу.

3.7.3. Комплект машин

Таблица 3.8

Наименование машин	Вместимость ковша, м³	
	9	15
Скрепер прицепной с тягачом	3	2
Бульдозер на тракторе 15 тс	1	1
Грунтоуплотняющая машина	1	1

3.8. Технологическая схема разработки грунта в резерве и отсыпки насыпи бульдозерами

3.8.1. Область применения: разработка грунтов I—III групп в резерве и отсыпка насыпи бульдозерами.

Состав технологических процессов:

разработка грунта в резерве и перемещение в насыпь;

отсыпка и разравнивание грунта на насыпи;

уплотнение грунта.

3.8.2. Технология разработки грунта в резерве и отсыпки насыпи (рис. 3.8).

Возведение насыпи бульдозерами из резервов производится попеременно на двух смежных захватках. При этом на одной из них ведется отсыпка грунта с разравниванием его горизонтальными слоями по всей ширине насыпи, а на другой—уплотнение грунта грунтоуплотняющими машинами.

В целях лучшего использования грунтоуплотняющей машины возведение насыпи на захватке целесообразно производить двумя-четырьмя бульдозерами.

С увеличением высоты насыпи, возводимой из резерва, снижается производительность бульдозера и увеличивается объем грунта, необходимый для устройства въезда его на насыпь. Въезд необходимо устраивать сплошным на всем протяжении насыпи с уклоном не круче 1 : 5. Потребный для устройства въезда грунт является дополнительной присыпкой к насыпи и в дальнейшем не используется. Дополнительный объем грунта для устройства въезда при возведении насыпи из резерва приведен в табл. 3.9.

Таблица 3.9

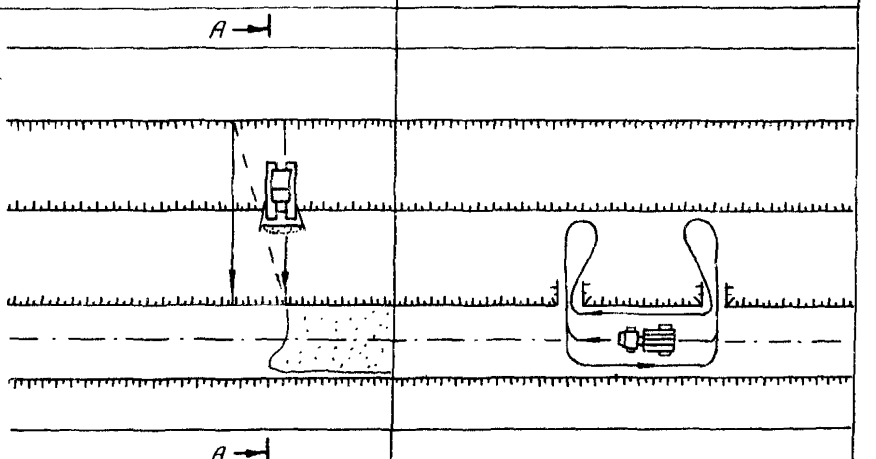
Толщины отсыпаемых слоев, м	Дополнительный объем грунта въезда от объема насыпи, %			
	Высота насыпи, м			
	0,5	1,0	1,5	2,0
0,3	5	15	25	33
0,5	—	9	18	26

3.8.3. Комплект машин

Таблица 3.10

Наименование машин	Количество
Бульдозер на тракторе 15 тс	2—4
Грунтоуплотняющая машина	1

Примечание. При разработке плотных грунтов III группы в комплект машин входит бульдозер-рыхлитель.

Технологические процессы	Отсыпка и разравнивание грунта	Уплотнение грунта
Машины	Бульдозер	Грунтоуплотняющая машина
План потока		

А-А



Рис. 3.8. Схемы возведения насыпи бульдозером с перемещением грунта из резерва

3.9. Технологическая схема возведения насыпи грейдер-элеватором из резерва

3.9.1. Область применения: возведение насыпей высотой до 1 м из резерва грейдер-элеватором в грунтах I—III групп.

Плотные глинистые грунты с влажностью менее границы раскатывания на 3% и более рекомендуется предварительно разрыхлять: производительность грейдер-элеватора при разработке разрыхленных грунтов значительно снижается. Грейдер-элеваторы не следует применять для разработки сыпучих песков, глинистых грунтов с влажностью более границы раскатывания плюс четверть числа пластичности, а также грунтов, содержащих большие камни и валуны.

Грейдер-элеваторы целесообразно применять при фронте работ 400—2000 м в равнинной местности. Техническая характеристика грейдер-элеватора Д3-507А приведена в прил. 3.

Состав технологических процессов:

разработка грунта в резерве и укладка его в насыпь;

послойное разравнивание;

уплотнение слоя грунта.

3.9.2. Технология разработки грунта (рис. 3.9).

Разработка грунта в резерве ведется послойно на всю ширину резерва.

Диск грейдер-элеватора устанавливается под углами резания и захвата в зависимости от разрабатываемого грунта (табл. 3.11).

Таблица 3.11

Показатели	Угол установки диска		
	Супесь и разрыхленный грунт	Суглинок	Глина
Угол резания	40—50	30—40	20—30
Угол захвата (средняя величина)	55	45	40

Грунт в насыпи разравнивается автогрейдером, толщина слоя зависит от типа грунтоуплотняющей машины.

3.9.3. Комплект машин

Таблица 3.12

Наименование машин	Количество
Грейдер-элеватор	1
Автогрейдер тяжелый	1
Грунтоуплотняющая машина	1

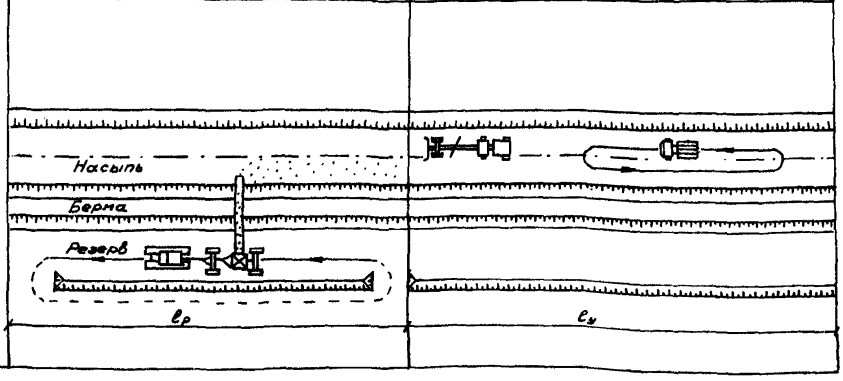
Технологические процессы	Отсыпка слоя грунта из резерва	Разравнивание и уплотнение грунта
Машины	Грейдер-элеватор	Автогрейдер Грунтоуплотняющая машина
План потока		

Рис. 3.9. Схема возведения насыпи грейдер-элеватором из резерва

3.10. Технологическая схема разработки выемки с отвалом грунта в кавальер экскаватором-драглайном

3.10.1. Область применения: разработка грунта I—III групп в выемке драглайном вместимостью ковша до 1,5 м³.

Состав технологических процессов:

разработка грунта в выемке и отсыпка его в промежуточный вал;

перемещение грунта из вала в кавальер.

3.10.2. Технология работ (рис. 3.10).

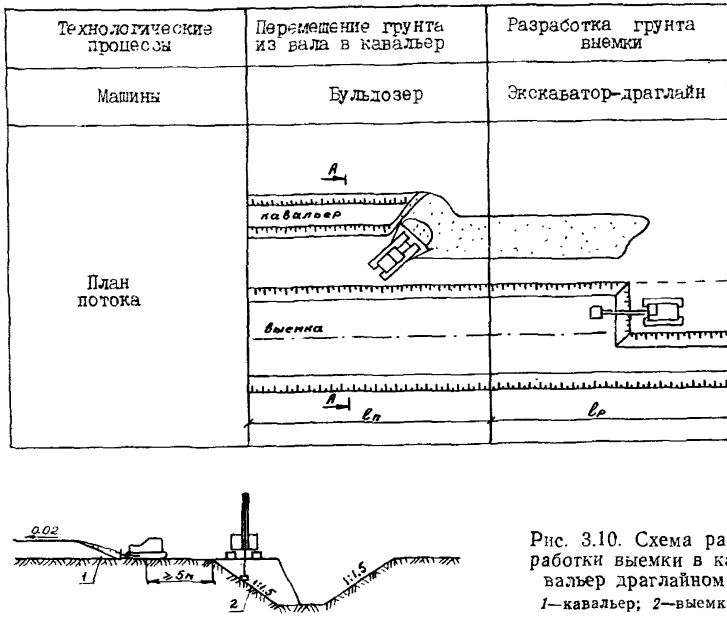


Рис. 3.10. Схема разработки выемки в кавальер драглайном: *1*—кавальер; *2*—выемка

Перед началом работы поверхность земли на полосе передвижения экскаватора необходимо выровнять бульдозером.

При сооружении выемки грунт из нее отсыпается экскаватором непосредственно в кавальер или в отвал. В последнем случае грунт перемещается бульдозером в кавальер поверхности кавальера придается необходимый уклон.

3.10.3. Комплект машин.

Таблица 3.13

Наименование машин	Количество
Экскаватор-драглайн с ковшом 0,8—1,5 м³	1
Бульдозер на тракторе 15—25 тс	1

3.11. Технологические схемы разработки выемок и полувыемок на косогорах в скальных грунтах

3.11.1. Область применения: разработка выемок и полувыемок в скальных грунтах VII—XI групп (по трудности бурения) с предварительным рыхлением их взрывом скважинных зарядов и возведение насыпей из скальных грунтов автосамосвалами.

Состав технологических процессов:

а) при разработке выемок в скальных грунтах (рис. 3.11):

бурение скважин и рыхление взрывом;

разработка взорванного грунта экскаватором с погрузкой в автосамосвалы;

разработка «негабаритов»;

транспортирование и отсыпка грунта в насыпь автосамосвалами;

разравнивание отсыпанного грунта бульдозером;

зачистка и образование скальных откосов с применением механических устройств (оборудование в виде цепей и гирлянд к тракторам). Образование скальных откосов выемок осуществляется с применением контурного взрыва и гидромеханизированным способом для удаления отдельных каменных включений.

б) при разработке полувыемок на крутом косогоре при взрывах на рыхление (рис. 3.12):

нарезка технологической полки бульдозером, после образования тропы и буровзрывных работ;

бурение скважин СБШ-160 (БТС-150) и взрывные работы на рыхление;

разработка ярусов экскаватором;

транспортирование скального грунта автосамосвалами в насыпь или отвал;

зачистка и образование скальных откосов.

в) при разработке полувыемок на невысоких косогорах при взрывах на сброс (рис. 3.13):

бурение скважин на технологической полке и взрыв на сброс;

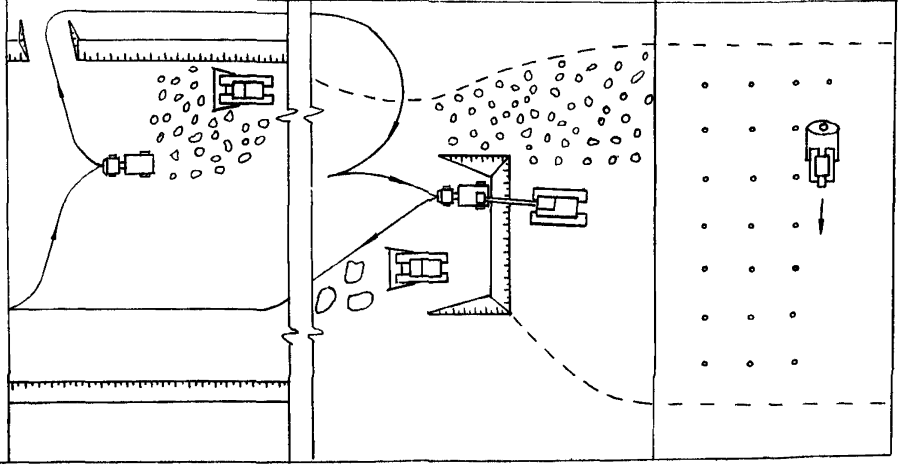
Технологические процессы	Транспортирование, отсыпка и разравнивание грунта	Погрузка взорванного грунта, разработка негабаритов	Бурение скважин и рыхление взрывом
Машины	А/самосвалы, бульдозер	Экскаватор – обратная лопата, автосамосвалы, бульдозер	Буровая машина СШ-160
План потока			

Рис. 3.11. Технологическая схема разработки выемки в скальных грунтах

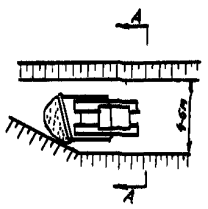
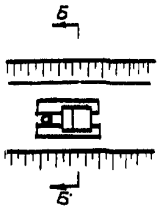
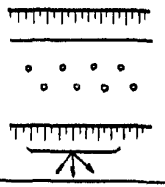
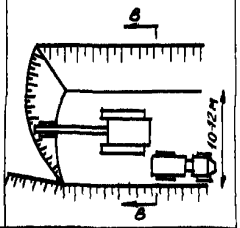
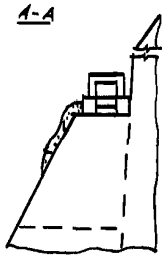
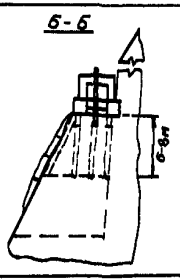
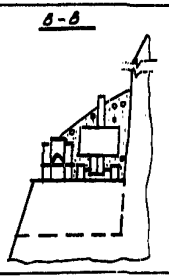
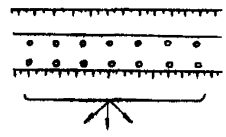
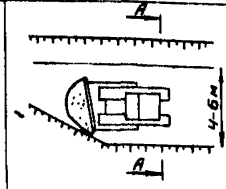
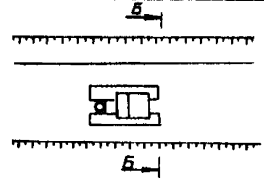
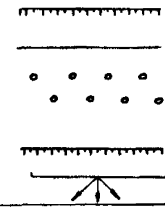
Технологические процессы	Нарезка технологической полки бульдозером после образования тропы и буровзрывных работ	Бурение скважин	Рыхление взрывом	Разработка яруса экскаватором
Машины	Бульдозер 70 тс	СШ-160 (1ТС-150)		Экскаватор - прямая лопата а/самосвалы
				
			Примечание При устройстве парных скважин на невысоких косогорах разработка грунта производится экскаватором с полосы выемки.	

Рис. 3.12. Технологическая схема разработки полувыемок на крутых косогорах (на рыхление)

Технологические процессы	Бурение скважин на технологической полке и взрыв на сброс	Расчистка полки	Бурение скважин первого яруса	Взрыв на сброс и расчистка первого яруса после взрыва
Машина	Буровая техника	Бульдозер 10 тс	Буровая техника СШ-160 (БТС-150)	Бульдозер 10 тс
План потока				

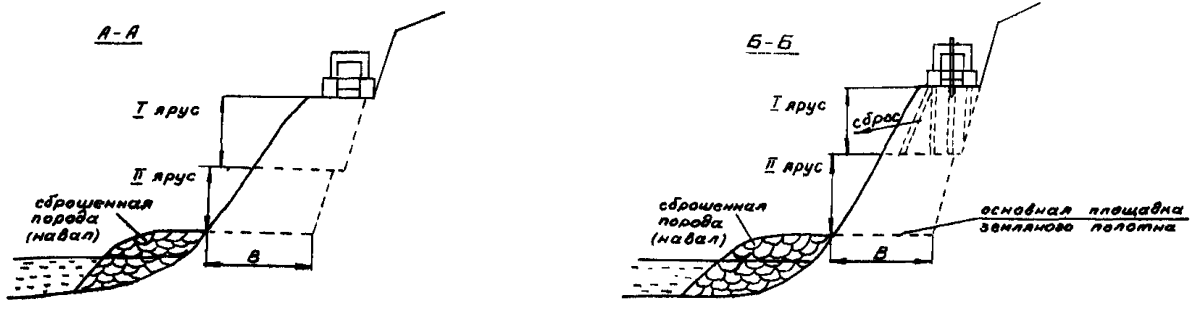


Рис. 3.13. Технологическая схема разработки полувыемок на косогорах при взрывах на сброс

расчистка полки бульдозером;

бурение скважин первого яруса и взрыв на сброс;

расчистка первого яруса после взрыва на сброс;

бурение скважин второго яруса и взрыв на сброс;

расчистка второго яруса после взрыва на сброс бульдозером;

зачистка и образование скальных откосов.

3.11.2. Технология разработки выемок (полувыемок) в скальных грунтах

Разработка взорванного скального грунта в выемке производится гидравлическим экскаватором-обратная лопата. Выемка, как правило, должна разрабатываться одновременно с двух концов, двумя захватками с каждого конца. На первых захватках производится бурение скважин и взрывные работы, на вторых—погрузка ранее взорванного грунта в автосамосвалы и разработка «негабаритов» (накладными зарядами, сменным рабочим оборудованием экскаватора—гидроклином, взрывогенераторами и др.).

К буровзрывным работам предъявляются требования—обеспечить очертания выемок с минимальными отклонениями от проектного контура; необходимое дробление и развал взорванной горной массы, позволяющие организовать высокопроизводительную работу погрузочно-транспортных средств; максимальную механизацию тяжелых и трудоемких работ.

Все взрывные работы должны выполняться в соответствии с требованиями «Единых правил безопасности при взрывных работах» и ВСН 178—91. Нормы проектирования и производства буровзрывных работ при сооружении земляного полотна.

В соответствии с ВСН 178—91 степень дробления взорванного грунта должна обеспечивать производительную работу горно-транспортного оборудования. Содержание негабаритных кусков в составе горной массы при скважинном методе взрывных работ не должно превышать значений, предусмотренных табл. 3.14.

Таблица 3.14

Емкость ковша экскаватора, м³	Выход негабарита, %, для группы грунтов							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1,25—1,6	2,8	5,5	6	8	8,5	11	12	14

Примечание. Для экскаваторов с ковшом вместимостью 0,65 м³ негабаритом считается отдельность размером свыше 0,6 м в ребре, с ковшом вместимостью 1—1,25 м³—свыше 0,7 м, с ковшом вместимостью 1,6 м³—свыше 0,85 м.

Мощность взрываемого слоя грунтов для экскаваторных проходок следует принимать по табл. 3.15.

При разработке выемок в массивах, сложенных горизонтально-слоистыми грунтами, мощность взрываемого слоя следует принимать из расчета образования подошвы забоя по одной из плоскостей раздела, но не больше, чем указано в табл. 3.15. Увеличение мощности взрываемого слоя, сверх указанного в табл. 3.15, допустимо при соответствующем технико-экономическом обосновании.

Таблица 3.15

Емкость ковша экскаватора, м³	Радиус черпания, м	Мощность взрываемого слоя, м, при крутизне откоса выемки			
		1 : 1	1 : 0,75	1 : 0,5	1 : 0,2
1,0—1,25	9,1—9,9	6,1	7,6	8.0	8,0
1,6	9,9	9,0	9,0	9,5	10,2

При продольном способе разработки косогорных полувыемок с одновременным взрыванием не более двух рядов зарядов мощность взрываемого слоя ограничивается высотой черпания экскаватора.

При проектировании крутизны откосов скальных выемок следует исходить из вида грунта и глубины выемки, при этом следует руководствоваться данными табл. 3.16.

Таблица 3.16

Тип скальных выемок	Высота откоса выемок, м	Крутизна откосов выемок
Слабовыветривающиеся при применении контурного взрывания	12	1 : 0,2—1 : 0,5
Легковыветривающиеся неразмягчаемые	12	1 : 0,5—1 : 1,5
Легковыветривающиеся размягчаемые	6	1 : 1
То же	6—12	1 : 1,5

Объем работ по зачистке бортов и дна выемок принимается по табл. 3.17.

При разработке скальных выемок с применением буровзрывных работ недобор в откосах выемок не должен превышать 10 см. Оборку откосов следует делать так, чтобы выступы и углубления, образовавшиеся в откосах, не препятствовали нормальной эксплуатации выемок, производству

ремонтных работ и стоку воды, а также не ухудшали видимость. Переборы в основании выемок должны быть заполнены местным скальным грунтом.

Таблица 3.17

Способ производства работ	Объем работ по зачистке в % от профильного объема выемки				
	Группа пород				
	IV—V	VI	VII	VIII	IX—XI
Шпуровыми зарядами	1	2	3	4	5
Скважинными зарядами	2	4	5	6	7

3.11.3. Комплект машин для разработки выемок в скальных грунтах:

экскаватор с ковшом 1,0—1,6 м³	1
автосамосвалы грузоподъемностью 12—16 т . .	по расчету
комплект буровой техники (СБШ-160; БТС-150; БТС-75 и др.)	по расчету ВСН 178—91
оборудование по разработке «негабаритов» . .	1
бульдозер на тракторе мощностью 132 кВт . .	2

3.12. Технологическая схема сооружения прислоненной насыпи на речном прижиме

3.12.1. Область применения: сооружение земляного полотна на прижимных (ограниченных с одной стороны крутыми косогорами, а с другой—водотоками) участках.

Состав технологических процессов:

отсыпка подводной части насыпи и защитной бермы;

отсыпка надводной части;

планировка защитного слоя насыпи.

3.12.2. Технология сооружения прислоненной насыпи (рис. 3.14).

Прислоненная насыпь имеет предохраняющую от размыва конструкцию в виде защитной призмы из скального грунта при неразмываемых (рис. 3.15, *а*) или размываемых (рис. 3.15, *б*) грунтах основания, уширенной защитной призмы из несортированной горной массы или комбинаций из этих видов защитных устройств.

Возведение прислоненной насыпи рекомендуется выполнять двумя комплектами машин: один для отсыпки тела насыпи и второй для отсыпки защитного слоя из камня расчетного размера.

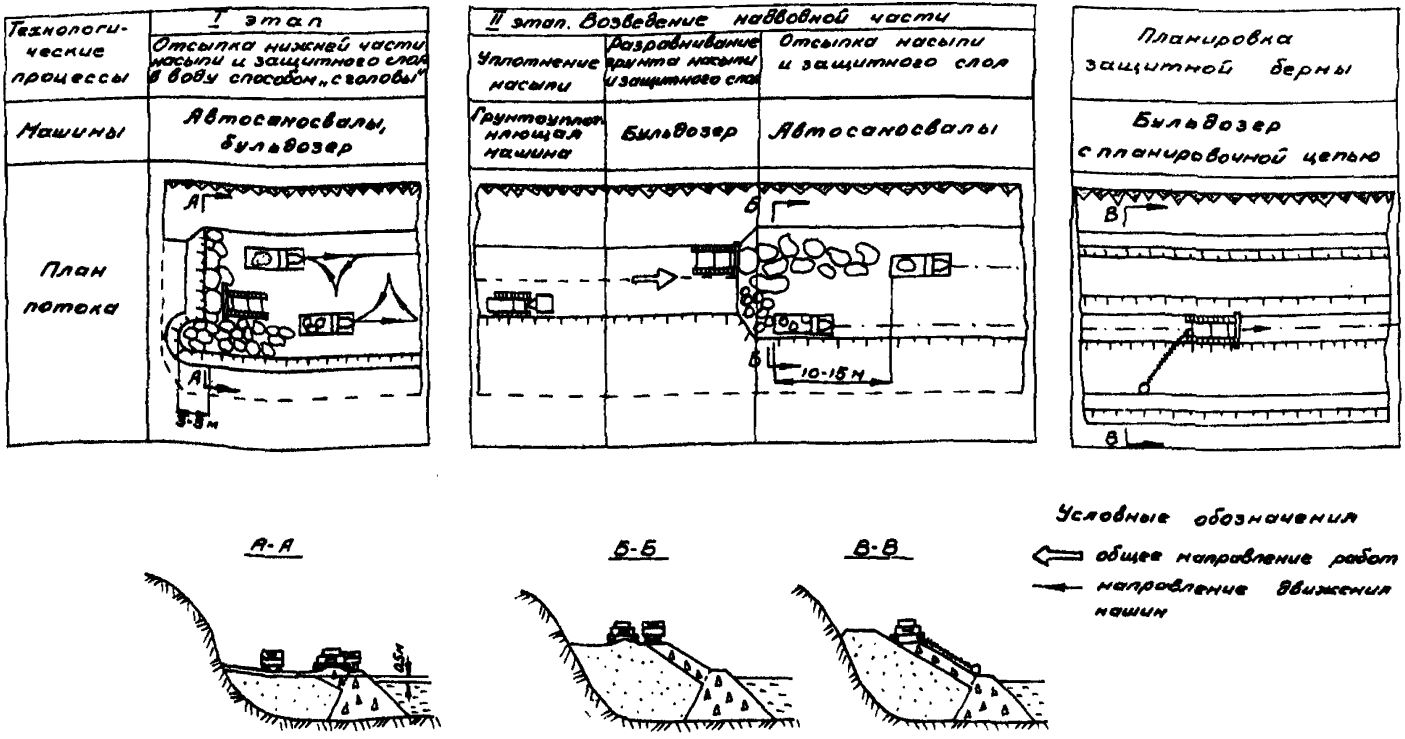


Рис. 3.14. Схема сооружения прислоненной насыпи на речном прижиме

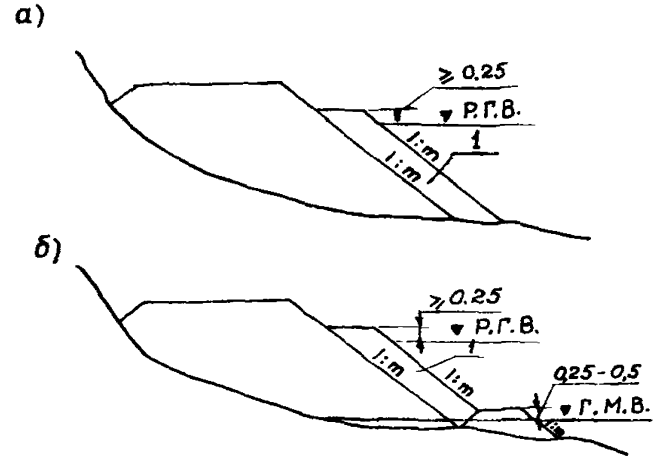
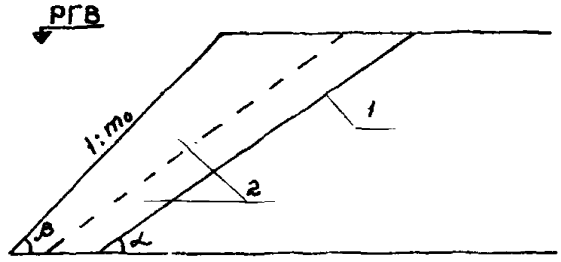


Рис. 3.15. Укрепление откоса насыпи в виде защитной бермы из скального грунта:

а, б—соответственно при неразмываемых и размываемых грунтах основания; *1*—защитный слой скального грунта



Укрепление откоса насыпи несортированной горной массой, отсыпаемой под углом естественного откоса в виде уширенной защитной призмы:

1—контур защищаемого откоса; *2*—несортированная горная масса

Отсыпку подводной части прислоненной насыпи следует вести методом «с головы» в направлении течения реки в интенсивном темпе в периоды наименьшей скорости течения воды и сразу на полное поперечное сечение. Насыпь и ее защитный откосный слой из скального грунта должны воз-

водиться одновременно, при этом, если ширина защитного слоя позволяет движение по нему автосамосвалов или бульдозеров, защитный слой целесообразно отсыпать на 3—5 м, с целью сокращения объема уносимого водой грунта насыпи.

Надводная часть прислоненной насыпи должна возводиться в соответствии с указаниями пп. 3.1.3—3.1.4. Защитный слой при этом рекомендуется отсыпать с отставанием по фронту в 10—15 м.

Укрепление откосов камнем рекомендуется производить мощными бульдозерами класса тяги 25 и выше.

Бульдозеры используются для надвижки крупного камня на откос, при этом необходимо учитывать в проекте увеличение объема камня, требуемого для укрепления, в связи с уширением слоя укрепления на уровне уреза воды. Для укрепления могут применяться и специальные виды защитных конструкций.

3.12.3. Комплект машин:

Для отсыпки тела насыпи:	
экскаватор с ковшом 1,6—2,5 м³ или погрузчик с ковшом 2—3 м³ в карьере	1
автосамосвалы грузоподъемностью 12—16 т .	по расчету
бульдозер 25 тс	1
грунтоуплотняющая машина	1
Для отсыпки защитного слоя из скального грунта:	
экскаватор с ковшом 1,6—2,5 м³ или погрузчик в карьере скального грунта	1
автосамосвалы грузоподъемностью 12—16 т .	по расчету

3.13. Технологическая схема сооружения насыпи из промышленных отходов и глинистого грунта экскаваторно-самосвальными комплектами

3.13.1. Область применения. Технологическая схема применима для возведения насыпей подъездных и внутренних железнодорожных путей промышленных предприятий, находящихся в регионе с запасами промышленных отходов в виде отвалов шахтных пород и отходов углеобогащения. В подготовительный период необходимо произвести комплексную оценку промышленных отходов: выполнить инженерно-геологические изыскания отвалов для получения информации о характере залегания материалов, распределении влажности, плотности по глубине отвала, степени однородности; осуществить инженерно-геологическую оценку показателей физико-механических свойств материалов, определенных в лабора-

тории; выполнить технико-экономическое обоснование и дать заключение об оптимальной влажности, коэффициенте уплотнения и т. д. В подготовительный период необходимо также отсыпать опытный участок. Варианты производства работ представлены на рис. 3.16—3.18.

3.13.2. Состав работ (см. рис. 3.16):

Разработка и доставка глинистого грунта из карьера экскаваторно-самосвальным комплектом № 1 для устройства призм защитного слоя ядра насыпи;

разравнивание и формирование призм в пределах каждого укладываемого слоя бульдозером;

устройство прорезей для отвода воды экскаватором-планировщиком;

разработка, увлажнение в карьере и доставка промышленных отходов экскаваторно-самосвальным комплектом № 2 в пространство между призмами, разравнивание бульдозером с целью образования слоя ядра насыпи толщиной 0,3—0,8 м;

послойное уплотнение ядра насыпи и призм защитного слоя виброкатком с доувлажнением каждого слоя при помощи поливомоечной машины;

устройство верхней части насыпи из глинистого грунта с уплотнением.

Преимуществами данной схемы являются снижение затрат на эксплуатацию и поддержание отвалов, освобождение территории для застройки, снижение загрязнения окружающей среды.

В расчетах учтен коэффициент снижения производительности в связи со стесненностью фронта работ при строительстве подъездных путей, равный 0,8.

Состав работ (см. рис. 3.17):

разработка, увлажнение в карьере и доставка промышленных отходов из карьера экскаваторно-самосвальным комплектом № 1;

разравнивание бульдозером слоя ядра насыпи;

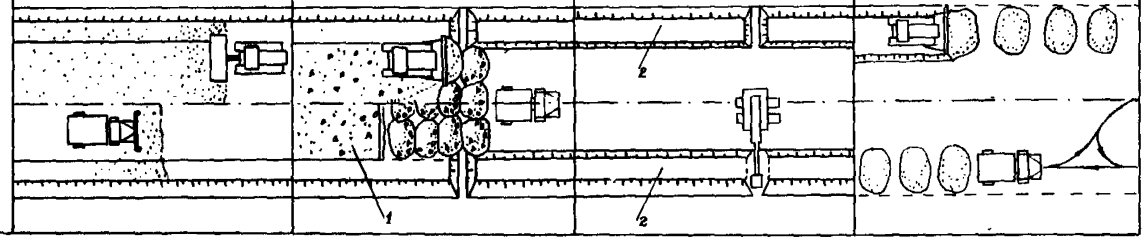
разработка и доставка на откосы слоя ядра насыпи глинистого грунта экскаваторно-самосвальным комплектом № 2;

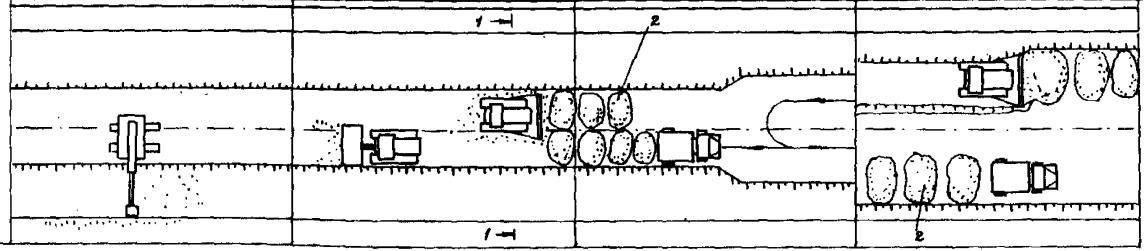
разравнивание глинистого грунта бульдозером с откосником;

послойное уплотнение ядра насыпи и защитного слоя виброкатком с доувлажнением слоя насыпи поливомоечной машиной;

устройство верхней части насыпи из глинистого грунта с уплотнением.

3.13.3. Комплект машин

Технологические процессы	Полив уложенного слоя насыпи и его уплотнение	Доставка промотходов из карьера и разравнивание	Нарезка водоотводных прорезей в призмах защитного слоя	Укладка глинистого грунта и формирование призм защитного слоя ядра
Машины	Поливомоечная машина Виброкаток	Автосамосвалы	Экскаватор-планировщик	Автосамосвалы Бульдозер
План потока				

Технологические процессы	Планировка откосов	Разравнивание и уплотнение откосов	Укладка глинистого грунта в верхние слои насыпи	Укладка глинистого грунта и формирование призм защитного слоя ядра
Машины	Экскаватор-планировщик	Бульдозер Виброкаток	Автосамосвалы	Автосамосвалы Бульдозер
План потока				

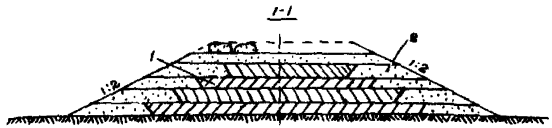


Рис. 3.16. Возведение насыпи из промышленных отходов с предварительным устройством защитных слоев из глинистого грунта:

1—промышленные отходы; *2*—глинистый грунт

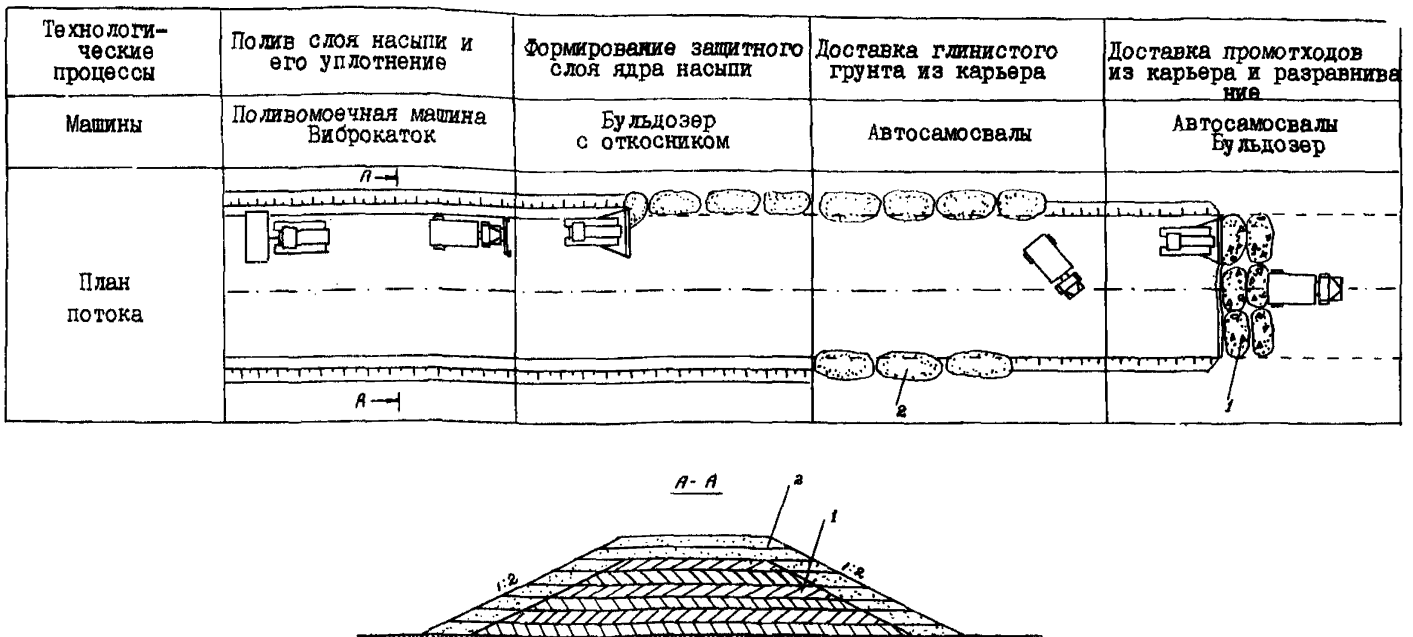
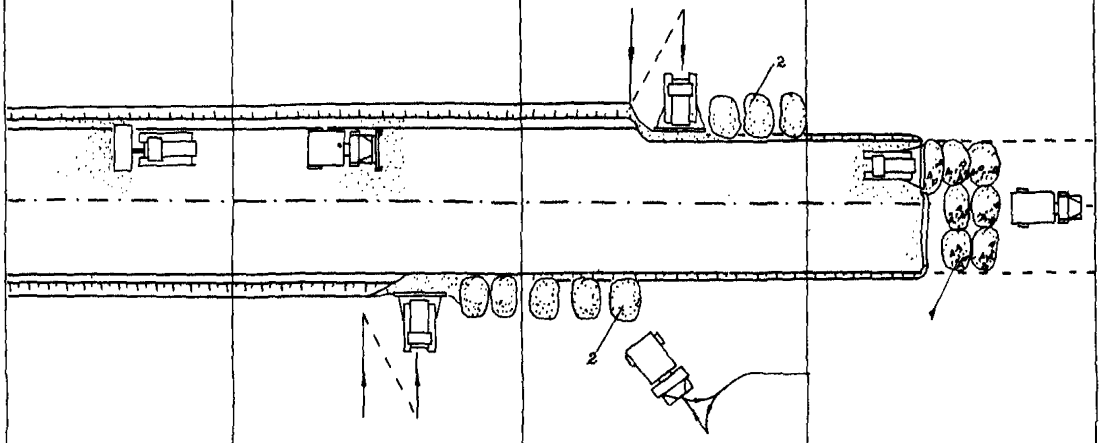


Рис. 3.17. Возведение насыпи из промышленных отходов с послойной обсыпкой откосов глинистым грунтом:

1—промышленные отходы; *2*—глинистый грунт

Технологические процессы	Уплотнение слоя насыпи	Полив слоя насыпи	Укладка глинистого грунта и формирование защитного слоя ядра	Доставка промотходов из карьера и разравнивание
Машины	Виброкаток	Поливомоечная машина	Автосамосвалы Бульдозер	Автосамосвалы Бульдозер
План потока				

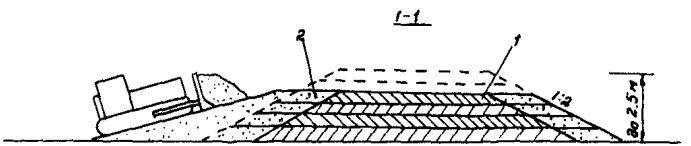


Рис. 3.18. Возведение насыпи из промышленных отходов и глинистого грунта ($H \leqslant 2{,}5$):
1—промышленные отходы; *2*—глинистый грунт

Таблица 3.18

Вариант 1		Вариант 2	
Наименование машин	Емкость ковша, м³ / количество машин, шт.	Наименование машин	Емкость ковша, м³ / количество машин, шт.
Экскаватор в карьере промышленных отходов	1,6 / 1	Одноковшовый погрузчик в карьере промышленных отходов	2 / 1
Автосамосвалы грузоподъемностью 12 т	8	Бульдозер-рыхлитель, класс тяги 25—35	1
Экскаватор в карьере глинистого грунта	0,65 / 1	Автосамосвалы грузоподъемностью 12 т	7
Автосамосвалы грузоподъемностью 12 т	6	Экскаватор в карьере глинистого грунта	0,65 / 1
Бульдозер на тракторе мощностью 132 кВт	1	Автосамосвалы грузоподъемностью 12 т	6
Бульдозер на тракторе мощностью 243 кВт	1	Бульдозер на тракторе 243 кВт	1
Виброкаток, 12 т	1	Бульдозер на тракторе 132 кВт	1
Экскаватор-планировщик	1	Виброкаток, 12 т	1
Поливомоечная машина	1	Экскаватор-планировщик	1
		Поливомоечная машина	1

Примечание. Загрузка экскаваторно-самосвального комплекта в карьере глинистого грунта зависит от высоты насыпи и составляет 20... 30%. Для полной загрузки комплекта его необходимо использовать на отсыпке других участков подъездных путей. Число автосамосвалов в таблице указано при дальности возки 3 км, группе грунта II.

Таблица 3.19

Технико-экономические показатели

Показатели	Вариант 1		Вариант 2	
	Емкость ковша, м³			
	0,65	1,6	0,65	2,0
Производительность, м/ч	40	95	40	60
Число механизаторов	23		21	
Выработка на одного рабочего, м³/ч	5,9		4,8	

3.14. Технологическая схема сооружения насыпи высотой до 2,5 м из промышленных отходов и глинистого грунта экскаваторно-самосвальными комплектами

3.14.1. Область применения. Технологическая схема применима для возведения насыпей высотой до 2,5 м подъездных и внутренних железнодорожных путей промпредприятий, имеющих запасы промышленных отходов в виде отвалов шахтных пород и отходов углеобогащения. В подготовительный период необходимо произвести комплексную оценку промышленных отходов: выполнить инженерно-геологические изыскания отвалов для получения информации о характере залегания материалов, распределения влажности, плотности по глубине отвала, степени однородности; осуществить инженерно-геологическую оценку показателей физико-механических свойств материалов, определенных в лаборатории; выполнить технико-экономическое обоснование и дать заключение об оптимальной влажности, коэффициенте уплотнения и т. д. В подготовительный период отсыпается также опытный участок.

3.14.2. Состав работ (см. рис. 3.18):

разработка, увлажнение в карьере и доставка промышленных отходов из карьера экскаваторно-самосвальным комплектом № 1;

разравнивание бульдозером слоя ядра насыпи;

разработка и доставка к откосам слоя ядра насыпи глинистого грунта экскаваторно-самосвальным комплектом № 2;

устройство послойной защиты откосов ядра насыпи из глинистого грунта бульдозером;

послойное уплотнение ядра насыпи и защитного слоя виброкатками с доувлажнением слоя насыпи поливомоечной машиной;

устройство верхней части насыпи из глинистого грунта с уплотнением.

3.14.3. Комплект машин

Таблица 3.20

Наименование машин	Емкость ковша, м³ / Количество машин, шт.
Экскаватор в карьере промотходов	1,6 / 1
Автосамосвалы грузоподъемностью 12 т	8

Продолжение табл. 3.20

Наименование машин	Емкость ковша, м³ / Количество машин, шт.
Экскаватор в карьере глинистого грунта	0,65 / 1
Автосамосвалы грузоподъемностью 12 т	6
Бульдозер на тракторе мощностью 243 кВт	2
Виброкаток	1
Поливомоечная машина	1

Примечание. Для полной загрузки комплекта в карьере глинистого грунта его необходимо использовать на отсыпке других участков насыпи подъездных путей. Число автосамосвалов в таблице указано при дальности возки 3 км.

Таблица 3.21

Технико-экономические показатели

Показатели	Емкость ковша, м³	
	0,65	1,6
Производительность, м³/ч	40	95
Число механизаторов	9	13
Выработка на одного рабочего, м³/ч	4, 44	7,3

Производительность машин рассчитана по ЕНиР с учетом стесненности фронта работ при строительстве подъездных путей (K_c=0,8).

Раздел 4. ВЫБОР СПОСОБОВ МЕХАНИЗАЦИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ СООРУЖЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

4.1. Общие положения

Расчет экономически целесообразных способов механизации сооружения земляного полотна включает:

определение технико-экономических показателей работы комплектов машин;

расчет годового эксплуатационного режима машин;

определение области эффективного применения комплектов машин;

распределение земляных масс и выбор рациональных комплектов машин.

Расчет выполняют в соответствии с методикой. Основой расчетов является определение общей и сравнительной эффективности вариантов развития и эксплуатации парков машин.

В качестве основного показателя экономической эффективности вариантов механизации принимают суммарный раздел приведенных затрат на выполнение одинакового объема работ или же удельные затраты, включающие плановую себестоимость механизированных работ и капитальные вложения в сфере производства и эксплуатации машин, приходящиеся на единицу продукции машин или комплекта машин.

$$З_у = C_{ед} + E_н K_у = (K_{н^1} \sum C_{м\text{-}ч} T_м + K_{н^2} P)/П_ч + E_н K/П_г,$$

где $C_{ед}$—себестоимость единицы конечной продукции и механизированных работ, руб; $E_н$—нормативный или фактический коэффициент эффективности капитальных вложений; $K_у$—удельные капитальные вложения, руб/м^3; $K_{н^1}$, $K_{н^2}$—соответственно коэффициенты накладных расходов на затраты по эксплуатации машин и заработную плату P, не учтенную в затратах по эксплуатации машин; $C_{м\text{-}ч}$—себестоимость машино-часа каждой машины комплекта, руб.; $T_м$—число часов работы машины за час работы комплекта; $П_ч$, $П_г$—среднечасовая и годовая эксплуатационная производительность ведущих машин комплекта, в единицах продукции; K—капитальные вложения в комплект машин и ремонтную базу для его эксплуатации, руб.

Расчеты эффективности механизации в проектах организации строительства проводят на основе применения показателей эксплуатации машин в средних условиях: среднечасовой эксплуатационной производительности и сметной себестоимости. В проектах производства работ и на стадии годового планирования все исходные данные для расчета показателей (режим работы машин, их техническое состояние, затраты на эксплуатацию и др.) определяют применительно к конкретному машинному парку. На этой стадии рассчитывают плановые производительность и себестоимость работ.

Сметную себестоимость механизированных работ определяют с помощью сборника СНиП IV-3—82, а значения $T_м$ и P—с помощью СНиП IV-2—82, т. 1.

$$C_{м\text{-}ч} = E_о/T_{мп} + Г/Ф_п + C_{тэ},$$

где $C_{м\text{-}ч}$—плановая себестоимость машино-часа; $E_о$—единовременные затраты на доставку машины к месту работы, ее монтаж и демонтаж, а также выполнение подготовительных процессов, необходимых для ее бесперебойной работы, руб.; $T_{мп}$—плановое число часов работы машины на объекте; $Г$—годовые затраты, включающие аммортизационные суммы и затраты на содержание и ремонт временных дорог, руб.; $Ф_п$—плановое число часов работы машины в течение года; $C_{тэ}$—текущие эксплуатационные затраты, исчисленные на час работы машины.

Все параметры формулы рассчитывают по калькуляциям, составленным в конкретной механизированной колонне. Плановую часовую производительность машин определяют по производственным нормам с учетом фактически достигнутой выработки машин и намечаемых организационно-технических мероприятий по ее повышению.

Удельные капитальные вложения определяют по основе инвентарно-расчетной стоимости машин и оборудования, занятых в каждом варианте механизации, и удельных капитальных вложений в ремонтно-эксплуатационную базу, обеспечивающую данный вариант механизации.

Годовая эксплуатационная производительность машин определяется по формуле:

$$П_г = П_ч Ф,$$

где $П_ч$—эксплуатационная часовая производительность машин, в единицах продукции; $Ф$—годовой фонд рабочего времени машин, маш-ч.

В зависимости от стадии плановых расчетов годовую производительность определяют на основе усредненных или плановых значений величин $П_ч$ и $Ф$. Годовой фонд рабочего времени машины определяется режимом его эксплуатации.

4.2. Расчет годового эксплуатационного режима машин

1. Годовой эксплуатационный режим определяет число рабочих дней, смен и часов работы машин применительно к конкретным условиям в зоне территориального треста механизации. Он используется:

а) для разработки ППР на сооружение земляного полотна;

б) для расчета машин в плановом периоде (год, квартал и т. д.);

в) для определения потребности в машинах.

Расчет режима производится на основе рекомендаций ЦНИИОМТП и отчетных данных трестов механизации.

2. Число рабочих дней в году:

$$Д_р = Д_к - (Д_{рем} + Д_{пер} + Д_м + Д_{орг} + Д_{вых}),$$

где $Д_к$—количество календарных дней в году; $Д_{рем}$—время нахождения машины в ремонте, в техническом обслуживании и ожидании ремонта, дн; $Д_{пер}$—количество дней, затрачиваемых на перебазировку машины; $Д_м$—перерывы в работе машины, связанные с неблагоприятными метеорологическими условиями, дн; $Д_{орг}$—число дней простоя машины по организационным причинам; $Д_{вых}$—количество праздничных и выходных дней.

3. Составляющие эксплуатационного режима определяются в следующем порядке:

3.1. Количество праздничных и выходных дней принимается по календарю, а при работе машинистов вахтовым методом и по скользящему графику—на основании вахтовых режимов и графиков, принятых трестом.

3.2. Затраты времени на перебазировку

$$Д_{пер} = N_п T_{ср.п},$$

где $N_п$—количество перебазировок, определяется отношением годовой выработки машины к среднему объему работ на одном объекте; $T_{ср.п}$ — среднее время на монтаж, демонтаж, погрузку и передислокацию машины, определяется в зависимости от среднего расстояния между объектами скорости движения трейлера.

Если в плановом периоде размещение объектов существенно не отличается от отчетного, то затраты времени на перебазировку могут быть приняты по фактическим данным механизированных колонн.

3.3. Простои по организационным причинам определяются на основе отчетных данных об использовании машин с учетом организационно-технических мероприятий по сокращению потерь рабочего времени в плановом году. Причины простоев: отсутствие фронта работ; нарушение трудовой дисциплины; отсутствие материалов и ГСМ; отсутствие «окон» на вторых путях.

3.4. Простои по метеорологическим причинам зависят от климатических факторов, влияющих на работу машины, включают: дни с низкой температурой воздуха (ниже 30°С); дни с ветром более 10 м/с; дни с дождем; дни с промерзшим грунтом.

При определении перерывов в работе машин в связи с неблагоприятными метеорологическими условиями следует учитывать для:

экскаваторов с ковшом вместимостью свыше 0,25 м^3, погрузчиков, бульдозеров—дни с низкой температурой и дни с дождем;

скреперов, автогрейдеров, тракторов с навесным экскаваторным оборудованием с ковшом вместимостью 0,25 м^3—дни с дождем и промерзанием грунта;

кранов башенных и стреловых—дни с ветром более 10 м/с, с температурой—30°С и дни с дождем.

Учитывая возможное совпадение неблагоприятных факторов с выходными и праздничными днями, перебазировками и простоями из-за организационных причин, величина перерывов в работе машин по метеорологическим условиям определяется с учетом совпадения

$$Д_м = Д_1 \left(1 - \frac{Д_2}{Д_3}\right),$$

где $Д_м$—продолжительность перерывов в работе машин с учетом совмещения неблагоприятных метеорологических факторов с праздничными и выходными днями, перебазировками, оргпричинами, а также между собой; $Д_1$—первоначальная величина неблагоприятного метеорологического фактора, приведенная в табл. 4.1; $Д_2$—величина другого метеорологического фактора или количество праздничных и выходных дней, дней на перебазировку, простои по оргпричинам, с которыми может совпадать первоначальная величина ($Д_1$); $Д_3$—количество календарных дней в периоде, в котором действуют совпадающие факторы $Д_1$, $Д_2$.

Таблица 4.1

Среднее число дней в году с неблагоприятными метеорологическими условиями

Температурная зона	Город	Факторы		
		1	2	3
1	Одесса	59	9,1	—
	Рига	100	13,4	—
	Ташкент	—	12,3	—
	Самарканд	—	6,8	—
2	Таллинн	151	12,5	—
	Ленинград	151	11,6	—
	Минск	151	11,0	—
	Чимкент	—	17,7	—
3	Москва	151	15,8	0,6
	Волгоград	141	7,8	0,1
	Саратов	141	6,0	0,1
	Рязань	121	11,3	0,5
4	Хабаровск	198	8,5	0,3
	Казань	161	8,2	0,3
5	Кемерово	182	8,3	9,3
	Красноярск	177	7,9	8,1
	Чита	192	10,0	19,2
6	Воркута	232	6,1	14,9

Примечание. Факторы: 1—промерзание грунта, 2—дождь, 3—температура (—30°С).

3.5. Время нахождения машины в ремонте и техническом обслуживании:

$$Д_{рем} = \frac{(Д_к - Д_п) T_ч P_ч K_п K_с}{1 + T_ч P_ч K_п K_с},$$

где $Д_к$—дни нахождения машин в хозяйстве; $Д_п$—перерывы в работе машин по всем причинам, кроме технического обслуживания и ремонтов; $T_ч$—число часов работы машины в день; $P_ч$—число маш-дн. нахождения машины в ремонте и ТО, приходящееся на 1 ч работы («Рекомендации по ТО и ТР машин в организациях транспортного строительства; $K_п$—коэффициент перехода от машино-часов к мото-часам; $K_с$—коэффициент, учитывающий северные условия эксплуатации.

ПРИМЕР. Расчет годового эксплуатационного режима гидравлического экскаватора с ковшом 1 м³ в V температурной зоне

1. Перерывы в работе в связи с праздничными днями и выходными днями. При пятидневной рабочей неделе, с двумя выходными днями $Д_в = 112$ дн. При скользящем графике работы машинистов в летнее время $Д_в = 86$ дн.

2. Затраты времени на перебазировки принимают по фактическим данным, если размещение объектов в плановом периоде существенно не отличается от отчетного: $Д_{пер} = 8$ дн.

3. Простои по организационным причинам определяют с учетом оргмероприятий, на основе фактических данных об использовании экскаваторов. В примере они приняты равными 6% от числа календарных дней, за исключением выходных и праздничных дней.

$$Д_{орг} = (365 - 86) \cdot 0{,}06 = 16 \text{ дн.}$$

4. Перерывы в работе машин в связи с неблагоприятными метеорологическими условиями. Для V зоны (Чита) число дней с неблагоприятными метеорологическими условиями составляет:

с температурой ниже минус 30°С, дн	19,2
с дождем, дн.	10

Учитывая возможное совпадение их с выходными и праздничными днями, величину перерывов в работе экскаваторов определяют с учетом совпадения.

$$Д = 19{,}2 \left(1 - \frac{57}{183}\right) = 13 \text{ дней},$$

где $Д$—величина перерывов с учетом совпадения; 19,2—дни с температурой—30°С (по данным гидрометеослужбы); 57—количество выходных дней в календарном периоде, в течение которого возможна низкая температура воздуха (для Читы—I и IV кварталы); 183—общая продолжительность календарного периода, в течение которого возможна низкая температура воздуха, дн.

$$Д = 10\left(1 - \frac{87}{274}\right) = 7 \text{ дней},$$

где 87—количество выходных дней в календарном периоде, в течение которого возможны дожди (для Читы—II, III, IV кварталы); 274—общая продолжительность календарного периода, в течение которого возможны дожди, дн.

Общая продолжительность перерывов в работе в связи с неблагоприятными метеорологическими условиями составит:

$$Д + Д = 13 + 7 = 20 \text{ дней}.$$

5. Общая величина перерывов в работе, за исключением ремонтов и ТО:

$$Д = 86 + 8 + 20 + 16 = 130 \text{ дней}.$$

6. Время нахождения машины в ремонте и техническом обслуживании определяется по формуле

$$Д_{рем} = \frac{(365 - 130)\,13 \cdot 0{,}008 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}2}{1 + 13 \cdot 0{,}008 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}2} = 15 \text{ дней}.$$

Годовой режим работы экскаваторов с расчетами перерывов в их работе характеризуется следующими данными:

Количество нерабочих дней в году	145
В том числе:	
праздничные и выходные дни	86
перебазировка машин	8
метеорологические причины	20
непредвиденные причины	16
техническое обслуживание и ремонт	15
Количество дней работы в году	220
Среднесуточное время работы, ч	13
Количество часов рабочего времени в году	2900

4.3. Расчет областей эффективного применения комплектов машин при сооружении земляного полотна

Область эффективного применения машины (комплекта) определяют такие факторы и условия ее эксплуатации (дальность возки, объем работ на объекте и др.), при которых приведенные удельные затраты $З_у$ будут наиболее низкими по сравнению с такими же затратами для других типов моделей машин, пригодных в данных условиях. Для определения этой области величину $З_у$ следует выразить с помощью формул в зависимости от основных факторов. Например, для установления зависимости приведенных удельных затрат землеройных машин от дальности возки грунта L, объема V

и дальности перебазировки машины в пределах объекта, расчет ведется по формуле

$$З_у = E_о/V + (Г + KE_н)/П_ч Ф_г + (C_тэ + P)/П_ч.$$

В этой формуле часовая производительность является функцией дальности возки (L), годовой фонд рабочего времени ($Ф_г$) зависит от числа перебазировок, а их количество определяется объемом работ на объектах (V).

Области эффективного применения экскаваторных, скреперных и бульдозерных комплектов при сооружении земляного полотна определяются путем сопоставления приведенных удельных затрат $З_у$ на сооружение 1 м³ земляного полотна по формуле:

$$З_у = \frac{\sum_{i=1}^{n} З_i Н_i + З_а Ч_а Н_э + P}{1000},$$

где $З_i$—приведенные затраты за 1 ч работы i-го вида машин (кроме автосамосвалов), руб/ч; $З_а$—приведенные затраты за 1 ч работы автосамосвалов, руб/ч; $Н_i$, $Н_э$—норма времени на разработку 1000 м³ грунта для i-го вида машин и экскаваторов, маш-ч; $Ч_а$—количество автосамосвалов в комплекте; P—заработная плата, не учтенная в себестоимости машин, руб.

В этой формуле приведенные удельные затраты зависят от дальности возки L, так как число автосамосвалов $Ч_а = f(L)$.

При сооружении насыпей в суммарных затратах учитывается уплотнение грунта пневматическими катками. Принимается уплотнение грунтов I и II группы за 9 проходов катками, для III группы—за 11.

Для ориентировочных расчетов при выборе комплектов машин могут использоваться графики, приведенные на рис. 4.1.

4.4. Оптимальное распределение земляных масс

Постановка задачи. Задача оптимального распределения земляных масс состоит в том, чтобы установить такие объемы грунта, перемещаемые из выемок, карьеров и резервов в насыпи, кавальеры и отвалы и средства механизации основных земляных работ, при которых приведенные затраты на сооружение земляного полотна будут минимальными. В связи с тем, что для каждого массива насыпи возможны различные варианты перемещения грунта из соседних выемок или резервов, задача распределения масс на всем участке сооружения земляного полотна является многовариантной.

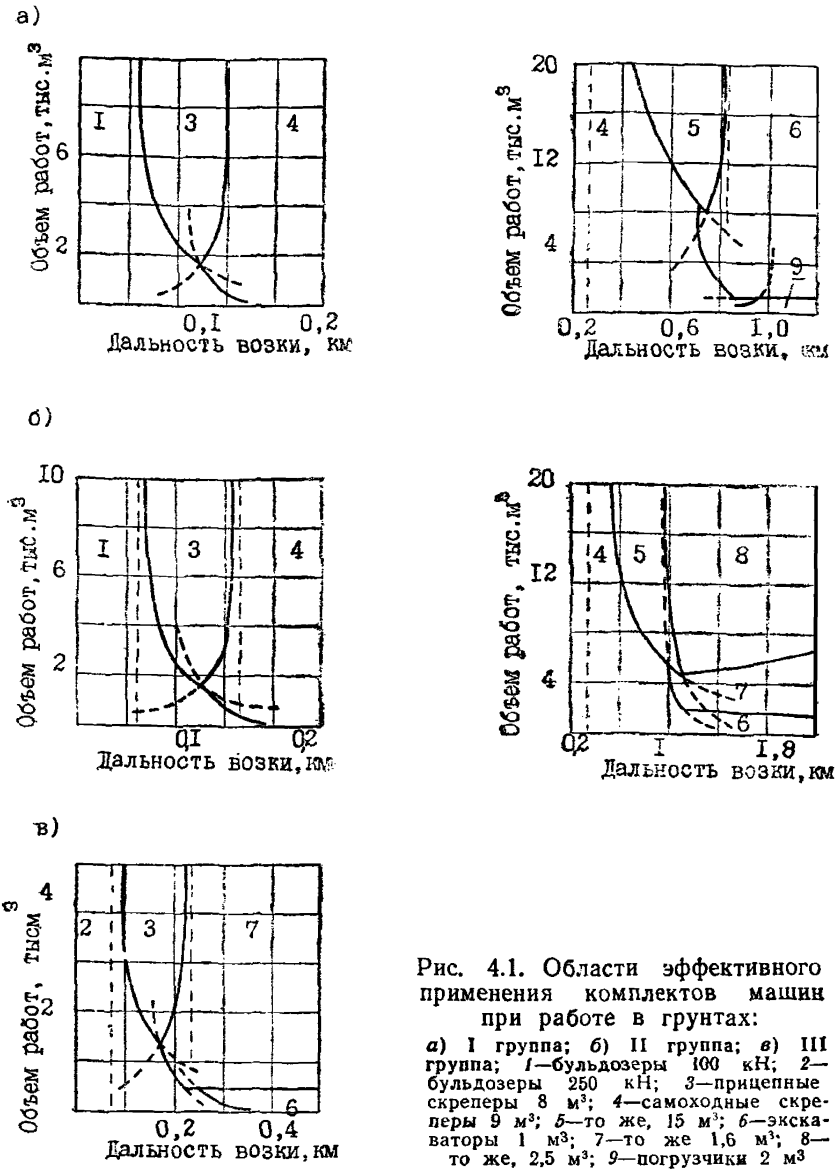


Рис. 4.1. Области эффективного применения комплектов машин при работе в грунтах:

а) I группа; *б*) II группа; *в*) III группа; *1*—бульдозеры 100 кН; *2*—бульдозеры 250 кН; *3*—прицепные скреперы 8 м³; *4*—самоходные скреперы 9 м³; *5*—то же, 15 м³; *6*—экскаваторы 1 м³; *7*—то же 1,6 м³; *8*—то же, 2,5 м³; *9*—погрузчики 2 м³

Для выемки, а также карьеры и резервы, которые можно заложить вблизи трассы, необходимо считать возможными «поставщиками» грунта, а все насыпи и кавальеры—возможными «потребителями».

Математическую модель задачи составляют следующим образом. Условие, по которому всем участкам—«потребителям» должен быть завезен требуемый объем грунта V_j, а избыточный грунт размещен в кавальерах, имеет вид:

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = V_j \; ; \; i = 1, 2, ..., n.$$

Условие, в соответствии с которым суммарный объем разработанного грунта и вывезенного должен быть равен мощности Q_i каждого участка—«поставщика», имеет вид:

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = Q_i; \quad i = 1, 2, ..., m.$$

Все переменные $x_{ij} \geqslant 0$.

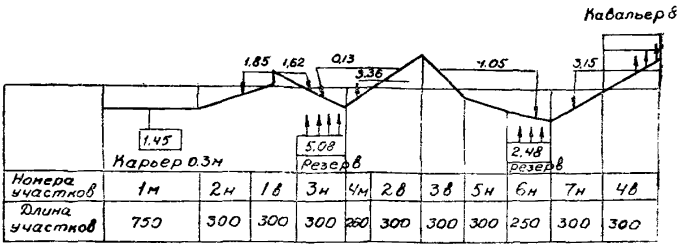
Целевая функция, описывающая минимизацию суммарного размера приведенных затрат $З_{ij}$ на разработку и перемещение грунта, имеет вид:

$$Z = \sum_i \sum_j З_{ij} x_{ij} \rightarrow \min.$$

Приведенные уравнения составляют математическую модель транспортной задачи линейного программирования.

Подготовка исходных данных. При подготовке исходных данных весь продольный профиль нужно разбить на элементарные участки. Чтобы сократить число вариантов, распределение земляных масс необходимо осуществлять на отдельных участках трассы, которые отделены «барьерными» местами. Нужно выделить участки, на которых наилучший способ механизации и распределения грунта очевиден. Не следует разбивать на элементарные участки массивы, на которых возможен только один вид возки грунта. Например, на участке трассы (рис. 4.2) насыпь *1* на раздельном пункте нет необходимости разбивать на элементы, так как для отсыпки возможна только продольная возка грунта из карьера или расположенной рядом выемки.

Разделение выемок и насыпей на элементарные участки производят вертикальными и горизонтальными сечениями с учетом возможности рационального проектирования технологии земляных работ и технических условий относительно пригодности грунтов для возведения насыпей. Вертикальные сечения проводят через 100 м от нулевых мест и через 200—300 м в остальной части массива. Горизонтальные сечения проводят на расстоянии 2—3 м от поверхности массивов с рабочими отметками, превышающими 6 м. Следует иметь в виду, что более детальные вычисления приводят к слож-



Номера участков	1м	2н	1в	3н	4м	2в	3в	5н	6н	7н	4в
Длина участков	750	300	300	300	250	300	300	300	250	300	300

Рис. 4.2. Схема распределения земляных масс

ной схеме транспортирования грунта. На каждом участке—«поставщике» необходимо подсчитать объем грунта, который может быть вывезен, а на участках—«потребителях»—объем грунта, который должен быть отсыпан. Объем грунта, который должен быть вывезен из карьеров или резервов, принимается на основе результатов его обследования. Если позволяют проектные данные, то мощность каждого карьера и резерва следует принять равной сумме объемов всех «потребителей». Для размещения избыточного грунта проектируют возможные места расположения кавальеров.

Все исходные данные записывают в виде табл. 4.2. Слева указывают номера $i=1, \ldots, m$ элементарных участков «поставщиков» и их мощности ($м^3$), вверху—номера $j=1, \ldots,$ и объемы участков—«потребителей». В каждой позиции таблицы вверху записывают приведенные удельные затраты, а внизу оставляют место для искомых объемов распределенного грунта, которые будут определены расчетом. Приведенные удельные затраты определяют применительно к наиболее эффективному способу механизации с помощью расчетов. Если же между какой-либо парой «поставщик—потребитель» перемещение грунта невозможно по технологическим или техническим причинам (например, между выемкой *1* и кавальером *8*), то для исключения этой поставки в таблице в позициях *1*, *8* ставят прочерк, а при расчетах на ЭВМ приведенные удельные затраты принимаются равными большой величине M, например, 100 р/$м^3$. Сбалансирование объемов «потребителей» и «поставщиков» осуществляется за счет введения фиктивной поставки грунта от «поставщиков» карьеров или резервов к «потребителю»—кавальеру. Приведенные удельные затраты по этой поставке принимаются равными 0.

Метод решения. Оптимальное распределение земляных масс находят методами линейного программирования, например, обобщенным методом потенциала. Приближенное рациональное решение этой задачи может быть получено методом минимального элемента, как показано на примере распределения земляных масс на продольном профиле (см. рис. 4.2). В расчетной таблице 4.2 находят наименьшую величину $З_{ij}$ и в соответствующую позицию таблицы записывают объем грунта $x_{ij}=V_j$, который необходим j-му потребителю, а мощность i-го «поставщика» уменьшают на величину V_j. Если же мощность i-го «поставщика» $Q_i<V_j$, то в ij-позицию записывают величину $x_{ij}=Q_i$, а потребность в грунте j-го «потребителя» остается неудовлетворенной на величину $V_j—Q_i$. Затем вновь находят наименьшую величину $З_{ij}$, исключая уже рассмотренную, и вновь производят распределение земляных масс. Применение метода минимального элемента позволяет получить допустимое значение поставленной задачи.

Таблица 4.2

Расчетная таблица распределения земляных масс

Поставщики, номер и объем, тыс. м³	Потребители насыпи, номер и объем, тыс. м³							Кавальеры
	1	2	3	4	5	6	7	
	1,45	1,85	6,83	3,35	3,40	3,54	3,15	15,91
1. 3,47	0,60	0,33 **1,85**	0,38 **1,62**	**0,56**	**0,63**	0,65	—	0,15
2. 3,48	0,70	0,58	0,50 **0,13**	0,35 **9,35**	**0,52**	0,59	—	**M**
3. 4,46	—	0,65	**0,59**	0,52	0,34 **3,4**	0,50 **1,06**	**0,59**	**M**
4. 4,5	—	—	—	0,70	**0,59**	0,52	0,35 **3,15**	0,20 **1,35**
5. Карьер	0,33 **1,45**	M	M	M	M	M	M	**0**
6. Резервы 23,57	M	0,20	0,25 **5,08**	0,25	**0,20**	0,20 **2,48**	0,25	14,56

После распределения земляных масс определяют рабочий объем на участке железнодорожного полотна. Оптимальное распределение земляных масс характеризуется по-

казателями: суммарными приведенными затратами, которые равны величине Z по оптимальному решению, и приведенными удельными затратами, в расчете на 1 м³ профильного объема:

$$З_у = \frac{Z}{\Sigma V_j + \Sigma Q_i}.$$

Следует иметь в виду, что величины x_{ij} в оптимальном плане определяют не только распределение грунта от «поставщиков» к «потребителям», но и комплекты машин, так как приведенные удельные затраты в каждой клетке ij были рассчитаны применительно к наиболее эффективному способу механизации земляных работ.

При определении потребности в ведущих комплектующих машинах, которые должны осуществлять оптимальное распределение земляных масс на трассе новостройки, вторых путей и т. д., исходными данными являются объемы грунта x_{ij}, нормы затрат машинного времени H_{ij}, определенные по СНиП IV-2—82, приложение, т. 2 (сборник элементарных сметных норм на строительные конструкции и работы—М.: Стройиздат, 1983—208 с.) применительно к каждому способу разработки и перемещения грунта от i-го «поставщика» к i-му участку, и срок сооружения земляного полотна $t_{зп}$, который определен организационной схемой и служит основанием для расчета фонда рабочего времени каждой машины комплектов, принятых в оптимальном распределении земляных масс.

ПРИМЕР. Определить оптимальный вариант распределения земляных масс. Продольный профиль участка железнодорожного полотна приведен на рис. 4.2.

При подготовке исходных данных земляное полотно разбито на участки длиной 200—300 м. Объемы на каждом участке записаны в таблице 4.2. Карьер и резервы являются дополнительными поставщиками грунта (пятая и шестая строки таблицы), их объем принимают по проектным данным. В примере он принят равным сумме объемов всех насыпей—23,57 тыс. м³. Кавальеры являются дополнительными потребителями грунта, их объем принят равным разности между объемами грунта всех поставщиков и объемами насыпей: 39,48—23,57=15,91 тыс. м³. Вдоль выемки 2 кавальеры разрабатывать нельзя (ценные сельскохозяйственные угодья).

Приведенные удельные затраты определены по графику и записаны в верхней части клеток таблицы.

Если на трассе возможны продольная и поперечная возка грунта и распределение земляных масс осуществляется приближенным методом, то затраты достаточно определить для всех поставок на расстоянии не более 1,5 км. При большем расстоянии в позициях таблицы ставят прочерки.

При решении задачи вначале находят минимальный элемент в позициях таблицы, соответствующих поставкам из выемок в насыпи. Эта величина $З_{12}$=0,33 р/м³. Ее сравнивают с суммой затрат при поперечной возке, записанных в первой строке и втором столбце (0,20+0,15=0,35 р/м³). Продольная возка оказалась экономичнее, поэтому в клетку 1; 2 планируем требуемую поставку грунта—1,85 тыс. м³. Затем вновь находят наименьший элемент $З_{ij}$ и т. д. до полного распределения земляных масс. По заполненной таблице определена рабочая кубатура в размере 24,9 тыс. м³ (при профильной кубатуре 39,5 тыс. м³) и суммарные затраты—8,35 тыс. р. Затраты на 1 м³ земляного полотна составили 0,21 р/м³.

4.5. Автоматизация распределения земляных масс и выбор рациональных технологических схем (с применением ПЭВМ)

4.5.1. Рекомендации по автоматизированному распределению земляных масс и выбору рациональных технологических схем предназначены для проведения расчетов при разработке разделов «Организация строительства» (ПОС) в проектах и при разработке проектов производства земляных работ (ППР). Рациональное с точки зрения суммарных приведенных затрат распределение земляных масс получается путем формирования и сравнения вариантов организационных схем сооружения земляного полотна на персональном компьютере с операционной системой MSDOS в электронной таблице QWATTRO.

В комплексе программ RZMDIALOG предусмотрено использование областей эффективного применения технологических схем, базирующихся на сравнении приведенных удельных затрат (см. разд. 3). С помощью комплекса осуществляют попикетное распределение земляных масс на участке земляного полотна протяженностью до 2,5 км. При необходимости распределения земляных масс на более протяженном участке последний делят на фрагменты длиной не более 2,5 км. В этом случае на каждом фрагменте распределение земляных масс выполняют самостоятельно.

4.5.2. Исходными данными для комплекса программ RZMDIALOG являются характеристики продольного профиля

и характеристики грунтов. Для участков земляного полотна с нетиповыми поперечными сечениями предусмотрена возможность ввода попикетных объемов грунта с разбивкой по группам.

Данные о продольном профиле содержат следующую информацию: нумерацию пикетов, пикетажное положение точек перегиба профиля, пикетажное положение нулевых точек, рабочие отметки в помеченных точках профиля (задаются в метрах со знаком «+» для выемок и со знаком «—» для насыпей).

Данные о характеристиках грунтов сответствуют группировке по сложности разработки.

4.5.3. На рис. 4.3 показана последовательность работы комплекса программ RZMDIALOG. В блоке *1* осуществляют ввод с клавиатуры информации о профиле и грунтах. В блоке *2* на основании информации о профиле производится расчет попикетных объемов работ (для участков с типовым поперечником). В блоке *3* осуществляют альтернативный ввод с клавиатуры данных о попикетных объемах земляных работ.

По запросу на печать могут быть выведены рассчитанные значения попикетных профильных объемов работ и график попикетных объемов (блок *4*).

Первоначальное распределение земляных масс выполняют по принципу максимального использования грунтов выемок для отсыпки насыпей (блок *5*). Одновременно автоматически выполняется оценка полученного распределения по суммарным приведенным затратам (блок *6*).

Корректировку распределения земляных масс производят путем замены продольной возки грунта (из выемок и карьеров в насыпи) на поперечную. Такую замену целесообразно в первую очередь производить на участках с небольшими рабочими отметками и со значительной протяженностью насыпей и выемок. Одновременно с корректировкой распределения производится пересчет величины суммарных приведенных затрат, что позволяет сопоставлять новое решение с ранее полученными и выбирать из них наиболее приемлемое.

4.5.4. По результатам распределения земляных масс, содержащим данные о дальности перевозок грунта, и по данным об объемах грунта в отдельных массивах выбирают наиболее рациональные технологические схемы с использованием графиков областей эффективного применения, приведенным на рис. 4.1.

Схема работы комплекса программ распределения земляных масс в диалоговом режиме

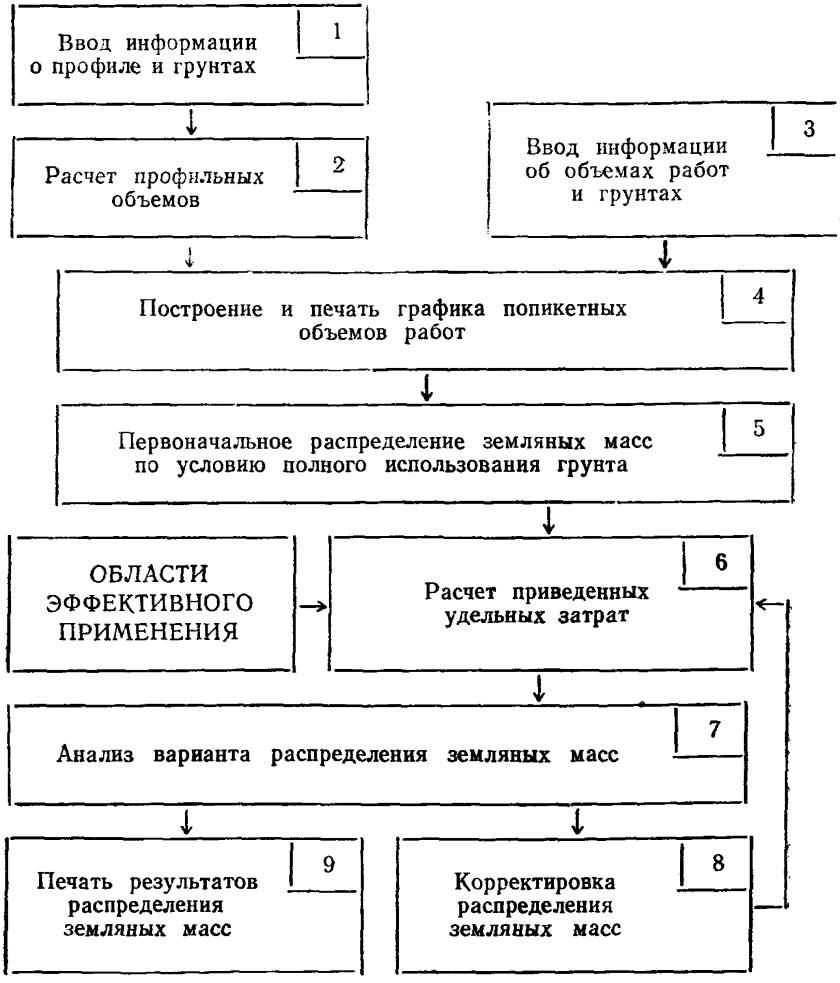


Рис. 4.3

4.5.5. Комплекс программ RZMDIALOG распределение земляных масс в диалоговом режиме разработан в операционном поле пакета QUATTRO и содержит три основных файла: RZMID—подготовка и редактирование входных данных, RZMQ—расчет профильных объемов, корректировка

в режиме диалога и построение графика попикетных объемов, RZMR—распределение земляных масс в диалоговом режиме, расчет оценочных показателей, улучшение распределения земляных масс. Кроме того, пакет содержит вспомогательную программу RZM1, с помощью которой строится график попикетных объемов работ.

4.6. Комплектование парка машин для сооружения земляного полотна (на модульной основе)

Комплектование парка машин для сооружения земляного полотна новой железнодорожной линии или вторых путей должно быть основано на типовых «Паспортах-табелях технического оснащения механизированных колонн».

В паспортах-табелях унифицированы составы типоразмерных групп машин; четыре типоразмера экскаваторов с ковшом вместимостью 0,65—2,5 м³, два типоразмера скреперов самоходных с ковшом 9 и 15 м³, три типоразмера бульдозеров тяговым усилием 10; 25, свыше 25 тс, один типоразмер погрузчиков (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Составы механизированных колонн по территориальным зонам

Машины	Центральный район (центр ЦСМ, Поволжье ЮгСМ, ДСМ)	Север, Западная Сибирь (УралСМ)	Сибирская зона (центр-СибСМ, центр-УралСМ, север-КазСМ)	Среднеазиатский район (КазСМ Средне-АзСМ)	Украина (ЮгСМ)	Кавказ (ЮгСМ)
Разработка грунта						
Экскаватор 0,4 м³	1	1	1	1	1	1
Экскаватор 0,65 м³	2	—	—	2	2	—
Экскаватор 1,0 м³	4	2	2	—	2	4
Экскаватор 1,6 м³	2	6	4	4	2	9
Экскаватор 2,5 м³	—	1	1	—	—	1
Скрепер 9,0 м³	8	—	4	8	4	—
Скрепер 15,0 м³	—	—	4	—	8	—
Бульдозер 10 тс	9	7	9	7	7	10
Бульдозер-рыхлитель 25 тс	5	9	5	5	4	7
Погрузчик 2 м³	2	2	2	2	2	2
Канавокопатель	1	1	1	1	1	1
Уплотнение грунта						
Каток полуприцепной	—	6	7	6	5	6

Продолжение табл 4.3

Машины	Центральный район (центр ЦСМ, Поволжье ЮгСМ, ДСМ)	Север, Западная Сибирь (УралСМ)	Сибирская зона (центр-СибСМ, центр-УралСМ, север-КазСМ)	Среднеазиатский район (КазСМ СреднеАзСМ)	Украина (ЮгСМ)	Кавказ (ЮгСМ)
Каток прицепной	6	—	—	—	2	2
Каток вибрационный	2	2	1	2	2	—
Машина поливомоечная	4	2	4	6	7	4
Планировочные работы						
Автогрейдер средний	2	—	2	3	2	2
Автогрейдер тяжелый	2	3	2	1	2	2
Экскаватор-планировщик	2	2	2	2	2	2
Машина для гидропосева	2	1	1	1	2	2
Машина для закрепления подвижных песков	—	—	—	2	—	—
Транспортировка грунта						
Автосамосвалы 12 т	47	47	44	47	45	58
Автосамосвалы свыше 12 т	—	7	7	—	—	7
Трейлер 40 т	2	—	—	1	1	—
Трейлер 60 т	1	2	2	1	1	2
Трактор-толкач 15 тс	2	—	1	2	1	—
Трактор-толкач 25 тс	—	—	1	—	2	—
Подготовительные работы						
Корчеватель	1	1	1	1	1	1
Кусторез	1	1	1	1	1	1
Мощность мк/тыс. м³ (год):	2300—2500	2700—2800	2300—2500	2400—2500	2500—2600	2300 2400

Структура примерного паспорта-табеля механизированных колонн сформирована на основе модульного принципа. Каждый модуль включает типовые комплексы машин и оборудования, обеспечивающее наиболее эффективное производство

конечной продукции в определенных территориальных, климатических и гидрогеологических условиях технологическим обеспечением бригадных форм организации труда в колоннах. Для комплектования колонн на вторых путях предусмотрены поправочные коэффициенты, устанавливающие дополнительные затраты машинного времени и дополнительные технологические объемы работ.

Варианты модулей и паспортов-табелей колонн применительно к северной, центральной и южной территориальным зонам приведены в приложении 4.

Структура каждого модуля состоит из двух частей: 1) состав комплекта машин для разработки, транспортирования, уплотнения грунта и вспомогательных операций (устройство и содержание землевозных дорог, полив грунта и др.); 2) технические и технологические характеристики и показатели использования машин, определяющих область эффективного применения модулей. Состав комплекта машин подобран по параметрам, количество машин рассчитано по нормам затрат машинного времени СНиП. Область применения модуля включает:

территориальную зону производственной программы;

группу грунтов;

годовую выработку основных машин модуля в сумме в тыс. м^3 в год, а также годовую выработку бульдозеров, входящих в экскаваторные комплекты и выполняющих кроме вспомогательных, и основные земляные работы. Приведенная в таблицах годовая выработка определена для средних условий эксплуатации машин в территориальной зоне с учетом опыта работы передовых колонн и мероприятий по улучшению эксплуатационных режимов, она предназначена для примерного определения производственной мощности отдельного модуля и колонны. Рассчитанная величина годовой выработки модуля должна уточняться в проектах производства работ и годовых планах работы треста;

характеристику притрассовых и автомобильных дорог для перебазирования машин модуля: Д—дороги, допускающие движение трейлеров грузоподъемностью 40 т, Д—60 т;

данные о дальности транспортирования грунта и объемах работ на объекте, при которых использование данного модуля экономически целесообразно.

При применении области применения экскаваторных и скреперных модулей учтены данные о допустимой влажности грунтов: при работе скреперов—16—20% в грунтах I группы, 14—18% в грунтах II группы.

Примерные паспорта-табели колонн составлены из модулей с учетом сложившейся в территориальной зоне структуры производственной программы земляных работ (см. приложение 4).

Изменение действующих и формирование новых составов машинных парков колонн из типовых модулей производится трестом механизации земляных работ при годовом планировании загрузки колонн. Одновременно с составом машинных парков решается вопрос о технологическом оборудовании мехколонны для ремонта и технического обслуживания, перечень которого содержится в «Паспортах-табелях мехколонн».

Раздел 5. СООРУЖЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

5.1. Общие положения

5.1.1. Участки земляного полотна, запланированные в проекте организации строительства, для выполнения в зимнее время необходимо уточнять на стадии рабочего проекта.

Земляные работы в зимнее время должны вестись высокими темпами с концентрацией машин на узком фронте.

5.1.2. В проектах необходимо учитывать, что на зимний период целесообразно относить следующие работы:

разработку выемок и карьеров в сухих песках, гравийно-галечных и скальных, предварительно разрыхленных грунтах, а также возведение насыпей из 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 и т. п.

5.1.3. Для насыпей, возводимых в зимнее время, допускается применять без ограничения следующие грунты: скальные, крупнообломочные, крупный или средний песок. Допускаются также глинистые грунты, имеющие влажность не свыше границы раскатывания, мелкие и пылеватые неводонасыщенные пески. Глинистые грунты полутвердой консистенции разрешается применять при отсутствии грунтов с меньшей влажностью, причем для верхней части насыпи необходимо использовать только талые грунты.

5.1.4. Максимальная высота насыпей, возводимых в зимнее время, в зависимости от климата района не должна превышать величин, указанных в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Климат района	Среднегодовая температура воздуха, град	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	более +5	не ограничивается

Примечание. Температуру воздуха среднюю за год следует принимать по данным главы СНиП «Строительная климатология и геофизика».

5.1.5. При необходимости возведения в зимнее время насыпей или слоев мощностью более величин, указанных в табл. 5.1, следует предусматривать использование дренирующих грунтов, а при их отсутствии—разрабатывать индивидуальный проект насыпи из глинистого грунта с учетом запаса на осадку: до 5% высоты насыпи в районах с суровым и холодным климатом и до 3%—в районах с умеренным климатом.

5.1.6. До наступления морозов подлежат выполнению следующие работы:

подготовка к эксплуатации в зимнее время машин, оборудования, инструмента и инвентаря;

подготовка жилых, культурно-бытовых, производственных и складских помещений;

заготовка зимнего топлива и специальных смазочных материалов;

проведение утеплительных мероприятий в карьерах и выемках;

срезка растительного слоя грунта в пределах основания насыпей и верха выемок и складирование его;

устройство уступов и срезка дерна на косогорах;

удаление слабых грунтов в основании насыпей в местах, предусмотренных проектом, если глубина залегания слабого грунта не превышает 0,5 м;

устройство нагорных и водоотводных канав;

разработка концевых участков выемок (глубиной до 3 м), предусмотренных к разработке в зимнее время;

подготовка землевозных дорог.

5.1.7. При отсыпке насыпей необходимо:

тщательно очистить от снега и льда основание под насыпь;

не допускать попадания снега и льда в тело насыпи;

разработку и укладку грунта в насыпь вести с такой интенсивностью, чтобы температура грунта в момент уплотнения была выше нуля;

для увеличения допустимого критического времени на уплотнение грунта в зимний период возможно применять противомерзлотные добавки;

толщину отсыпаемого слоя насыпи назначать по результатам пробного уплотнения, грунт уплотнять тяжелыми катками;

содержание мерзлого грунта в теле насыпи не допускать более 30% общего объема, укладываемого в насыпь;

работать в забоях с толщиной мерзлого слоя глинистого грунта менее $^1/_3$ общей высоты забоя (при нарушении указанного соотношения талого и мерзлого грунта из-за недостаточной глубины забоя предусмотреть ППР разработку части мерзлоты в отвал);

не допускать укладку в насыпь комьев мерзлого грунта с линейными размерами более двух третей толщины уплотняемого слоя или превышающих 0,3 м;

равномерно (не гнездами) размещать мерзлый грунт в насыпи;

верхнюю часть насыпей, а также слой грунта над верхом водопропускных труб на высоту не менее 1 м отсыпать только талым глинистым или дренирующим грунтом;

для насыпей за задними гранями устоев и конусов у мостов применять только талый дренирующий грунт;

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;

насыпи на затопляемых поймах должны быть отсыпаны до начала половодья на высоту не менее 0,5 м выше отметки ожидаемого горизонта высоких вод, с учетом высоты волны, а также выполнены предусмотренные проектом укрепления откосов;

необходимо вести журнал работ, проводить наблюдения за состоянием насыпи во время как производства работ, так и в весенне-летний период, до полного оттаивания грунта.

При наличии в основании насыпи пней нижний слой следует отсыпать до покрытия его снегом.

На участках мокрых и сырых оснований нижнюю часть насыпи на высоту не менее 0,5 м рекомендуется отсыпать до начала устойчивых заморозков.

5.1.8. Разработка выемок в скальных грунтах, сухих песках, щебне и гравии производится по запроектированному поперечному профилю; в остальных грунтах выемки должны разрабатываться на полную ширину по низу, а откосы могут устраиваться ступенчатыми.

Доработку откосов и кюветов до проектного очертания следует производить после оттаивания грунта.

5.1.9. Разработку грунтов целесообразно производить экскаваторами с ковшом емкостью не менее 1 м^3. В случае применения экскаваторов с ковшом емкостью 0,65 м^3 для повышения интенсивности производства работ необходимо включать в комплект не менее 2-х экскаваторов.

5.1.10. Экскаватором, оборудованным прямой или обратной лопатой, с ковшом емкостью 0,65 м^3 можно разрабатывать грунт без предварительного рыхления при толщине мерзлого слоя до 0,25 м, а с ковшом емкостью 1—1,6 м^3— до 0,4 м.

Драглайном с ковшом емкостью не менее 1 м^3 можно разрабатывать грунт без предварительного рыхления при толщине мерзлого слоя до 0,15 м. Скреперами без предварительного рыхления могут разрабатываться связные грунты, промерзшие на глубину до 5 см, и сухие песчано-гравийные—до 30 см.

Рыхление мерзлого грунта производится бульдозерами-рыхлителями; разрыхленный грунт убирается отвалом рыхлителя или бульдозера в кавальер или в отвал.

5.1.11. Работа землеройных машин в забоях с подготовленным для разработки грунтом должна производиться непрерывно и круглосуточно, узким фронтом во избежание промерзания грунта во время перерывов. При этом должны соблюдаться следующие правила:

не раскрывать покрытые снегом или изолирующим материалом площадки разработки до начала работ на них;

вести работы без длительных перерывов;

производить разработку грунта вслед за рыхлением;

защищать от промерзания открытые части забоев, подлежащие разработке при последующих проходках;

не допускать движения транспорта по участкам, намеченным к разработке.

В случае вынужденных перерывов в работе вследствие метеорологических условий (метели, бураны, сильные

морозы) либо выхода из строя машин необходимо тщательно утеплять забой во избежание промерзания грунта в забое и смерзания разрыхленного грунта.

5.1.12. Отделка и сдача земляного полотна под укладку пути производится, как правило, в летнее время. В исключительных случаях, когда это экономически целесообразно, отделка и сдача земляного полотна под укладку пути может производиться в зимнее время, при этом необходимо:

основную площадку земляного полотна планировать немедленно вслед за отсыпкой верхней части насыпи или разработкой нижнего слоя выемки на коротких захватках длиной 20—50 м в зависимости от температуры воздуха, а все досыпки производить талым грунтом, с тщательным уплотнением его слоями 25—30 см;

планировку откосов насыпей и выемок относить на весенне-летний период.

5.1.13. Укрепление откосов земляного полотна и водоотводных сооружений посевом многолетних трав должно производиться весной, сразу же при наступлении весенних сроков посевов.

5.2. Защита карьеров и выемок от сезонного промерзания

5.2.1. Предохранение грунта от промерзания следует осуществлять с помощью предварительного рыхления до промерзания грунта (вспахивания, боронования, перелопачивания после прекращения дождей); покрытия поверхности грунта теплоизоляционными материалами.

Предохранение грунта от промерзания следует производить до наступления устойчивых отрицательных температур.

5.2.2. Рыхление грунта с последующим задержанием и накоплением снега для предохранения грунтов от промерзания рекомендуется применять в районах, где возможно накопление снега толщиной не менее 1 м, путем установки снегозадерживающих щитов.

5.3. Технологическая схема защиты карьеров и выемок от сезонного промерзания пенопластом

5.3.1. Область применения

Пенопластом предусматривается утеплять как горизонтальные, так и наклонные поверхности, в том числе откосы выемок при строительстве вторых путей.

В районах с периодически повторяющимися скоростями ветра более 30 м/сек применение пенопласта не рекомендуется.

5.3.2. Технология работ (рис. 5.1).

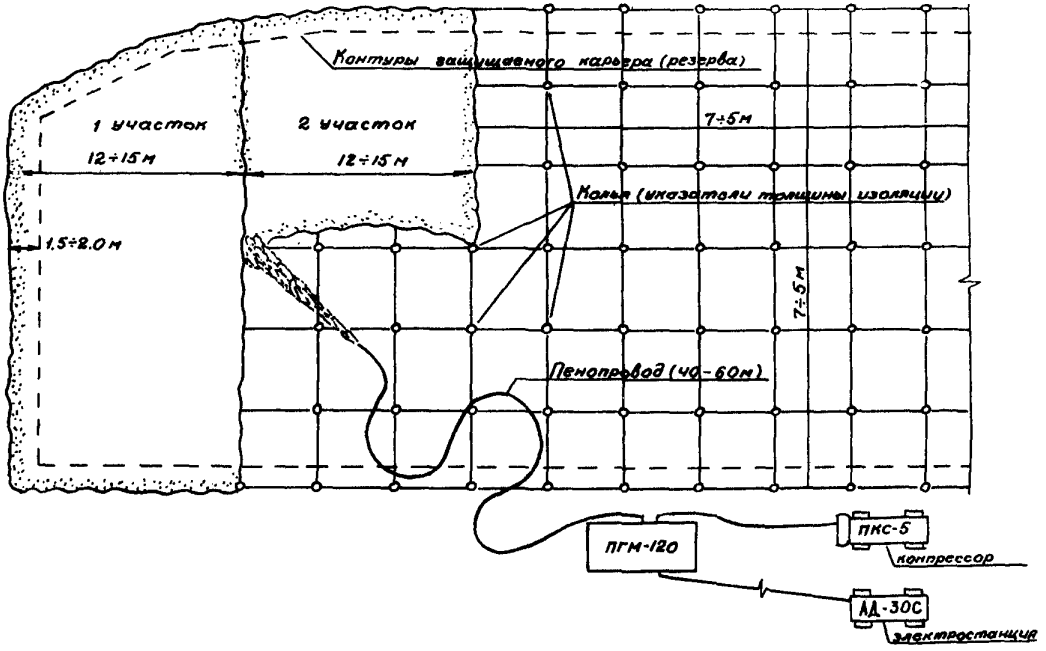


Рис. 5.1. Схема организации рабочей площадки при нанесении полимерной изоляции

Толщина слоя быстротвердеющей пены (пенопласта) зависит от вида и влажности утепляемых грунтов, теплотехнических характеристик самого пенопласта, климатического района и времени, прошедшего с момента укладки пенопласта до начала разработки утепляемого грунта. Толщину наносимого слоя пенопласта можно ориентировочно определить по табл. 5.2.

Таблица 5.2

Время начала разработки грунта	Толщина теплоизоляционного покрытия (полимерной пеной), см					
	10	20	30	40	50	60
	№ климатических районов					
Октябрь	1—13	20; 14—17	18—19	—	—	—
Ноябрь	1—8	9—13	14—17; 20	—	18—19	—
Декабрь	1—3	4—8	9—13	14—17	20	18
Январь	1—3	4—8	9—13	14—17	20	18
Февраль	1—3	4—8	9—13	14—17	20	18
Март	1—3	4—8	9—13	14—17	20	18—19
Апрель	1—8 14—17 18—20	9—13	—	—	—	—
Май	1—8 18—20	9—13	—	—	—	—

Примечание. Рекомендуемая дата укладки быстротвердеющей пены для районов 9, 10, 15, 17, 20—третья декада сентября, или первая декада октября, или первая декада ноября.

Потребность в компонентах для покрытия 1000 м^2 грунта в зависимости от толщины быстротвердеющей пены при кратности, равной 30, приводится в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Компоненты	Расход, л (сульфанол, кг)							
	Толщина слоя пенопласта, см							
	15	20	25	30	35	40	50	60
Карбамидоформальдегидная смола	1120	1480	1860	2230	2600	2970	3710	4460
Пенообразователь сульфанол	85	115	140	160	200	230	275	320
Соляная кислота 4%	1450	1810	2400	2890	3360	3830	4700	5780
Вода	2950	3940	4920	5910	6890	7880	9850	11820

Утепление быстротвердеющей пеной в районах с периодически повторяющимися ветрами со скоростью 20—30 м/сек должно выполняться с обваловкой изоляции по периметру грунтовой засыпкой. Допускается выполнение взамен обваловки грунтом нарезка по периметру изоляции узкой траншеи шириной до 0,4 м и на $^1/_3$ глубины промерзания с последующим заполнением быстротвердеющей пеной в процессе нанесения изоляции.

Процесс приготовления быстротвердеющей пены в пеногенерирующей машине заключается в последовательном выполнении следующих операций:

залив воды в бак пенообразователя (с нагревом до 60—70°С) и расчетного количества пенообразователя;

залив воды в водяной бак (температура воды не должна быть ниже +6°С);

залив концентрированной смолы;

после заливки необходимого количества воды в кислотный бак доливают расчетное количество соляной (ортофосфорной) кислоты.

Раствор пенообразователя перекачивают в водяной бак и начинают готовить новую порцию пенообразователя.

Обеспечивают перемещение смолы в смоляном баке в режиме циркуляции.

Запускают машину в режим пеногенерации и работают на этом режиме до полного расходования кислотного раствора.

После выхода на расчетный режим убеждаются в качественном пенообразовании, при этом пена из диффузора пенопровода должна выходить сплошной струей без разрывов.

Проверяют наличие кислоты в полимерной пене лакмусовой индикаторной бумагой и приступают к нанесению пены на поверхность изолируемого грунта.

Утепление грунта должно выполняться в осенний период за 15—20 дней до начала промерзания грунта или 5—10 дней после, что примерно соответствует средним температурам воздуха от 5°С до —10—15°С. Как правило, в этот период осадки в виде жидкой фазы незначительны и удается сохранить влажность пенопласта в необходимых пределах без применения специальных мер защиты от чрезмерного переувлажнения и наносить слой пенопласта минимальной толщины. Наиболее благоприятными считаются условия нанесения быстротвердеющей пены при температуре воздуха от 0°С до —5°С. Скорость ветра при утеплении грунта не должна превышать 7 м/сек.

При толщине слоя пенопласта БТП до 35 см быстротвердеющую пену наносят в один слой, при большей толщине — двумя слоями с разрывом во времени 5—10 мин для твердения нижнего слоя.

При устройстве покрытия должен быть предусмотрен запас на осадку в пределах 10% при твердении пены.

Во избежание промерзания грунта у границ площадки, на которой намечается разработка грунта, быстротвердеющий пенопласт следует наносить с перекрытием границ на 1,5—2,0 м. Нанесение полимерной пены следует производить по наклонной траектории к поверхности грунта, чтобы исключить разрушение ее при прямом ударе о грунт.

Пеногенерирующую машину по отношению к утепляемой площадке следует размещать таким образом, чтобы исключить ее перемещение по фронту работ в течение смены. Площадка должна быть защищена водоотводной канавой от дождевого стока.

При нанесении пеноизоляции в период отрицательных температур воздуха карбамидоформальдегидную смолу следует накануне выдержать в отапливаемом помещении при температуре +15— +20°С для снижения ее вязкости.

В момент полимеризации быстротвердеющего пенопласта (БТП) из него выделяется формальдегид, который является вредным газом. Предельное содержание формальдегида в воздухе—ПДК=0,5 мг/м³. При получении пенопласта БТП на открытом воздухе выделение формальдегида не оказывает вредного воздействия на людей.

По окончании работы пеногенерирующей машины производится промывка всех трубопроводов, шлангов с повышенным расходом воды и последующей продувкой воздухом при максимальном давлении.

Утепляемые участки необходимо ограждать от возможного движения транспорта и людей.

5.3.3. Комплект машин

Для получения пенопласта и нанесения слоя его на поверхность грунта необходимы:

пеногенерирующая машина ПГМ-120	1
поливомоечная машина ПМ-130	1
передвижная электростанция мощностью 30 кВт типа АД-30С	1
бортовой автомобиль грузоподъемностью до 5 т	1
передвижная компрессорная станция типа ПКС-5 (ЗИР-55)	1
бульдозер 10 тс	1

5.3.4. Технико-экономические показатели

Производительность комплекта машин составляет 300—400 м³/ч, выработка на одного рабочего—43—57 м³/ч. За одну смену можно покрыть слоем пенопласта толщиной до 25 см (при кратности пены 25—30)—1200—2000 м² поверхности грунта.

5.4. Технологическая схема рыхления сезонно-мерзлого грунта тракторными рыхлителями

5.4.1. Область применения

Указаниями предусматривается рыхление сезонно-мерзлого слоя и уборка разрыхленного грунта в кавальеры или отвал рыхлителями на базе тракторов с тяговым усилием 10—15 тс (табл. 5.4).

Таблица 5.4

Показатели	Комплект машин											
	Рыхлитель на тракторе 250 кН						Рыхлитель на тракторе 250 кН в комплекте с бульдозером 100 кН					
	Дальность перемещения грунта в отвал, м											
	20	30	40	50	60	70	20	30	40	50	60	70
Производительность, м³/ч	37	31	28	23	20	19	57	47	41	36	28	29
Выработка на одного рабочего, м³/ч	37	31	28	23	20	19	29	24	21	18	14	15

Разрыхленный грунт с крупностью фракций, превышающей допустимую крупность мерзлых комьев, для отсыпки насыпей не пригоден.

Технологическую схему не рекомендуется применять для разработки выемок под второй путь, если уширение существующей выемки менее 12 м.

5.4.2. Технология работ

Работа в выемке и карьере ведется на захватке (рис. 5.2) в следующей последовательности: удаление снега, рыхление мерзлого слоя, уборка разрыхленного слоя грунта в отвал.

Разрыв в период между удалением мерзлого слоя и разработкой забоя должен быть по возможности минимальным, чтобы не допускать промерзания нижележащего слоя грунта на глубину более 5—10 см.

В площадь захватки рыхления и уборки мерзлого грунта в выемках и карьерах, разрабатываемых экскаваторами, должна включаться поверхность призмы обрушения, образующейся в забое при экскавации грунта, с расчетом, чтобы

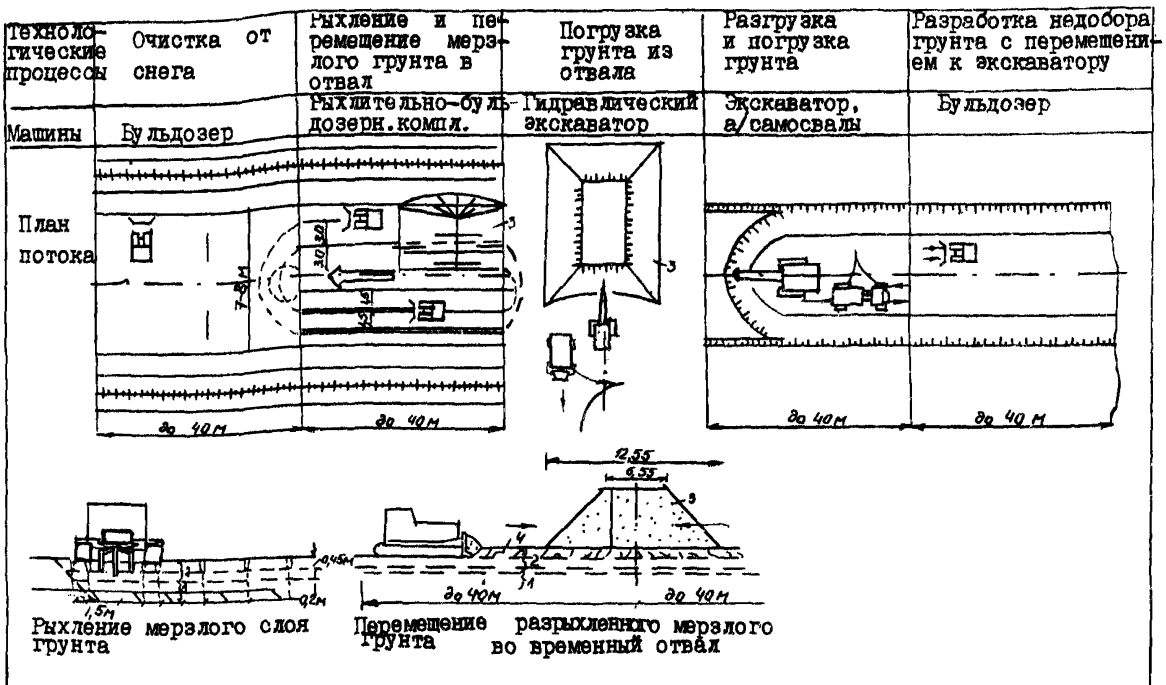


Рис. 5.2. Схема производства работ при разработке грунта в зимних условиях:
1—талый грунт; *2*—мерзлый грунт; *3*—временный отвал мерзлого грунта; *4*—разрыхленный грунт

при рыхлении на смежных захватках не требовалось заходить рыхлителю в зону возможного обрушения грунта.

Для рыхления мерзлого грунта рыхлитель проходит параллельными проходками по всей площади захватки: вначале в одном направлении, затем—в другом направлении под углом к первому.

При рыхлении трехстоечным (трехзубым) рыхлителем угол между направлениями проходок принимается 70—90°.

При рыхлении грунта в выемках с одностоечным (однозубым) рыхлителем одно из направлений рекомендуется принимать поперек выемки, второе—под углом к первому 50—70°С, а движение рыхлителя в каждом из направлений—в сторону от откоса.

Расстояния между смежными проходками каждого направления принимаются 0,5—0,75 м.

Величина заглубления зуба рыхлителя устанавливается в каждом случае на основании опытных проходок.

Ориентировочно можно пользоваться следующими данными:

при глубине промерзания до 0,5 м рыхление осуществляется за одну проходку рыхлителя, при большей глубине—за несколько проходок послойно;

глубина рыхления за одну проходку при послойном рыхлении в зависимости от прочности мерзлого грунта может быть 0,25—0,45 м.

Сменная производительность рыхлителя при разработке выемок и карьеров должна удовлетворять условию:

$$П_р \geqslant КП_э, \text{ м}^3/\text{смену},$$

где $К$—коэффициент, равный отношению толщины мерзлого слоя к глубине экскаваторного забоя на захватке (без мерзлого слоя); $П_э$—сменная производительность экскаватора или комплекта скреперов, м³.

Величина $П_р$ устанавливается на месте опытным путем, а для предварительных расчетов принимается по табл. 5.4.

5.4.3. Комплект машин

Рыхление мерзлого слоя и удаление разрыхленного грунта в отвал выполняется одним рыхлителем.

В случаях, когда производительность одного рыхлителя недостаточна, в комплект машин добавляется бульдозер для перемещения грунта в отвал.

5.4.4. Технико-экономические показатели

Технико-экономические показатели рыхления мерзлого слоя и уборки разрыхленного грунта в отвал рыхлителем приводятся в табл. 5.4.

Раздел 6. СООРУЖЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА НА БОЛОТАХ И СЛАБЫХ ОСНОВАНИЯХ

6.1. Общие положения

6.1.1. Технологические схемы составлены в соответствии с конструктивными решениями и классификацией болот, предусмотренными требованиями СН 449—70.

Классификация торфяных болот и пластов болотных грунтов приведена в табл. 6.1.

6.1.2. К слабым отнесены грунты, не обладающие достаточной несущей способностью: при использовании их в качестве оснований насыпей необходимо учитывать возможность деформаций под воздействием нагрузки от веса насыпи и работающих на насыпи машин.

6.1.3. Процесс возведения насыпей на болотах и слабых оснований включает: подготовку основания под насыпи, отсыпку части, находящейся ниже уровня болота, отсыпку верхней части, находящейся выше поверхности болота, устройство водоотводных канав, прорезей, канав-грунтоприемников.

6.1.4. Для рационального использования землеройных и транспортных машин, снижения стоимости и трудоемкости сооружения насыпей на болотах, а также ускорения стабилизации земляного полотна рекомендуется производить предварительное осушение болот. Объем мелиоративных работ устанавливается проектом и рабочими чертежами.

6.1.5. При сооружении насыпей на болотах следует использовать машины повышенной проходимости. Экскаваторы, бульдозеры и тягачи должны быть оборудованы уширенным и удлиненным гусеничным ходом.

6.1.6. Грунты, используемые для возведения земляного полотна на болотах и слабых основаниях, должны соответствовать требованиям проекта. Любое отклонение свойств грунта от указанных требований согласовывается с проектной организацией и заказчиком.

6.1.7. Технологические указания составлены для следующих видов работ:

а) подготовка основания под насыпи, включающая устройство траншей, водоотводных канав и продольных прорезей, вертикальных дрен на болотах типа I; устройство канав-торфоприемников и разрыхление растительно-корневого покрова на болотах типа II и III;

б) возведение насыпей автосамосвалами, поездной возкой и скреперами.

Таблица 6.1

Характеристика болотных отложений

Разновидность отложений	Физико-технические характеристики								Качественные, визуальные показатели	Тип болот, сложенных только данной разновидностью
	Влажность, %	Степень разложения, %	Плотность, $\gamma_{ск}$, г/см³	Коэффициент пористости	Модуль деформации E, МПа при нагрузке P, МПа			Сопротивление сдвигу, МПа		
					0,06	0,1	0,15			
Торф сухой	до 300	—	0,20	5	0,24	0,26	0,27	0,05—0,03	Плотный, в том числе минерализованный различных цветов	I
Торф маловлажный	300—600	50	0,20—0,15	5—8	0,24—0,18	0,26—0,21	0,27—0,25	0,03—0,02	Лесной, плотный, черный или коричневый; буровой наконечник можно погрузить в торф усилием двух человек; сильно пачкает руку и при сжатии плотностью продавливается сквозь пальцы; вода не отжимается; остатков трав и мхов нет или они встречаются в небольшом количестве	I
Торф средней влажности	600—900	50—30	0,15—0,10	8—14	0,18—0,13	0,21—0,17	0,25—0,20	0,02—0,015	Лесотопяной средней плотности, темный или серо-коричневый; буровой наконечник можно погрузить усилием одного человека; пачкает руку, при сжатии частично продавливается сквозь пальцы, вода коричневого цвета, отжимается в небольшом количестве. Содержит остатки древесины, трав и мхов	I

Продолжение табл. 6.1

Разновидность отложений	Физико-технические характеристики								Качественные, визуальные показатели	Тип болот, сложенных только данной разновидностью
	Влажность, %	Степень разложения, %	Плотность, $\gamma_{ск}$, г/см^3	Коэффициент пористости	Модуль деформации E, МПа при нагрузке P, МПа			Сопротивление сдвигу, МПа		
					0,06	0,1	0,15			
Торф очень влажный	900—1300	30—10	0,10—0,06	14—20	0,13—0,09	0,17—0,14	0,20—0,18	0,015—0,01	Топяной малой плотности, светлого или темного цвета; буровой наконечник погружается под действием одной вытянутой руки. Не пачкает рук и не продавливается сквозь пальцы. Вода отжимается в большом количестве и имеет желтый цвет. Древесные остатки отсутствуют или встречаются редко	I
Торф избыточновлажный	1300	—	0,06	20	0,09	0,14	0,18	0,01	Рыхлый, светло-коричневый, иногда желтый; видны стебельки мхов. Прозрачная вода отжимается как из губки, после чего торф пружинит	II III
Сапропель маловлажный	200	—	—	—	—	0,50	—	0,02	Плотный, черный, серо-коричневый или зеленоватый органический ил с включением неразложившихся остатков растений	I

Продолжение табл. 6.1

Разновидность отложений	Физико-технические характеристики								Качественные визуальные показатели	Тип болот, сложенных только данной разновидностью
	Влажность, %	Степень разложения, %	Плотность, $\gamma_{ск}$, г/см³	Коэффициент пористости	Модуль деформации E, МПа при нагрузке P, МПа			Сопротивление сдвигу, МПа		
					0,06	0,1	0,15			
Сапропель влажный	200—1000	—	—	—	—	0,50—0,12	—	0,02—0,005	Пластичная жирная масса незначительной плотности черного или зеленоватого цвета; имеются включения неразложившихся остатков растений и частиц минерального грунта	III
Жидкие образования	—	—	—	—	—	—	—	0,005	Неразложившиеся остатки трав и мхов находятся в воде во взвешенном состоянии. Жидкие образования имеют темную окраску, на горизонтальной поверхности растекаются	III

6.1.8. Если в конструкциях насыпей или выемок применяются нетканые синтетические материалы, технология должна быть разработана в индивидуальном проекте.

6.1.9. Для ускорения стабилизации и повышения устойчивости насыпей проектами могут предусматриваться следующие работы:

осушение грунта слабого основания;

устройство траншей, вертикальных песчаных свай-дрен;

разрыхление растительно-корневого покрова болот в основании насыпей;

устройство канав-торфоприемников, водоотводных канав;

упрочнение грунта слабого основания впрессовыванием (втрамбовыванием) в него более прочного грунта или материала.

6.1.10. Работы по подготовке основания должны быть технологически согласованы с работами по возведению насыпи, опережая их на сроки, обеспечивающие принятый темп сооружения земляного полотна.

Разрыв между разработкой траншей под насыпь и ее засыпкой в зимний период должен исключать промораживание траншеи с образованием льда, который необходимо удалять перед засыпкой. В зимнее время устройство траншей, прорезей, водоотводных канав, разрыхление растительно-корневого покрова целесообразно выполнять экскаваторами, с предварительным рыхлением бульдозерами-рыхлителями и взрывным способом.

6.2. Технологическая схема устройства насыпи на болотах типа I

6.2.1. *Область применения:* отсыпка насыпей на болотах типа I глубиной до 3 м с устройством водоотводов и разработкой траншей в основании насыпи экскаваторами.

Состав технологических процессов:

устройство водоотводных канав экскаватором с профилирующим ковшом;

разработка траншеи в основании насыпи экскаваторами с удалением торфа в кавальер или с погрузкой в автосамосвалы с отвозкой в отвал;

отсыпка нижней части насыпи автомобилями-самосвалами;

послойная отсыпка верхней части насыпи с уплотнением грунта грунтоуплотняющими машинами;

зачистка водоотводных канав.

6.2.2. Технология работ (рис. 6.1).

Устройство водоотводных канав рекомендуется выполнять с опережением основного фронта работ с целью предвари-

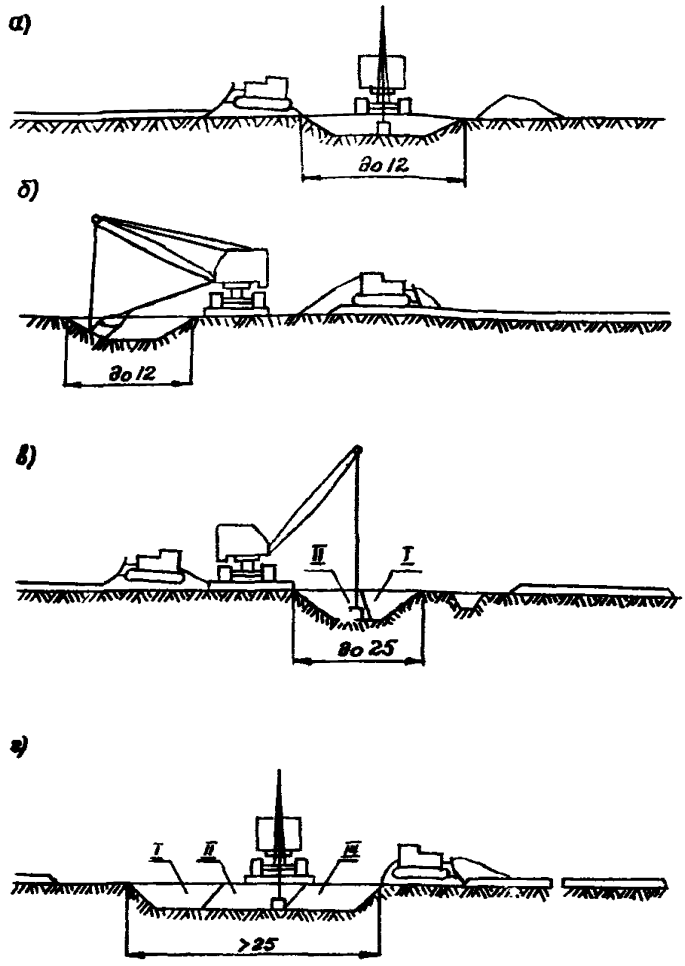


Рис. 6.1. Схемы разработки траншеи:
а—при движении экскаватора по ее оси; *б*—при одностороннем движении экскаватора; *в*—при двустороннем (I; II) движении экскаватора; *г*—тремя проходками (I; II; III) экскаватора

тельной мелиорации грунта основания насыпи. Канавы разрабатываются сразу на полный профиль при движении экскаватора вдоль оси канавы. Для разработки канавы следует применять гидравлические экскаваторы на уширенном гусеничном ходу с оборудованием обратная лопата и профилирующим ковшом. Разработанный грунт перемещают на место кавальера.

Разработку траншеи в основании насыпи в зависимости от проектного решения ведут с частичным или полным (до минерального дна) выторфовыванием при движении экскаватора вдоль бровок траншеи с укладкой торфа в кавальеры или, в случае недостаточной несущей способности основания при движении экскаваторов в «голове» отсыпаемой насыпи, с погрузкой торфа в автосамосвалы.

Работы можно производить одним или двумя экскаваторами одновременно. Уложенный в кавальер торф планируют бульдозером на болотных гусеницах, автосамосвалы транспортируют грунт в специальный отвал.

Для усиления несущей способности основания при движении экскаваторов, занятых разработкой траншеи, могут быть использованы инвентарные разборные слани.

Часть насыпи, находящаяся ниже поверхности болота, отсыпается сразу на всю ширину и высоту («с головы»). Разрыв в период между работами по подготовке основания и отсыпкой насыпи не должен превышать 1—2 смены.

При отсыпке насыпи «с головы» в зависимости от ширины слоя автосамосвалы двигаются с разворотом на насыпи или с использованием разъездов. Грунт разрабатывается в карьерах или выемках экскаваторами с прямой или обратной лопатами, драглайнами с ковшами вместимостью от 0,65 до 1,6 м^3 и одноковшовыми фронтальными погрузчиками с вместимостью ковша от 2,0 до 5,0 м^3. В качестве транспортных средств рекомендуются автомобили-самосвалы грузоподъемностью до 15 т. Экскаваторные работы выполняются в соответствии с рекомендациями четвертого раздела.

Отсыпку части насыпи, находящейся выше уровня поверхности болота, следует вести горизонтальными слоями в соответствии с указаниями четвертого раздела.

При возведении насыпей на болотах небольшой протяженности первый слой рекомендуется отсыпать сразу на всю длину болота, а при большой его длине—участками.

Послойное уплотнение грунта грунтоуплотняющими машинами выполняется в соответствии с разделом 9.

Отсыпка насыпей с разворотом автосамосвалов без устройства специальных разъездов осуществляется в соответствии с разделом 4.

Технологическая схема отсыпки слоев с разворотом автосамосвалов на насыпи при использовании разъездов применяется в тех случаях, когда ширина отсыпаемого слоя не превышает 11 м.

Технология производства работ предусматривает разделение каждого слоя на насыпи по ширине на две полосы, а по длине (вдоль насыпи)—на две захватки.

Автосамосвалы, двигаясь по одной полосе насыпи, разгружают грунт на другой. После разгрузки грунта (на захватке I) машины доходят до разъезда, где разворачиваются и снова возвращаются для загрузки. Вслед за отсыпкой на захватке I грунт разравнивается бульдозером, а на захватке II уплотняется грунтоуплотняющей машиной. После окончания отсыпки и уплотнения грунта на одной полосе слоя на участке между разъездами по ней открывается движение автосамосвалов, а грунт отсыпается на другой полосе слоя.

Отсыпать насыпь по направлению к карьеру сразу на всю ширину слоя без деления на две полосы не рекомендуется, так как при этом автосамосвалы после разворота на разъезде должны подаваться к месту разгрузки задним ходом, что приводит к снижению их производительности.

Ширина площадки разъездов должна быть не менее 5 м, высота разъезда—меньше высоты насыпи на толщину отсыпаемого слоя.

Расстояние между разъездами и дополнительные объемы грунта для отсыпки разъезда на 1 км насыпи при толщине отсыпаемого слоя 0,5 м и крутизне откосов разъезда 1 : 1 даны в табл. 6.2 и 6. 3.

Таблица 6.2

Высота насыпи, м	Объем грунта для устройства разъезда, м³	Дальность транспортировки грунта, м	Расстояние между разъездами, м	Объем грунта для устройства разъездов на 1 км насыпи, м³
1	16,5	500	80	169
		1000	90	150
		1500	100	135
		2000	120	112
2	47,5	500	150	325
		1000	170	260
		1500	190	235
		2000	210	210
3	81,0	500	200	390
		1000	220	350
		1500	250	310
		2000	280	280

Продолжение табл. 6.2

Высота насыпи, м	Объем грунта для устройства съезда и дороги, м³	Дальность транспортировки грунта, м	Расстояние между съездами, м	Объем грунта для устройства съездов и дороги на 1 км насыпи, м³
1	64/128	500	160/230	402/558
		1000	185/260	342/498
		1500	200/290	318/444
		2000	225/315	288/408
2	65/130	500	105/150	618/876
		1000	120/170	546/774
		1500	135/190	480/696
		2000	150/210	432/630
3	69/138	500	85/115	804/1190
		1000	95/135	714/1013
		1500	105/150	647/918
		2000	115/165	594/834

Примечание. В числителе даны расстояния между съездами и объемы грунта для устройства съезда и дороги на 1 км насыпи при длине соединительной дороги 25 м, в знаменателе—то же при длине 50 м.

Таблица 6.3

Высота насыпи, м	Объем грунта для устройства съезда и дороги, м³	Дальность транспортировки грунта, м	Расстояние между съездами, м	Количество съездов на 1 км	Объем грунта для устройства съездов и дороги на 1 км насыпи, м³
1	53/106	300	150/220	7/5	371/530
		500	160/230	6/4	318/424
		750	170/245	6/4	318/424
		1000	185/260	5/4	265/424
		1500	200/290	5/3	265/318
		2000	225/315	4/3	212/318
2	54/109	300	100/140	10/7	540/762
		500	105/150	10/7	540/762
		750	115/160	9/6	486/653
		1000	120/170	8/6	432/653
		1500	135/190	7/5	378/545
		2000	150/210	7/5	378/545

Продолжение табл. 6.3

Высота насыпи, м	Объем грунта для устройства съезда и дороги, м³	Дальность транспортировки грунта, м	Расстояние между съездами, м	Количество съездов на 1 км	Объем грунта для устройства съездов и дороги на 1 км насыпи, м³
3	57/114	300	80/105	13/10	743/1140
		500	85/115	12/9	687/1030
		750	90/125	11/8	628/913
		1000	95/135	10/7	570/797
		1500	105/150	10/7	570/797
		2000	115/165	9/6	513/684

Примечание. В числителе даны величины, относящиеся к длине соединительной дороги 25 м, в знаменателе—к длине 50 м.

Если вблизи трассы расположена автодорога, обеспечивающая параллельное движение автосамосвалов после разгрузки, рекомендуется применять кольцевую схему их движения.

Технологическая схема предусматривает разделение слоев в продольном направлении на две части по ширине и работу двумя захватками. Отсыпка слоев производится в соответствии с разделом 4.

Применение кольцевой схемы движения автосамосвалов связано с дополнительными затратами на отсыпку съездов с насыпи и временных соединительных дорог. Дополнительные объемы грунта на отсыпку съездов и соединительных автодорог на 1 км насыпи даны в табл. 6.3 и в приложении 5.

6.2.3. *Комплект машин,* занятый на разработке водоотводов и траншей, включает 2 экскаватора и бульдозер. Комплект машин, занятый на сооружении насыпи, определяется разделом 4.

6.2.4. Технико-экономические показатели:

производительность комплекта при рытье траншей—85 м³/ч,

при устройстве водоотводов (один экскаватор)—25 м³/ч.

6.3. Технологическая схема устройства траншей на слабом основании бульдозерами

6.3.1. Бульдозерами разрабатывают траншеи поперечными проходками глубиной до 1 м на сухих болотах типа I

с подстилающим слоем из плотных грунтов при ширине основания насыпи 12 м и более, когда уклон откосов траншей не превышает 1 : 3,5.

6.3.2. Технологический процесс включает разработку траншеи, перемещение грунта слабого основания в кавальер и разравнивание его слоем толщиной до 0,5 м.

Для устройства водоотводных канав следует применять кюветокопатель МРК-1, а в зимнее время—кюветокопатель МРПК-1, по технологии, приведенной в разделе 2. Допускается также использование экскаваторов-обратных лопат, оборудованных профилирующими ковшами. Канавы разрабатываются сразу на полный профиль при движении экскаватора вдоль оси канавы.

6.3.3. Комплект машин включает один или несколько бульдозеров на тракторах мощностью 118 кВт и кюветокопатель типа МРК-1.

6.3.4. Производительность бульдозера и выработка на одного рабочего составляют:

при дальности перемещения, м . .	20	30	40	50
м³ в час	80	60	45	30

6.4. Технологическая схема возведения насыпей и подушек из дренирующих грунтов с использованием железнодорожного и автомобильного транспорта

6.4.1. Область применения: технологическая схема рекомендуется для возведения насыпей и песчаных подушек с использованием железнодорожного и автомобильного транспорта в труднопроходимых заболоченных районах при отсутствии вблизи трассы грунта, пригодного для возведения земляного полотна.

При этом использование железнодорожного транспорта целесообразно в случае, когда карьер расположен на расстоянии 15 км и более.

6.4.2. Технология работ. Разработка грунта при использовании ширококолейного транспорта осуществляется в карьерах, имеющих путевое развитие, состоящее из соединительного пути и путей обменного пункта.

Обменный пункт располагается в непосредственной близости от карьера. Здесь же устраивается диспетчерский пост по управлению движением поездов от карьера до места выгрузки.

На обменном пункте укладываются два-три пути: главный, приемо-отправочный и путь технического осмотра подвижного состава.

Длина (м) обменного пункта рассчитывается по формуле:

$$l_{оп} = l_п + l_{рез} + 2l_о + \alpha,$$

где $l_п$—длина поезда, м; $l_{рез}$—15 м—резерв на неточность установки поезда; $l_о$—расстояние от начала стрелочного перевода до предельного столбика, м; α—расстояние между остряками стрелочных переводов (не менее 4,5 м).

Если расстояние от карьера до ближайшего раздельного пункта строящейся дороги не превышает 2 км, обменные операции производятся непосредственно на раздельном пункте, и обменный пункт не устраивается.

Разработка карьера ведется проходками с боковым забоем в соответствии с технологией разработки выемок и карьеров экскаваторами, оборудованными прямыми лопатами.

Для сокращения затрат на передвижки забойного пути размеры забоя следует принимать наибольшими, а стоянку экскаватора целесообразнее располагать на уровне забойного пути. При переходе на более низкий рабочий горизонт стоянка экскаватора может быть ниже уровня головки рельса забойного пути на величину, не превышающую:

$$\Delta H = H_в - H_{тр} - 0{,}5,$$

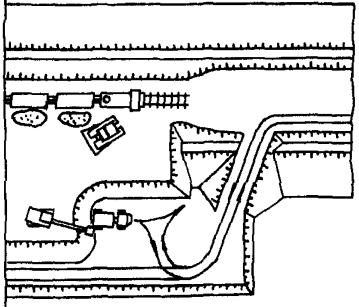
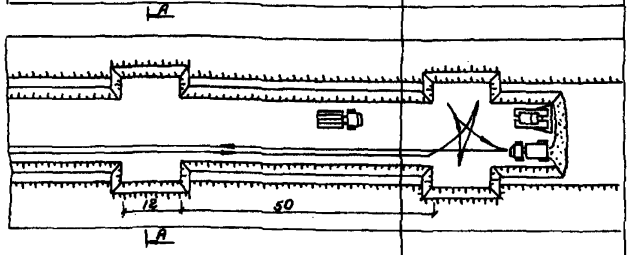
где $H_в$—наибольшая высота выгрузки экскаватора, м; $H_{тр}$—высота думпкара, м; 0,5—запас высоты над бортом думпкара, м.

Временные перегрузочные карьеры рекомендуется устраивать в сухих местах на участках насыпей высотой 1,5—2 м, как правило, по одну сторону насыпи вдоль пути.

Размеры перегрузочного карьера назначаются исходя из возможности размещения машин, занятых на выгрузке и разработке грунта. Длину карьера принимают равной 1,5—2 длинам землевозных поездов.

Оптимальное расстояние между первым перегрузочным карьером, который устраивается в начале отсыпаемого участка, и последующим определяется в зависимости от конкретных условий, исходя из обеспечения минимума суммарных затрат на отсыпку насыпи из перегрузочного карьера, устройство и обслуживание карьера, включая затраты на потери грунта и рекультивацию.

Грунт в перегрузочном карьере после выгрузки перемещается бульдозером в отвал и грубо планируется. Наиболее рациональная высота отвала составляет 1,5—3,5 м. Из отвала грунт разрабатывают экскаватором-обратной лопатой с погрузкой в автосамосвалы проходками с торцевым забоем. Автосамосвалы устанавливаются в нижней части забоя.

Технологические процессы	Выгрузка грунта из поезда Погрузка в автосамосвалы	Уплотнение грунта	Отсыпка и разравнивание грунта
Машины	Бульдозер Экскаватор Автосамосвалы	Грунтоуплотняющая машина	Бульдозер Автосамосвалы
План потока			

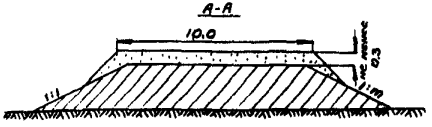


Рис. 6.2. Схема отсыпки первого слоя песчаной подушки из перегрузочного карьера

Производительность машин, занятых в перегрузочном карьере, должна быть согласована с производительностью экскаватора в основном карьере или с объемом поступления грунта, доставляемого по сети железных дорог в соответствии с ПОС.

Отсыпка насыпи из грунта перегрузочного карьера производится с соблюдением технологических требований возведения насыпей автосамосвалами.

При устройстве песчаных подушек во избежание деформаций верхней части земляного полотна из глинистых грунтов повышенной влажности движение автосамосвалов, планирующих и грунтоуплотняющих машин должно производиться по отсыпаемому слою дренирующего грунта. Толщина устанавливается проектом и не должна быть менее 0,4 м.

Отсыпка песчаной подушки ведется сразу на всю ширину с разворотом автосамосвалов на отсыпаемом слое в местах временного специального уширения (рис. 6.2). В выемках в местах уширения предварительно закладываются в кюветы инвентарные стальные трубы диаметром 300 мм с толщиной стенки 8 мм для обеспечения пропуска воды. Выгруженный из автосамосвалов грунт надвигается на спланированное земляное полотно бульдозером и уплотняется.

6.4.3. Комплект машин, занятых на возведении насыпей и песчаных подушек, приведен в табл. 6.4.

Таблица 6.4

Наименование машин	Количество машин		
	Дальность транспортировки из перегрузочного карьера, км		
	1	3	5
Экскаватор-прямая лопата с ковшом вместимостью 1,6 м^3		1	
Экскаватор-обратная лопата с ковшом вместимостью 1,6 м^3		1	
Экскаватор-планировщик на гусеничном ходу		1	
Тепловоз при дальности поездной возки, км:			
40		2	
60		3	
Думпкары грузоподъемностью 60 т при дальности поездной возки, км:			
20		34	
40		68	
60		72	

Продолжение табл. 6.4

Наименование машин	Количество машин		
	Дальность транспортировки из перегрузочного карьера, км		
	1	3	5
Автосамосвалы грузоподъемностью, т:			
12	5	10	16
16	4	8	13
Бульдозер на тракторе мощностью 118 кВт		3	
Грунтоуплотняющая машина		1	
Электростанция 7—9 кВт		3	

Примечание. Подвижной состав широкой колеи рассчитан для условий: руководящий уклон 15%; длина перегона до 20 км; средняя скорость движения поездов 25 км/ч.

6.4.4. Технико-экономические показатели работы машин приведены в табл. 6.5.

Таблица 6.5

Показатели	Возведение насыпей и песчаных подушек	
	Дальность поездной возки грунта, км	
	40	60
Производительность, $м^3/ч$		150
Выработка на одного рабочего, $м^3/ч$, при дальности автовозки грунта из перегрузочного карьера, км:		
1	4,5	4
3	4	4
5	3,5	3

Примечания: 1. Технико-экономические показатели определены для случая, когда отсутствует простой экскаватора в ожидании подвижного состава широкой колеи. Для конкретных условий показатели определяются на основании проекта производства работ и графика движения поездов, согласованного со службой временной эксплуатации.

2. Потери грунта в перегрузочном карьере при возведении насыпей по технологии первого варианта схемы приведенными показателями не учтены.

6.5. Технологическая схема сооружения насыпи на слабом основании с применением синтетического нетканого материала (использовать в соответствии с «Рекомендациями по применению геотекстиля в конструкциях земляного полотна, защитных и укрепительных сооружениях железнодорожного пути» ВНИИ транспортного строительства. Москва. 1985 г.).

6.5.1. Область применения: отсыпка насыпи с укладкой в основание синтетического нетканого материала (СНМ) для обеспечения устойчивости и прочности насыпи на слабом основании.

Состав технологических процессов: подготовка основания под укладку СНМ; раскатка рулонов СНМ и закрепление их; засыпка полотен грунтом; уплотнение грунта; устройство земляного полотна над уложенным СНМ.

6.5.2. Технология работ (рис. 6.3).

Подготовка под укладку СНМ заключается в расчистке от леса и кустарника и планировке основания. При наличии на участке поверхностной воды перед укладкой СНМ должен быть отсыпан слой грунта толщиной 20—30 см, но не менее глубины подтопления.

Допускается укладывать СНМ на неподготовленное естественное основание (болото, луг, слой свежеотсыпанного грунта) в том случае, если отсутствует опасность нарушения сплошности прослойки (пни, колья) или резких осадок (ямы, глубокие колеи) отсыпаемого поверх прослойки грунта. В других случаях укладке полотна должны предшествовать подготовительные работы.

Рулоны СНМ целесообразно раскатывать в продольном направлении, если нет специальных указаний о раскатке в поперечном направлении. Раскатку ведут вручную или при помощи прицепного к бульдозеру механизма для раскатки СНМ.

Выбор типа соединения полотен зависит от особенностей конструкции, вида СНМ, наличия на стройке специального оборудования и средств для соединения полотен. Полотна СНМ могут быть соединены сшивкой, склейкой, спайкой и другими способами. Простейшим видом соединения полотен СНМ является соединение внахлестку.

Рулоны СНМ раскатываются с перекрытием полотен на 20 см и закрепляются через каждые 1,5 м П-образными скобами или огневой спайкой (сваркой). После окончания укладки СНМ составляется акт на скрытые работы. Засыпка грунтом прослойки из СНМ производится способом «с головы» с разравниванием его от середины к краям. Непосредственный проезд всех видов машин по прослойке запрещается.

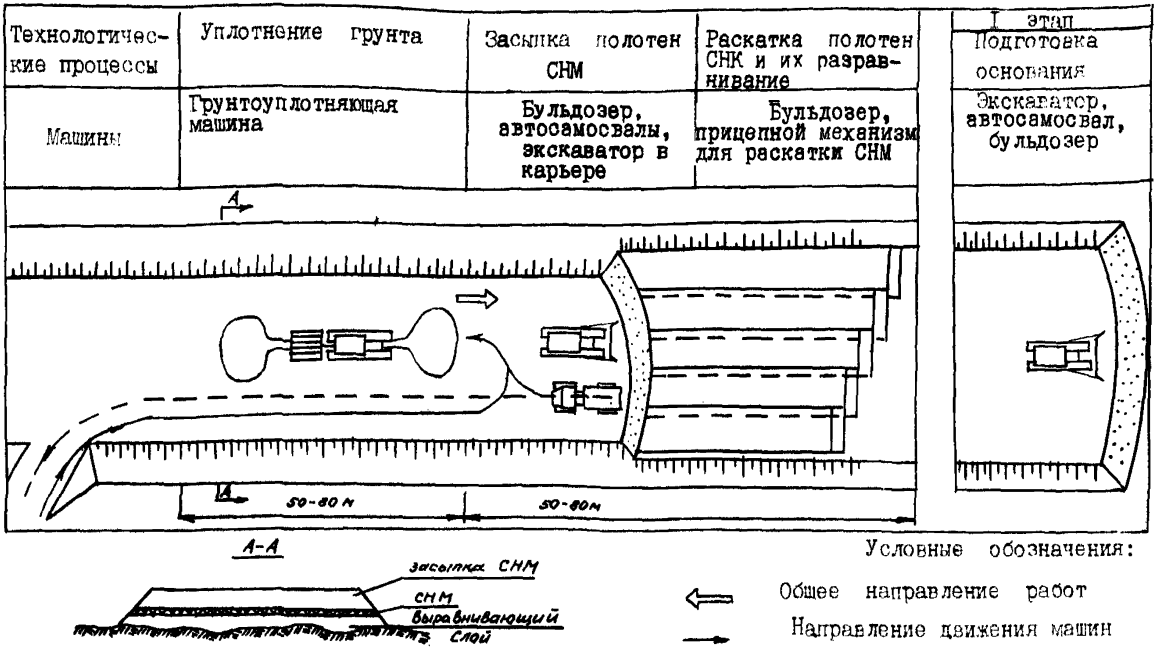


Рис. 6.3. Схема сооружения насыпи на слабом основании с применением синтетических нетканых материалов

6.5.3. Комплект машин и механизмов:

экскаватор с ковшом 1,0—1,6 м³ в карьере . .	1
автосамосвалы грузоподъемностью 12 т . . .	по расчету
бульдозер 10 тс	1
грунтоуплотняющая машина	1
механизм для раскатки СНМ	1

Для укрепления слабых оснований устраивают песчаные дрены (рис. 6.4).

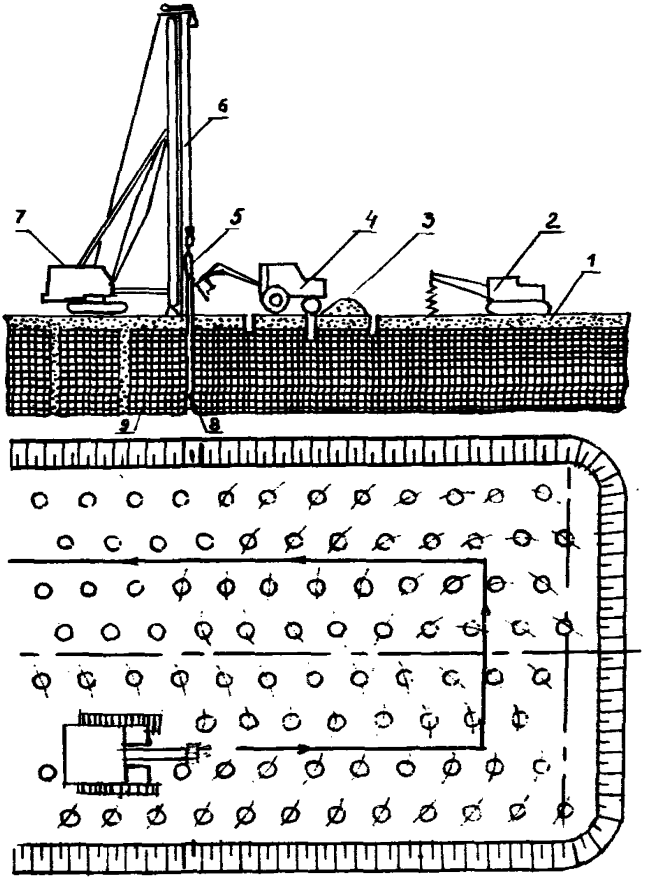


Рис. 6.4. Технологическая схема устройства вертикальных песчаных дрен:

1—рабочий слой; *2*—ямобур; *3*—песок для дрен; *4*—экскаватор; *5*—вибропогружатель; *6*—копровая мачта; *7*—экскаватор; *8*—обсадная труба; *9*—торф

6.6. Технологическая схема сооружения выемки в переувлажненных грунтах с применением синтетического нетканого материала

6.6.1. Область применения: разработка выемки в переувлажненных грунтах с укладкой на основную площадку синтетического нетканого материала (СНМ) и отсыпкой песчаной подушки для увеличения несущей способности основной площадки и снижения величины морозного пучения.

Состав технологических процессов:

нарезка сливной призмы и кюветов в выемке;

раскатка рулонов СНМ, разравнивание и закрепление полотен;

засыпка полотен СНМ песчаным грунтом;

уплотнение песчаной подушки.

6.6.2. Технология работ (рис. 6.5).

В выемке укладке СНМ должны предшествовать работы по нарезке сливной призмы и кюветов.

Укладку синтетического нетканого материала на площадку переувлажненных глинистых грунтов целесообразно проводить в засушливую погоду или в зимнее время. Раскатку рулонов и соединение полотен СНМ ведут вручную или при помощи прицепного к бульдозеру механизма для раскатки СНМ.

Для организации засыпки СНМ песчаным грунтом методом «с головы» в однопутных выемках необходимо устраивать временные уширения через 50 м, в соответствии с ОСТ 35-10—80.

Временное уширение для разворота автосамосвалов целесообразно (так же, как и в выемках с песчаными подушками, сооружаемых без применения СНМ) устраивать со смещением его в одну из сторон, пересыпая один кювет полностью до откоса, а второй не засыпать. В кювет предварительно необходимо заложить инвентарные стальные трубы диаметром 300 мм для пропуска воды. Длину уширения в этом случае можно уменьшить до 6 м и разворот автосамосвалов осуществлять как показано на рис. 6.5, а также уменьшить объем песчаного грунта на их устройство до 350 м^3/км (на 180 м^3/км меньше в сравнении с двусторонним уширением).

Вслед за отсыпкой песчаной подушки грунт уширения необходимо убрать, используя его в дальнейшем по назначению.

В выемках, имеющих подкюветные дренажи, последние должны быть сооружены до подготовки основания под укладку СНМ.

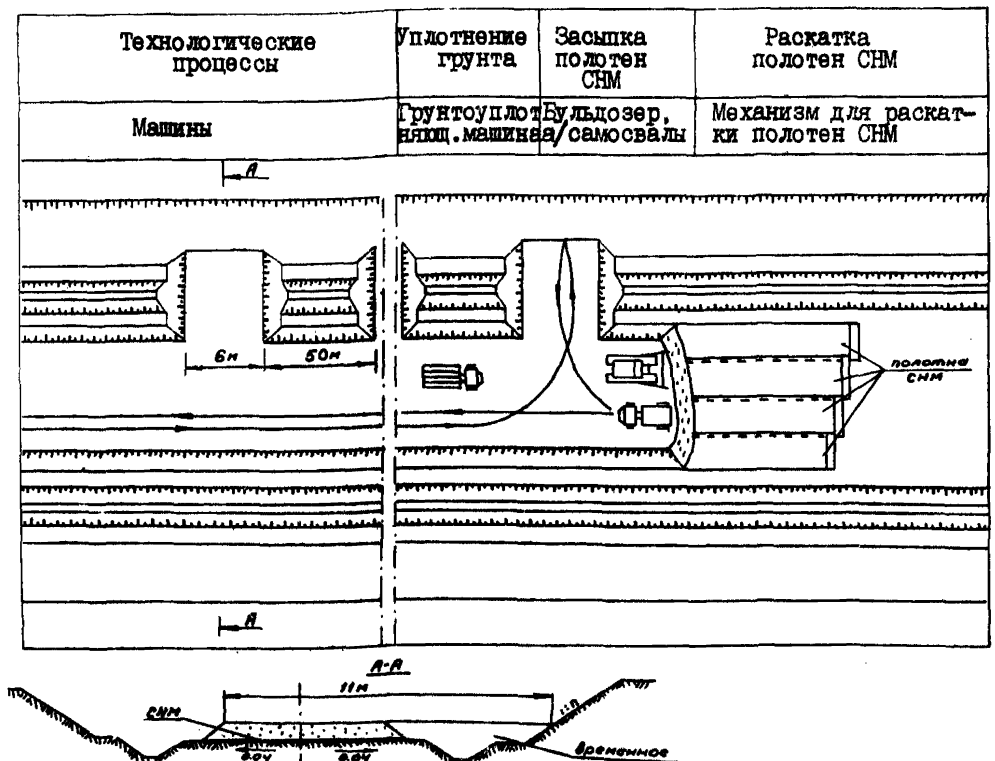


Рис. 6.5. Схема отсыпки песчаной подушки в переувлажненной выемке с использованием синтетического нетканого материала

6.6.3. Комплект машин и механизмов:

экскаватор с ковшом 1,0—1,6 м³ в карьере . .	1
автосамосвалы грузоподъемностью 12 т . . .	по расчету
бульдозер 10 тс	1
грунтоуплотняющая машина	1
механизм для раскатки и закрепления рулонов СНМ	1

6.7. Особенности применения набухающих и лессовых грунтов для сооружения земляного полотна

Для обеспечения устойчивости земляного полотна в набухающих грунтах проектом должны быть предусмотрены конструктивные и технологические противодеформационные мероприятия в соответствии с «Методическими рекомендациями по проектированию земляного полотна железных дорог из набухающих грунтов» ЦНИИС.

К конструктивным мероприятиям относятся:

усиление поверхностного укрепления откосов;

уположение и террасирование откосов;

покрытие откосов дренирующим или связным ненабухающим грунтом;

укрепление откосов сборными железобетонными обрешетками различных типов;

гидро- и теплоизоляция откосов специальными материалами (полимерными пленками, шлакоглинобетоном и т. д.).

К технологическим мероприятиям относятся:

обеспечение производства работ по укреплению поверхности откоса по мере его готовности на отдельных захватках;

оставление на откосах защитных слоев грунта, удаляемых в процессе производства работ по укреплению поверхности откоса;

усиление требований в части содержания и ремонта откосов после сооружения.

В зависимости от конкретных грунтовых, гидрогеологических и климатических условий возможно применение сочетания различных конструктивных и технологических мероприятий.

Усиление поверхностного укрепления откосов предусматривает:

увеличение толщины слоя растительного грунта до 0,20 м;

увеличение нормы высева семян в 2—3 раза;

производство посева районированными кондиционными травосмесями в лучшие агротехнические сроки, обеспечивающие быстрое образование дернового покрова;

внесение необходимых удобрений, полив в засушливое время или создание защитной пленки из латекса или битума на поверхности для предотвращения иссушения грунта.

Как самостоятельное мероприятие, в дополнение к типовым конструкциям земляного полотна, усиление поверхностного укрепления применяется при толщине сплывоопасной зоны до 0,3 м.

Эти мероприятия не рекомендуется применять, если грунты откоса фитотоксичны или глубина зоны выветривания (трещинообразования) на момент укрепления превышает 0,15 м.

Уположение откосов назначается по результатам оценки их устойчивости. В этом случае допускаются типовое укрепление поверхности грунта и влияние выветривания, снижающее прочность грунта в откосе до допустимых пределов. Как правило, откосы в набухающих грунтах должны быть уположены до крутизны 1 : 2—1 : 2,5.

Покрытие откосов дренирующим грунтом устраивают преимущественно для выемок и сильнонабухающих разновидностей грунтов. Толщина покрытий принимается равной глубине неустойчивой зоны.

В проект закладывается бóльшая из полученных величин. Толщина покрытия во всех случаях принимается не менее 0,5 м.

Учитывая, что при использовании в качестве покрытия дренирующих грубодисперных материалов в верхних слоях практически отсутствует пленочный перенос влаги при испарении, оценка устойчивости откоса по трещинообразованию при усадке не производится.

При выходе на откос малодебитных водоносных прослоев защитное покрытие набухающих грунтов совмещается с устройством прислоненного дренажа.

Защитные слои из ненабухающих глинистых грунтов рекомендуется устраивать преимущественно для насыпей при их сооружении. Ненабухающие грунты распределяют по периметру насыпи, отсыпая и уплотняя их одновременно с возведением ядра из набухающих грунтов.

Толщина защитного слоя должна быть не менее мощности неустойчивости слоя. Рекомендуется увеличивать толщину покрытия для обеспечения лучшей производительности машин при выполнении работ механизированным способом (распределение грунта по периметру, его уплотнение, срезка неуплотненной части и т. д.).

При соответствующем технико-экономическом обосновании взамен уположения откосов и устройства покрытий рекомендуется применять укрепление откосов сборными железобетонными обрешетками.

Укрепление обрешеткой рекомендуется при толщине неустойчивой зоны h до 0,9 м. При $h \leqslant 0{,}5$ м производится укладка элементов по ромбической схеме, при $h > 0{,}5$ м — по треугольной.

Тепло- и гидроизоляция откосов путем устройства экранов из полимерной пленки, шлакоглинобетона, цементогрунта и других материалов рекомендуется применять для уменьшения амплитуды сезонных изменений влажности и плотности грунта при соответствующем технико-экономическом обосновании с обязательным предварительным проведением опытных работ в натурных условиях.

В тех случаях, когда по условиям производства работ невозможно обеспечить своевременное качественное укрепление откосов, при разработке на них оставляют предохранительные слои грунта. Толщина их, как правило, должна быть не меньше толщины сплывоопасного слоя, определенного расчетом.

Эти слои снимают при проведении укрепительных работ в лучшие агротехнические сроки для быстрого образования дернового покрова.

При оставлении предохранительных слоев на длительный срок поверхность его подлежит укреплению от эрозии гидропосевом.

Отвод поверхностных вод от основной площадки земляного полотна в сильнонабухающих грунтах должен осуществляться преимущественно лотками с устройством изоляции от инфильтрации отводимой воды в грунт. Конструкции лотков должны обеспечивать их недеформируемость при развитии давления набухания грунта на боковые стенки. Для уменьшения сезонных колебаний влажности в набухающем грунте его поверхность на бровке основной площадки и на закюветной полке должна быть покрыта защитным слоем из песка или песчано-гравийной смеси.

При производстве работ в лессовых грунтах следует учитывать изменение их структуры при замачивании. В первую очередь это относится к оболоченным частям земляных сооружений—откосам, резервам и кавальерам. Также грунты требуют ускоренного (вслед за основными работами) укрепления посевом трав по растительному грунту.

Раздел 7. СООРУЖЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ БАРХАННЫХ ПЕСКОВ

7.1. Особенности сооружения земляного полотна в барханных песках

7.1.1. При сооружении земляного полотна в барханных песках необходимо учитывать следующие особенности:

жаркий засушливый климат, весьма малое количество осадков (во многих районах—около 100 мм в год и менее), выпадение которых сосредотачивается преимущественно в зимне-весенний период, частые сильные ветры;

преимущественное распространение одноразмерных мелких песков, содержащих более 90% частиц размером 0,1—0,05 мм и менее и образующих различные формы рельефа;

способность незакрепленных растительностью песков передвигаться под действием ветра как в виде ветропесчаного потока (воздушной струи, несущей взвешенный в ней песок), так и в виде подвижных форм рельефа (барханов высотой до 20 м);

необходимость сохранения в процессе производства земляных работ естественного закрепления песков (растительного покрова) в полосе отвода и охранной зоны, а также защиты земляного полотна от выдувания и песчаных заносов;

необходимость ведения земляных работ узким фронтом с максимальной концентрацией на нем средств механизации и закрепления земляного полотна от выдувания и песчаных заносов сразу по окончании основных работ, а также соблюдения минимально возможного разрыва во времени между возведением земляного полотна, укладкой и балластировкой пути;

невозможность проезда по барханным пескам летом колесного транспорта и ограничение применения его в осенне-зимний и весенний периоды;

отсутствие в большинстве районов вблизи трассы источников воды.

7.1.2. Степень естественного закрепления поверхности и подвижности песка на местности, прилегающей к трассе проектируемой дороги, оценивается по табл. 7.1.

7.1.3. Для защиты откосов и основной площадки земляного полотна от выдувания рекомендуется покрытие их поверхности тяжелыми неразвеваемыми грунтами (щебнистыми, дресвяными, гравийно-галечными или глинистыми) слоем толщиной на откосах 0,15—0,20 м, основной площадке—

0,25—0,35 м или структурообразователями, обеспечивающими охрану окружающей среды. 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.

Таблица 7.1

Подвижность песков	Содержание пылеватоглинистых фракций, %	Покрытие растительностью, %	Характеристика растительного покрова	Характер движения
Подвижные (барханные)	5	15	Растительность отсутствует, одиночная древесная или редкая травянистая растительность в понижениях	Поступательное, поступательно-колебательное движение форм рельефа
Малоподвижные (полузаросшие)	5—15	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	35	Сплошной растительный покров и дерн. Гребни песчаных форм обнажены или покрыты редкой растительностью	Ветро песчаный поток

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

7.1.4. При использовании в зимне-весенний период автотранспорта для перемещения песка из карьеров возведение насыпей организуется в такой последовательности:

автосамосвалами отсыпается нижний слой насыпи высотой до 0,7 м без заезда их на выгруженный грунт;

после отсыпки слоя на всю длину захватки грунт выгружается рядом с отсыпанным слоем;

бульдозером или драглайном грунт перемещается в насыпь, которую возводят до проектной высоты.

В комплексе с бульдозерами насыпи возводят до 2,5 м, а в комплексе с драглайнами—более 2,5 м. Такая же технология может быть использована при возведении насыпей из мелкозернистого песка из карт гидронамыва.

7.1.5. Временные дороги в условиях песчаных пустынь должны соответствовать СНиП. При выборке конструкций земляного полотна необходимо предусматривать: предохранение земляного полотна от выдувания; сохранение существующей растительности (на заросших песках).

7.1.6. В подвижных песках насыпи возводят поперечной надвижкой песка с придорожных полос, планируемых для защиты дороги от песчаных заносов, или продольным перемещением грунта из выемок.

7.1.7. Для возможности проезда по готовому земляному полотну автомобилей и дорожных машин, а также для предотвращения погружения в песок частиц материала основания и улучшения условий его уплотнения между земляным полотном и основанием на насыпях и выемках на всю ширину земляного полотна устраивают защитный слой из глинистых грунтов, гравийно-песчаных, щебнисто-песчаных материалов, а также из глинистых грунтов и барханных песков, укрепленных неорганическими и органическими вяжущими материалами.

7.1.8. Для защиты от выдувания откосов насыпей, возводимых в подвижных песках, а также для улучшения условий переноса песка через дорогу под действием ветра, верхнюю часть откосов насыпей (при высоте более 1 м) рекомендуется укреплять на $^1/_3$ их высоты укладкой защитного слоя толщиной 10—15 см из глинистых грунтов или гравийно-песчаных материалов. При высоте насыпей менее 1,0 м защитный слой на откосы не укладывается.

7.1.9. При благоприятных условиях для развития растений откосы земляного полотна рекомендуется защищать от выдувания посевом травы с розливом битумной эмульсии или других вяжущих материалов, предохраняющих семена от выдувания.

7.1.10. Материал для устройства защитного слоя (табл. 7.2) следует выбирать на основе технико-экономического сравнения вариантов с учетом дальности возки местных материалов.

Таблица 7.2

Материал	Минимальная толщина слоя, см
Глины и суглинки тяжелые	10
Суглинки и супеси пылеватые	15
Супеси непылеватые	20
Гравийно (щебеночно)-песчаные смеси	10

7.2. Технологическая схема на производство работ по возведению насыпи из резервов драглайнами в районах распространения песков

7.2.1. Область применения

Разработку песка предусматривается производить драглайнами с ковшами полукруглой формы со сплошной режущей кромкой.

7.2.2. Организация и технология выполнения работ

Схемы производства работ по разработке грунта, транспортировке и укладке в насыпь приведены на рис. 7.1 и 7.2.

Технологический процесс предусматривает применение трех вариантов комплектов машин (табл. 7.3).

Таблица 7.3

Наименование машин	Основной параметр	Количество	Назначение
Бульдозер	10—25 тс	1	Срезка растительного грунта, устройство дорог, разработка песка в резерве и перемещение к экскаватору, разравнивание песка на насыпи, планировка основной площадки
Экскаватор	0,8—1,2 м³	1	Разработка песка в резерве и перемещение в насыпь
Грунтоуплотняющие машины (виброкатки)	до 25 тс	1	Уплотнение насыпи
Бульдозер с откосником, или автогрейдер, или экскаватор с двухотвальным планировщиком	10—25 тс	1	Планировка земляного полотна

Перед началом работы поверхность песка на полосе движения экскаватора выравнивают бульдозером.

Первый вариант предусматривает возведение насыпи высотой не более 2,5 м (до 12 м) из двухсторонних резервов. Работы выполняются в два этапа: сначала нижнюю часть по всей ширине насыпи на высоту до 6 м, а затем верхнюю.

Каждый резерв разрабатывается за три проходки экскаватора-драглайна.

Первым проходом драглайн разрабатывает дальнюю часть резерва и укладывает грунт (песок) в промежуточный вал, с которого производит перекидку в следующий вал и с него

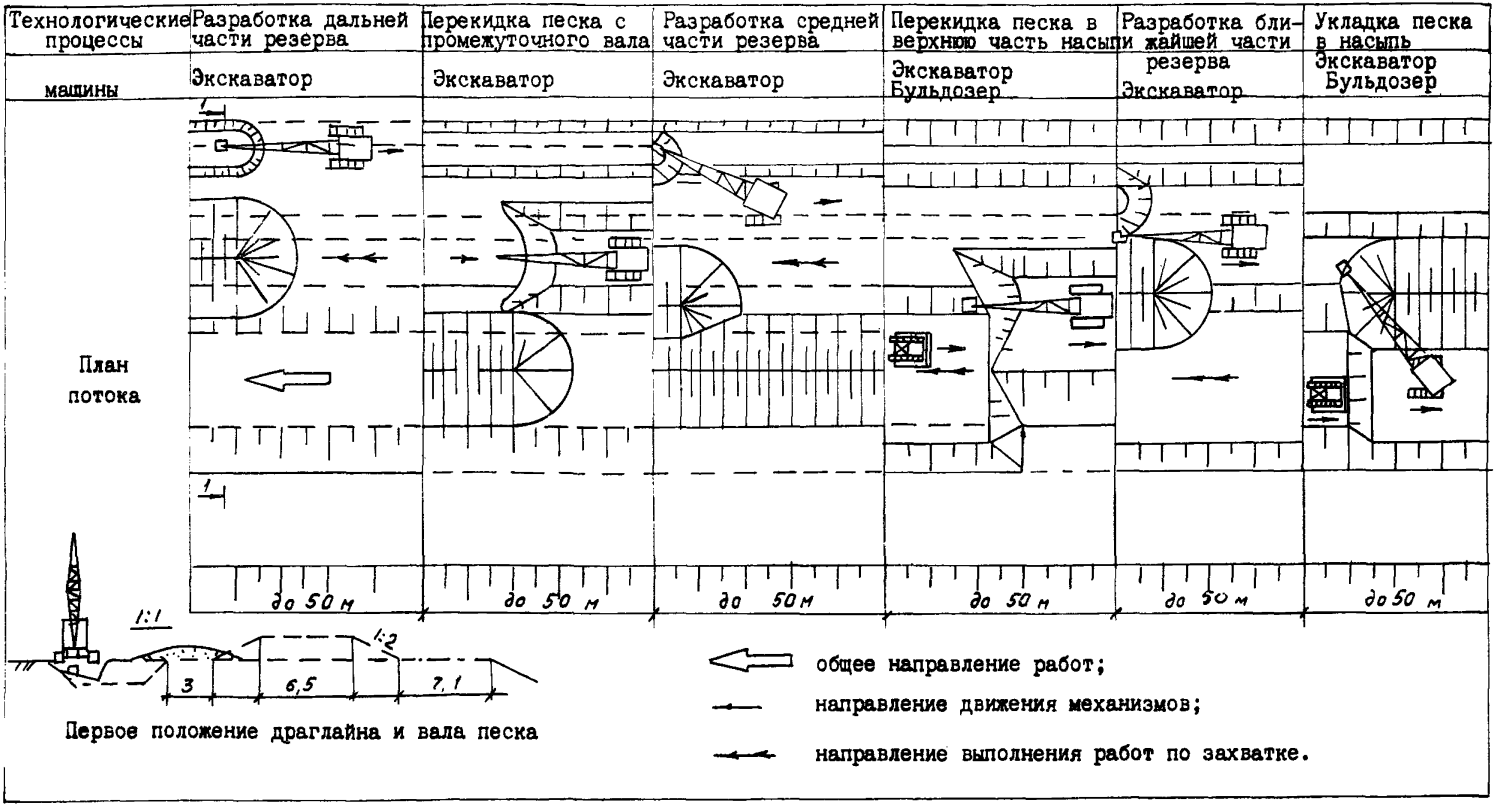


Рис. 7.1. Схема возведения насыпи из резервов драглайном

Зак. 5698, стр. 128—129

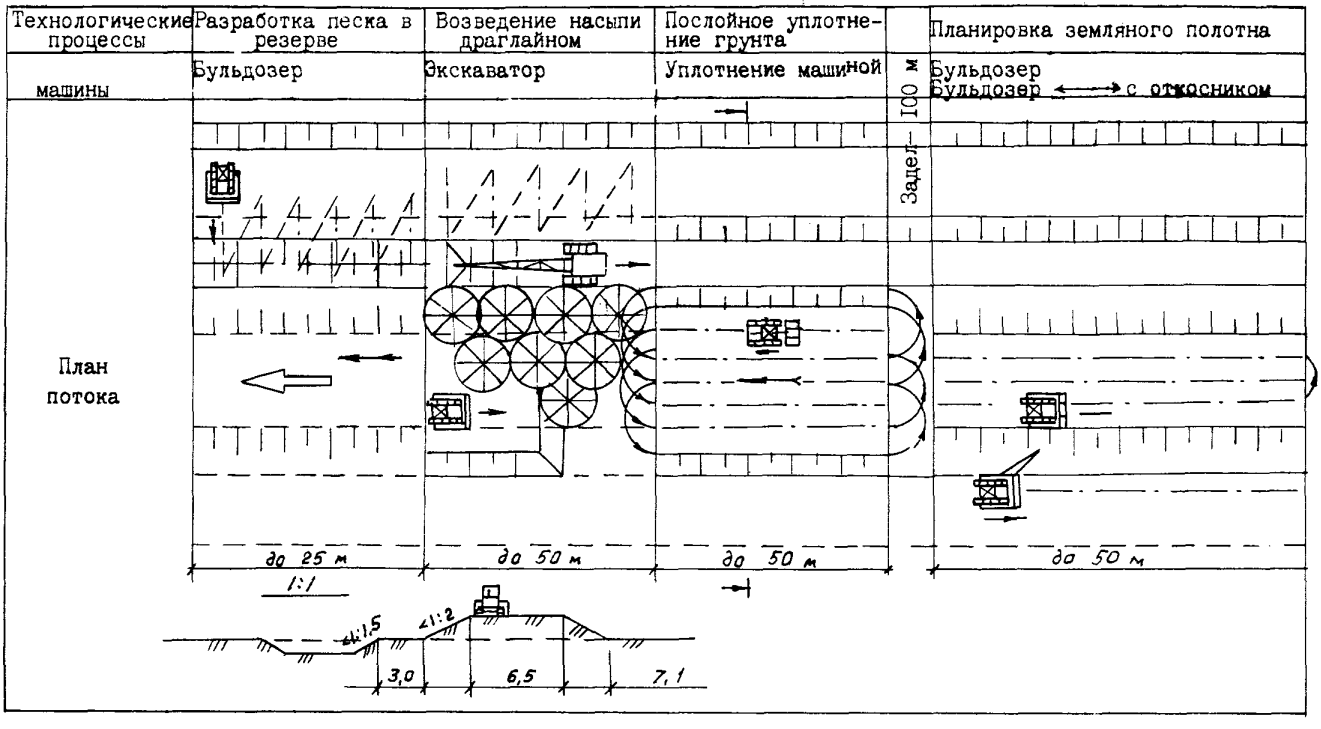


Рис. 7.2. Схема возведения насыпи высотой более 4 м с разработкой грунта в резерве бульдозером

в нижнюю часть насыпи. При втором проходе драглайн разрабатывает среднюю часть резерва и укладывает грунт в вал на берму рядом с нижней частью насыпи, далее перекидывает грунт в ее верхнюю часть.

В дальнейшем драглайн разрабатывает ближнюю часть резерва с укладкой грунта в вал вначале на бермы, а затем в насыпь. Причем работа ведется попеременно на двух смежных захватках. На одной из них отсыпается слой грунта с разравниванием грунта, а на другой уплотняется грунтоуплотняющими машинами, если это требуется нормами.

Второй вариант предусматривает возведение насыпей высотой более 4 м из резервов, на участках с незаросшей или слабозаросшей поверхностью песков. При этом бульдозер производит разработку и перемещение грунта из резервов к месту стоянки драглайна и разравнивание его на насыпи, а драглайн укладывает грунт в насыпь.

Для уменьшения уноса песка ветром возведение насыпи на одном объекте рекомендуется вести несколькими экскаваторами. Возведение насыпи драглайном ведется попеременно на двух смежных захватках. При этом на одной из них разрабатывается и отсыпается слой грунта с разравниванием бульдозером, а на другой уплотняется грунтоуплотняющими машинами, если требуется нормами.

Третий вариант предусматривает возведение насыпи до 5 м драглайном с емкостью ковша до 1,2 м^3 из резервов, где глубина резервов неограничена. Возведение насыпи драглайном ведется попеременно на двух смежных захватках. При этом на одной из них разравнивается слой грунта с разравниванием бульдозером, а на другой уплотняется грунтоуплотняющими машинами, если это требуется нормами. На участках с заросшей и полузаросшей поверхностью песков с целью минимального нарушения естественного закрепления целесообразно закладывать узкие, но глубокие резервы с вертикальными откосами. В этом случае ширину бермы необходимо увеличить на 1,5 м глубины резерва.

7.3. Технологическая схема на производство работ по разработке выемки скреперами в районах распространения песков

7.3.1. В осенне-зимний и ранний весенний периоды, когда пески увлажнены атмосферными осадками, для возведения земляного полотна, особенно в пересеченном рельефе местности с большой высотой барханов и на раздельных пунктах, эффективно могут быть использованы прицепные скреперы с ковшом емкостью 9—15 м^3.

7.3.2. Организация и технология выполнения работ

Схемы производства работ по разработке грунта в выемке, транспортировке и укладке в насыпь приведены на рис. 7.3.

Технологический процесс предусматривает применение одного варианта комплекса машин (табл. 7.4).

Таблица 7.4

Наименование машин	Главный параметр	Количество	Назначение
Бульдозер	10—25 тс	1	Срезка растительного грунта. Устройство дорог, разработка песка в выемке и перемещение в насыпь, разравнивание песка на насыпи, планировка основной площадки
Прицепной скрепер	9—15 м³	1	Разработка песка в выемке и перемещение в насыпь
Грунтоуплотняющие машины (виброкатки)	до 25 тс	1	Уплотнение насыпи
Бульдозер с откосником или автогрейдер	10—25 тс средний	1	Планировка откосов земляного полотна

Технологический процесс разработки выемки скреперами с перемещением грунта в насыпь разбивается на два этапа. Ввиду того, что пески на глубине свыше 1,0—1,5 м в любое время года сохраняют, как правило, постоянную влажность (3% и более), при которой обеспечивается хорошее заполнение ковша скрепера, разработку глубоких выемок производят предварительным снятием верхнего сухого слоя песка послойно бульдозером на указанную глубину. При этом площадь вскрыши должна быть минимальной.

Разработка выемки бульдозером ведется начиная от откосов, слоями толщиной до 30—40 см по всей длине забоя и ширине выемки. Разработку грунта бульдозером ведут под уклон, наибольшая величина которого не должна превышать допустимых уклонов, указанных в паспорте машины. Наиболее производительная работа бульдозеров достигается при уклонах 10—15°.

Насыпь, возводимая с перемещением грунта из выемки, делится на две захватки. Отсыпка слоя начинается с дальней от выемки захватки. После отсыпки и разравнивания

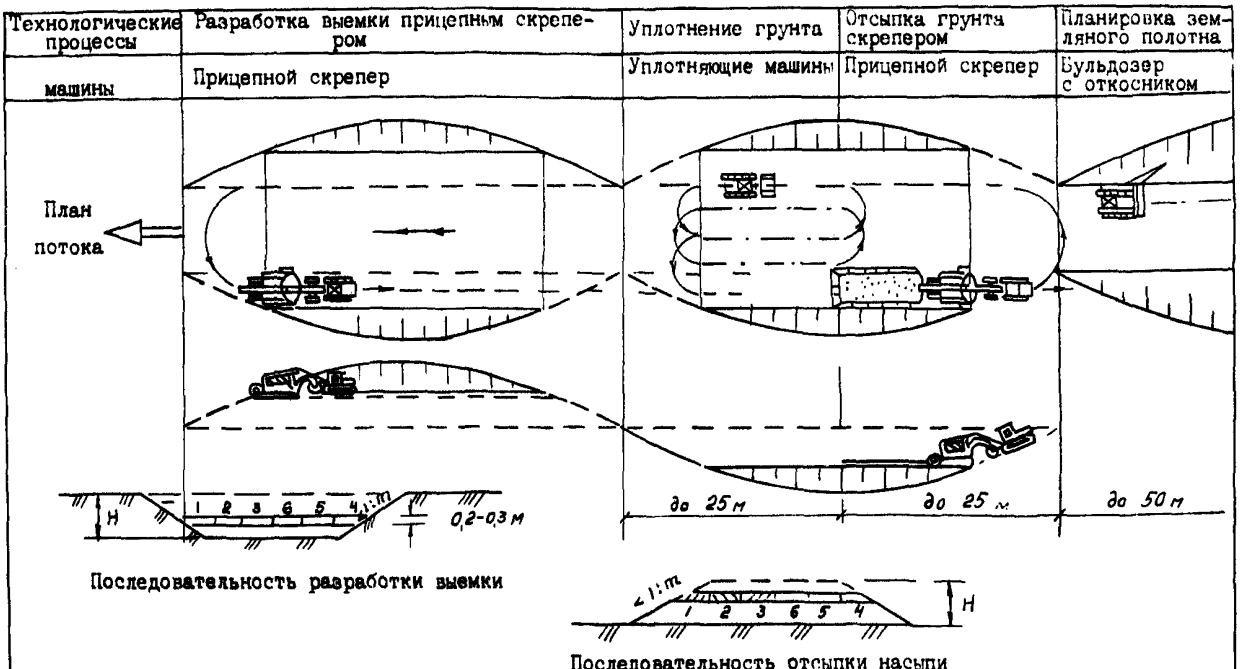


Рис. 7.3. Схема разработки выемки с перемещением и укладкой песка в насыпь скрепером

грунта на этой захватке производится его уплотнение, а на смежной с ней захватке—отсыпка слоя. Во время уплотнения грунта на захватке около выемки бульдозер перемещает грунт с удаленных участков выемки, образуя перед насыпью валы.

Второй этап процесса производства работ при сооружении земляного полотна скреперами состоит из разработки выемки, перемещения и укладки песка в насыпь, послойного разравнивания и уплотнения в насыпи.

Для уменьшения потерь песка устанавливают планки на передней заслонке против коротких ножей, а сбоку ковша скрепера—щетки, препятствующие образованию валиков грунта.

Съезды при высоте насыпи до 2 м устраивают прямыми шириной не менее 4,5 м, при большей высоте—косыми.

Уклоны землевозных дорог для движения скреперов должны быть не круче в порожнем направлении движения для прицепных скреперов спуск 1 : 3, подъем 1 : 1,3, поперечный уклон 1 : 10—1 : 8. Радиусы кривых не менее 15—20 м.

7.4. Технологическая схема на производство работ по возведению насыпи бульдозерами с перемещением грунта из резервов в районах распространения барханных песков

7.4.1. Область применения

При сооружении земляного полотна в барханных песках необходимо учитывать особенности, изложенные в разделе 7.1.

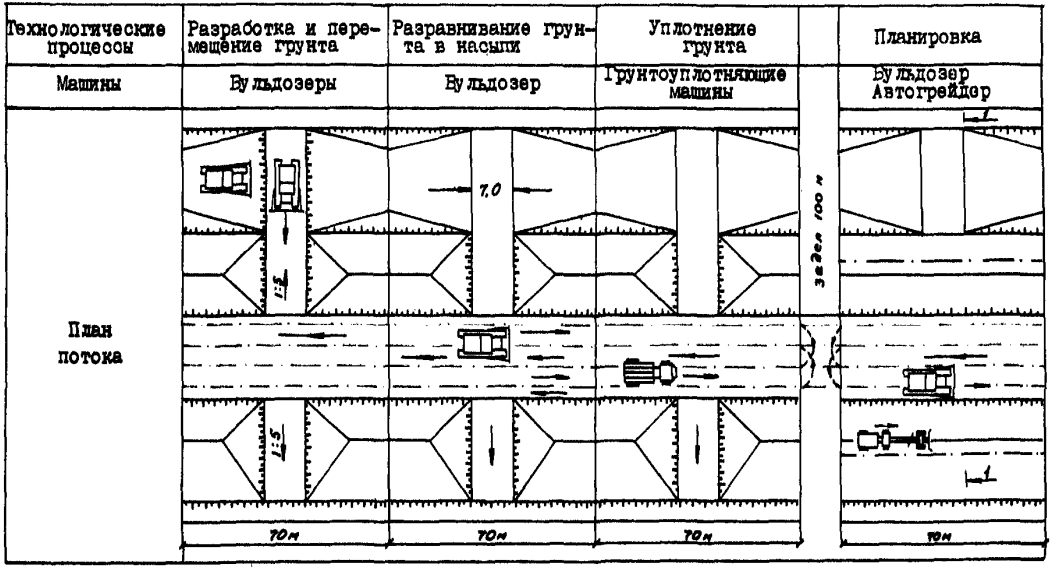
7.4.2. Организация и технология выполнения работ

Схемы производства работ по разработке песка в резервах, транспортировки и укладки в насыпь приведены на рис. 7.4.

Технологический процесс предусматривает применение двух вариантов комплектов машин (табл. 7.5).

Таблица 7.5

Наименование машины	Главный параметр	Количество	Назначение
Бульдозеры	10—25 тс	1	Срезка растительного грунта, устройство дорог, разработка песка в резерве и перемещение в насыпь, разравнивание на насыпи, планировка основной площадки
Грунтоуплотняющие машины	до 25 тс	1	Уплотнение насыпи
Бульдозер с откосником или автогрейдер	10—25 тс средний	1	Планировка откосов земляного полотна



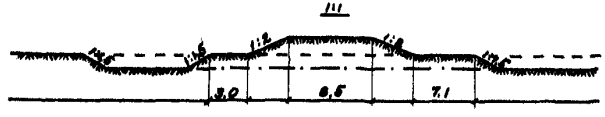


Рис. 7.4. Схема разработки грунта в резервах бульдозерами (заросшие и полузаросшие барханные пески

Первый вариант предусматривает при возведении насыпей из резервов в заросших и полузаросших барханных песках бульдозерами в целях минимального нарушения естественного закрепления разработку и перемещение грунта производить несколькими машинами.

Один или два бульдозера разрабатывают песок в узких глубоких резервах и перемещают его на перемычки, оставленные через каждые 60—70 м; один или два бульдозера перемещают этот песок в пределы насыпи, перпендикулярно ее оси; один или два бульдозера вдоль насыпи, разравнивая его по всей ширине слоя.

В целях устранения потерь песка и повышения производительности бульдозера принимается траншейный способ перемещения. Укладка песка начинается от противоположного резерва (наветренной стороны) откоса насыпи с постоянным продвижением к откосу насыпи со стороны резерва.

Возведение бульдозерами насыпей из одностороннего бокового резерва осуществляется послойной разработкой грунта в резервах, перемещения и послойной укладки песка в насыпи.

При сооружении насыпи из сухих барханных песков по их физическим свойствам уплотнять их не целесообразно.

Второй вариант предусматривает возведение насыпи высотой до 1 м из резерва в барханных песках.

Возведение насыпи бульдозерами из резерва производится на двух смежных захватках. При этом на одной из них ведется отсыпка песка с разравниванием его горизонтальными слоями по всей ширине насыпи, а на другой—уплотнение грунта уплотняющими машинами.

При необходимости уплотнения песка, в целях лучшего использования грунтоуплотняющей машины возведение насыпи на захватке целесообразно производить двумя-четырьмя бульдозерами.

С увеличением высоты насыпи, возводимой из резерва, значительно снижается производительность бульдозера и увеличивается объем грунта, необходимый для устройства въезда его на насыпь.

Въезд устраивается сплошным на протяжении насыпи с уклоном не круче 1 : 5. Потребный для устройства въезда песок является дополнительной присыпкой к насыпи и в дальнейшем не используется.

Планировка откосов насыпи при рабочих отметках до 3,5 м производится бульдозером, оборудованным откосником.

7.5. Технологическая схема на производство работ по укреплению откосов земляного полотна из подвижных песков неразвеваемым грунтом

7.5.1. Область применения

Технологическая схема (ТС) комплексно-механизированного технологического процесса по укреплению откосов земляного полотна из подвижных песков неразвеваемым грунтом разработана для применения при проектировании организации и производства работ, причем разработка неразвеваемого грунта предусмотрена экскаватором-драглайном с транспортированием автосамосвалами.

В составе ТС приведены два варианта комплексно-механизированного технологического процесса укрепления откосов земляного полотна из подвижных песков неразвеваемым грунтом.

Для каждого варианта разработан комплекс строительно-дорожных машин, отличающийся марками ведущих машин. Дополнительные машины приняты общими для всех вариантов.

7.5.2. Организация и технология выполнения работ

Землевозная дорога из сухих песков покрывается слоем неразвеваемого грунта толщиной не менее 0,35 м. При эксплуатации дорога периодически выравнивается бульдозером.

Для уменьшения количества пыли в карьере, на землевозной дороге, а также при отсыпке и планировке неразвеваемого грунта необходимо производить полив водой.

Схема производства работ по укреплению откосов земляного полотна из подвижных песков неразвеваемым грунтом приведена на рис. 7.5.

Технологический процесс выполняется с применением комплекта машин (табл. 7.6).

Схема предусматривает покрытие неразвеваемым грунтом всей основной площадки насыпи для обеспечения проходимости автосамосвалов. Толщина слоя покрытия должна быть не менее 0,15 м. Если после отсыпки покрытия проезд автосамосвалов затруднен, необходимо использовать бульдозер для буксирования автосамосвалов.

Укрепление откосов насыпи неразвеваемым грунтом следует выполнять последовательно на трех захватках.

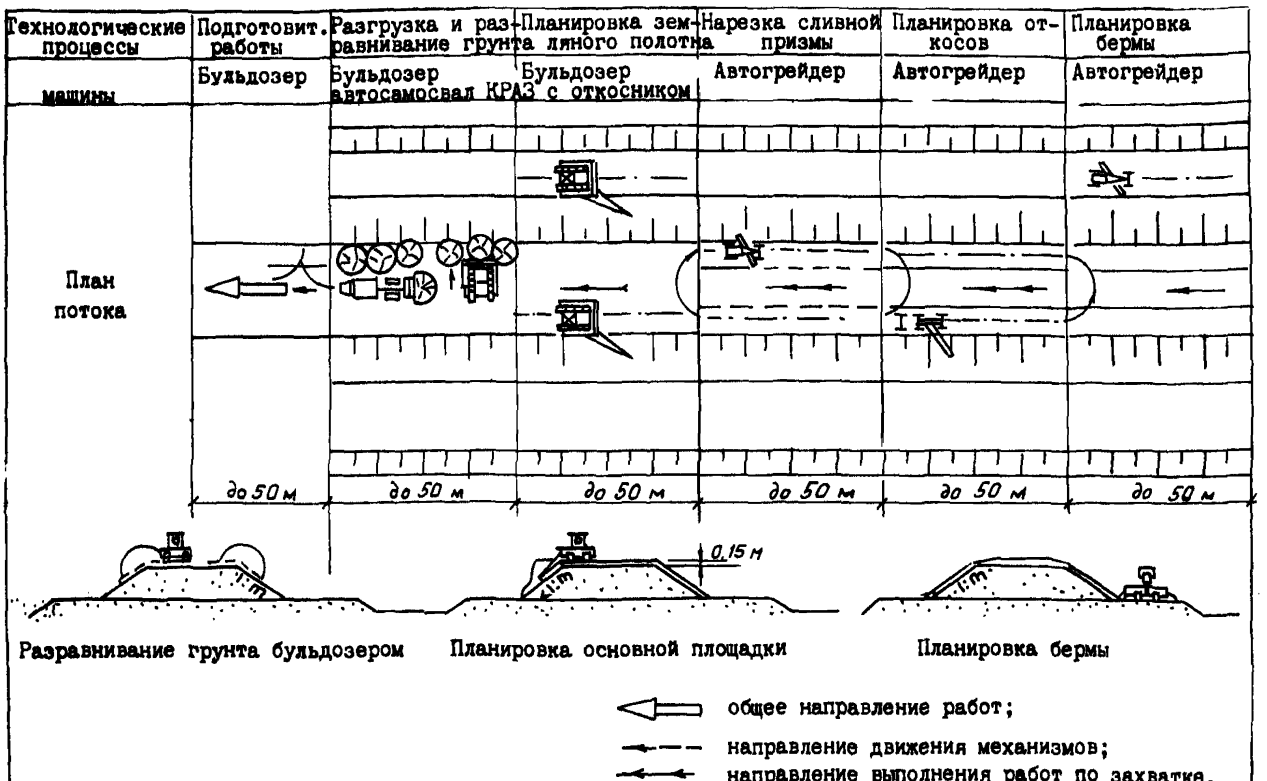


Рис. 7.5. Схема укрепления откосов насыпи из песка неразвеваемым грунтом

Таблица 7.6

Наименование машин	Главный параметр	Количество	Назначение
Бульдозер	10—25 тс	1	Устройство дорог, разравнивание грунта укрепления при рабочих отметках до 3,5 м
Поливомоечная машина	—	1	Устройство и содержание дорог
Экскаватор	0,8—1,2 м³	1	Разработка грунта укрепления в карьере
Автосамосвалы (Татра, КрАЗ)	12—16 т	По расчету в зависимости от дальности перемещения грунта	Перемещение грунта укрепления
Бульдозер с откосником	10—25 тс	1	Планировка грунта на откосах земляного полотна при рабочих отметках до 3,5 м
Автогрейдер	средний	1	Планировка грунта укрепления на основной площадке
Экскаватор с двухотвальным планировщиком	—	1	Планировка грунта укрепления на откосах при рабочих отметках более 3,5 м
Кюветокопатель на базе многоковшового экскаватора или экскаватор-планировщик	—	1	Нарезка кюветов и сливной призмы
Автогрейдер с автоматическим управлением отвалом	—	1	Нарезка кюветов и сливной призмы

7.6. Технологическая схема на производство работ по закреплению песков в полосе отвода и охранной зоне сплошным покрытием химическим мелиорантом

7.6.1. Область применения

Технологическая схема (ТС) комплексно-механизированного технологического процесса закрепления прилегающей полосы песков к земляному полотну химическим мелиорантом (резервы, кавальеры, бермы и т. д.) разработана для приме-

нения при проектировании, организации и производстве работ в опытном порядке в засушливых районах юга Европейской части, Казахстана и Средней Азии.

ТС рассчитана для применения при закреплении прилегающей полосы песков к земляному полотну шириной их 100 м и более, включая барханные пески в полосе отвода и охранной зоне. Причем характер движения песков колебательный с годовым переносом песка не более 20 м³/м.

Назначение закрепления—борьба с дефляцией песков и создание условий, способствующих заращиванию песков в течение 1—3 лет кустарниково-травянистой пустырной растительностью специально подобранного ассортимента.

Закрепление песков с применением химического мелиоранта в комплексе с фитомелиорацией возможно при условиях:

годового количества осадков более 60 мм/год и не менее 10 мм с начала гидрологического года (с октября) к моменту посева и не менее 20—25 мм к моменту посадки;

засоление грунтовых вод ионами хлора менее 0,2% и сульфата менее 0,8%.

Закрепление песков химическим мелиорантом может быть осуществлено и без фитомелиорации в случае производства пескозакрепительных работ в периоды года, когда не рекомендуется посев и посадка пустынной растительности.

Фитомелиорация проводится в соответствии с конкретными почвенно-климатическими условиями.

ТС рассчитана на наличие материалов изысканий по кислотности и засоленности песков; срокам посева, посадки; видам защитных растений-пескозакрепителей.

В составе ТС приведены три варианта комплексно-механизированного процесса закрепления полосы песков и земполотна сплошным покрытием химического мелиоранта.

7.6.2. Организация и технология выполнения работ

До начала производства работ по закреплению полосы песков к земляному полотну химическим мелиорантом с предварительным посевом или посадкой пустынной растительности или без посева и посадки необходимо выполнить ряд подготовительных работ, в том числе разравнивание, разбивка осей движения и мест стоянки машины, предварительный завоз материалов и др.

Схемы производства работ по закреплению песков сплошным покрытием химическим мелиорантом с предварительным посевом или посадкой растительности или без посадки приведены на рис. 7.6.

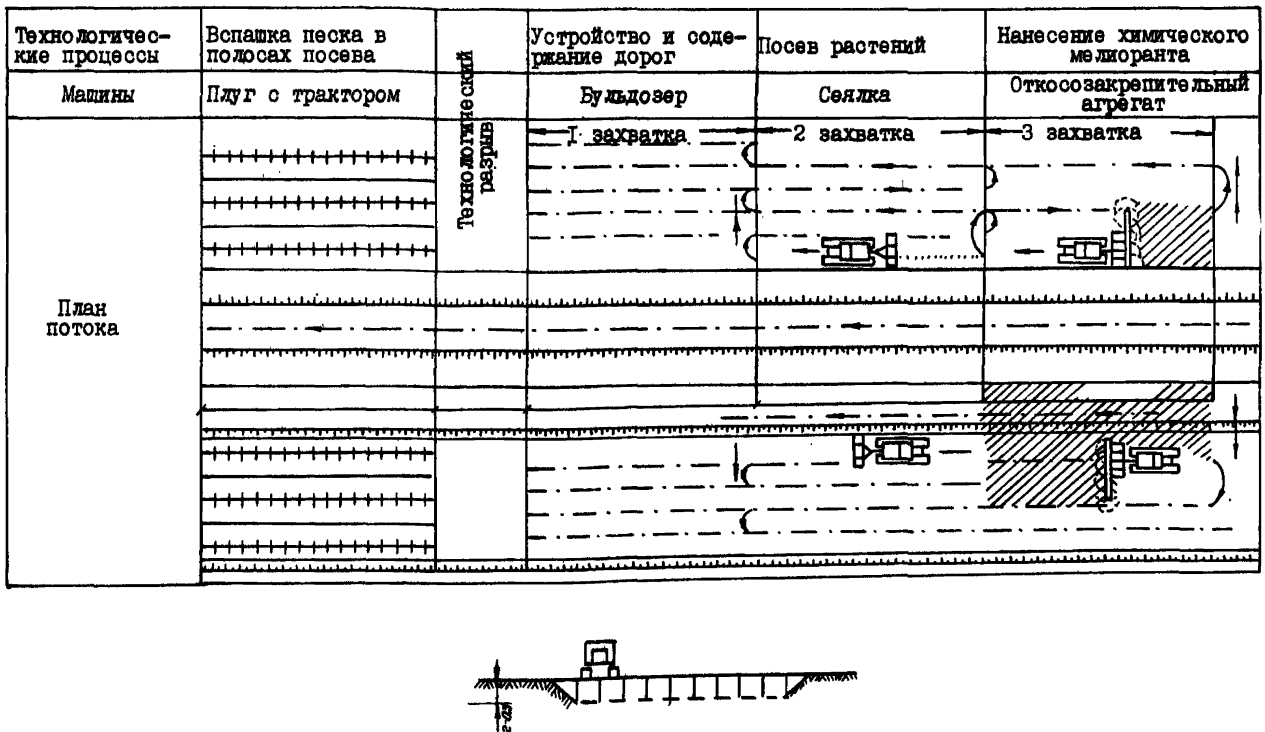


Рис. 7.6. Схема закрепления песков в полосе отвода и охранной зоне сплошным покрытием химическим мелиорантом с предварительным посевом растительности.

Фронт работ по длине разбивается на участки, а участок на захватки. Площадь захватки зависит от сменной производительности агрегата.

Закрепление песков сплошным нанесением химического мелиоранта или посадкой растительности следует выполнять последовательно на двух или трех захватках. На первой захватке производится подготовка площади, на второй—посев или посадка растений, на третьей—нанесение химического мелиоранта.

Если посева или посадки нет, то работы производятся последовательно на двух захватках. Работы начинаются от подошвы земляного полотна.

Технологический процесс предусматривает перед закреплением песков химическим мелиорантом подготовку почвы—обязательный агротехнический прием, выполняемый с целью исключения конкуренции травянистой растительности, а также улучшения водно-физических и химических свойств почвы.

Подготовка почвы производится одноразовой вспашкой плугом в полосах посадки или посева с одновременным боронованием в декабре—январе.

Глубина пахоты зависит от механического состава почвы. На легких песчаных почвах вспашка проводится на глубину 20—22 см, на сильнозаросших и задерненных почвах—на глубину распространения дернины до 28—30 см. На серобурых (солянковые, астрагалово-вьюнковые, полынно-эфемерные пастбища)—глубину вспашки следует также доводить до 28—30 см.

До начала пескозакрепительных работ необходимо проверить всхожесть семян трав и внести соответствующую поправку в нормы посева.

Ежедневная площадь посева принимается равной площади закрепления химическим мелиорантом, для избежания уноса семян ветром.

Норма высева рекомендуемых стандартами семян (кг/га) составляет: черный саксаул—3—4; черкез—4; кандым—8; селитрянка—20; адрипал—4. Норма высева дается для семян 1 класса сортности, для семян 2 и 3 классов сортности эту величину увеличивают соответственно на 1 и 2 кг. Семена саксаула и черкеза заделывают на глубину 1—2 см, кандыма—до 5—6 см.

Рекомендуется 25-м защитная полоса, создаваемая каждая из пяти узких 2,5-м полос со строчным посевом саксаула в них. Расстояние между узкими полосами 5—8 м. Посев

производится сеялкой СредазНИИЛХ. Сроки посева—декабрь—середина марта. В южных районах посев завершается 15—20 февраля, а в северных—в середине марта.

Посадка лесонасаждений производится механизированно с помощью лесопосадочных машин стандартными однолетними сеянцами растений-пескозакрепителей (табл. 7.7).

Таблица 7.7

Культура	Высота надземной части, см			Диаметр корневой шейки, мм		
	Сорт			Сорт		
	1	2	3	1	2	3
Саксаул черный	75	50—75	40—50	5	5—10	10
Саксаул белый	51—60	41—50	30—40	—	—	—
Кандым древовидный	80	60	40	—	—	—
Черкез Палецкого	60	50	35	—	—	—

Благоприятные условия прорастания растений-пескозакрепителей там, где в зимне-весенний период поверхностный горизонт смыкается с нижележащими увлажненными горизонтами (районы со среднемноголетним количеством осадков свыше 250 мм).

Сеянцы саксаула черного высаживаются в оптимальные сроки. Для северных это—зимне-весенний период (до 1 апреля), для центральных и южных районов—зимне-ранне-весенний период (до 15 марта).

Расстояние между рядами посадок 4 м, а между растениями в ряду 0,75—1,0 м.

Закрепление сплошным покрытием полосы песков, прилегающей к земляному полотну, заключается в одно- или многоразовом нанесении на поверхность песка химического мелиоранта пескозакрепительным агрегатом конструкции ТашИИТ (трест «Средазстроймеханизация»), имеющим отдельные штанги с форсунками.

Технология нанесения химического мелиоранта следующая. Пескозакрепительный агрегат заезжает на ряд посевов или посадки так, чтобы посеянные или посаженные растения оказались в просвете между колесами агрегата. Двигаясь вперед по ряду, агрегат наносит химический мелиорант на поверхность песка.

При сплошном закреплении наветренных склонов песчаной поверхности химический мелиорант наносится вначале по нижней части склона, а затем на более высоких относи-

тельных отметках. Линии для агрегата (т. е. для его прохода) по наветренным склонам песчаного рельефа выбираются совместно трактористом и оператором, фиксируются вешками. При нанесении химического мелиоранта должно соблюдаться условие—обязательное перекрытие периферии закрепленного участка закрепляемым.

Сплошное закрепление выполняется при ветрах скоростью не выше 6 м/с.

Сплошное покрытие наветренных склонов песчаного рельефа в полосе отвода и охранной зоне стабилизирует песчаную поверхность, препятствует выносу с закрепляемой поверхности песчаного материала. Покрытие оказывает положительное влияние на сохранение влаги в песках и в общем создает благоприятные условия для роста и развития культур.

Технологический процесс предусматривает применение трех вариантов комплексов машин (табл 7.8).

Таблица 7.8

Наименование машин	Главный параметр	Количество по вариантам			Назначение
		1	2	3	
Плуг		1	1	1	Вспашка песка в полосах посадки или посева
Трактор Т-4		1	1	1	
Бульдозер	10—25 тс	1	1	1	Устройство дорог
Автомашина	Грузоподъемность 5 т	По расчету в зависимости от дальности перевозки			Транспортировка посадочного (посевочного) материала, компонентов мелиоранта
Автоцистерна		1	1	1	Подвозка воды и жидких компонентов химического мелиоранта
Крановое устройство на самоходном шасси	Грузоподъемность до 1,0 т	1	1	1	Разгрузка материалов
Транспортные цистерны, емкость	20, 100, 200, 1200, 10000, 20000 л	по одной			Приготовление и хранение химического мелиоранта
Насос НШ-160/8	—	1	1	1	Приготовление состава
Сеялка Средазниилх	—	1			Посев семян

Продолжение табл. 7.8

Наименование машин	Главный параметр	Количество по вариантам			Назначение
		1	2	3	
Лесопосадочная машина	—		1		Посадка сеянцев
Откосозакрепительный агрегат конструкции «ТашИИТ—трест Средазстроймеханизация»	—	1	1	1	Нанесение химического мелиоранта на поверхность песка

Первый вариант предусматривает предварительный посев пустынной растительности. Посев производится в оптимальные сроки (см. п. 2.8) с использованием сеялки СредазНИИЛХ.

Второй вариант предусматривает предварительную посадку пустынной растительности. Посадка производится также в оптимальные сроки (см. п. 2.10), с использованием лесопосадочных машин.

Третий вариант учитывает, что работы по предварительному посеву или посадке не производятся.

7.6.3. Требования к качеству и приемке работ

В процессе производства закрепительных работ повседневно контролируют: качество применяемого посевочного и посадочного, а также химического мелиоранта; правильность дозировки компонентов мелиоранта; норму расхода посадочного, посевочного и химического мелиоранта на единицу площади; соблюдение технологии производства работ; ведение журнала установленной формы на каждый объект.

Для учета приживаемости и динамики отпада массовых всходов с весны после появления массовых всходов закладываются по диагонали участка ленточные учетные площадки длиной по 10 м через одинаковые промежутки, которые закрепляются на месте колышками, нумеруются и на них раз в месяц учитывается количество всходов.

Пересчет количества растений на гектар закрепляемой площади производится по формуле:

$$N = \frac{n \cdot p}{P},$$

где N—количество кустов на 1 га закрепляемой площади, шт; n—количество растений на всех участках-лентах, шт.; p—сумма площадей всех учетных площадок, м^2; P—общая площадь сплошной пахоты, га, м^2.

При возможности с весны сразу закладываются поперечные ленточные учетные площадки в нужном количестве, на которых ведется ежемесячный пересчет (на части площадок).

Приживаемость культур определяется пересчетом сеянцев на учетных площадках во время осенней инвентаризации. На полосных посевах и посадках учет производится на ленточных площадках 2-метровой ширины, заложенных поперек полос посева. Площадь учета должна составлять на участках до 100 га—1%, при посеве до 1000 га—0,5%, при посеве на массиве 1000 и более га—0,3%. За 100% приживаемости принимается площадь, имеющая на 1 га 1100 шт. растений и более.

Дополнение проводится на всех площадях с приживаемостью от 25 до 85%. На тех участках, где отпад лесных культур неравномерный по площади, производится вторичная перепашка участков без всходов и вторичный посев вручную или посадка сеянцев. При равномерном, но малом количестве всходов целесообразно пополнение делать посадкой сеянцев.

Площади, имеющие менее 25% приживаемости, списываются, перепахиваются и вновь засеиваются или засаживаются.

Раздел 8. СООРУЖЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ВТОРЫХ ПУТЕЙ

8.1. Общие положения

8.1.1. При сооружении земляного полотна второго пути следует учитывать:

стесненность условий производства работ;

необходимость обеспечения безопасности движения поездов по действующему пути, машин и механизмов, занятых на земляных работах, сохранность существующих сооружений и инженерных коммуникаций;

охрану труда работающих на сооружении земляного полотна вторых путей в соответствии с требованиями ОСТ 35-10—80 «Сооружение земляного полотна железных и автомобильных дорог. Требования безопасности».

8.1.2. При разработке проектов производства работ следует учитывать снижение сменной производительности комплектов машин в связи с периодическими перерывами их работы, вызываемыми движением поездов по действующему пути, а также повышенной осторожностью при работе на электрифицированных линиях, введением поправочных коэф-

фициентов (табл. 8.1) к производительности, принимаемой для сооружения земляного полотна вновь строящихся железнодорожных линий.

Таблица 8.1

№ пп	Виды работ	Коэффициент снижения сменной выработки комплектов машин при числе поездов в сутки на соседнем пути			
		14—36	37—72	73—112	113—140
1	Разработка выемок на глубину 4,5 м и транспортировка грунта. Планировка откосов выемок, откосов насыпей экскаваторами с основной площадки, срезка недобора и временного уширения насыпи, нарезка кюветов и сливной призмы. Выторфовка под насыпь второго пути высотой до 3 м на удалении до 10 м от оси действующего пути	0,99	0,95	0,93	0,91
2	То же при работе в охранной зоне контактной сети, линии автоблокировки и вблизи других препятствий на расстояние вылета стрелы	0,83	0,79	0,78	0,76
3	Возведение верхней части насыпи (от отметки ниже 0,75 м бровки существующего полотна и выше на ширину до 10 м от действующего пути) скреперами, бульдозерами, экскаваторами из резерва, автовозка грунта, послойная планировка насыпи бульдозером и уплотнение пневмокатками, срезка шлейфов и растительного грунта с откоса действующего пути	0,99	0,95	0,93	0,91
4	Транспортировка грунта автовозкой через переезд на действующем пути на расстоянии до 2 км	0,96	0,93	0,88	0,85

Количество транспортных, планировочных, уплотняющих и других машин в комплекте устанавливается без учета снижения сменной производительности ведущей машины.

8.1.3. Насыпи под второй путь сооружают из грунтов, однородных с грунтами существующей насыпи или обладающими лучшими дренирующими свойствами.

Учитывая, что на откосах существующей насыпи в период ее эксплуатации, как правило, образуются балластные шлейфы, а неоднократные капитальные ремонты существующего пути приводят к появлению мощного слоя дренирующего грунта под шпалой, необходимо во всех случаях верхнюю часть насыпи отсыпать дренирующим грунтом с фильтрационными свойствами лучшими, чем у грунтов существующей

насыпи. Мощность этого слоя определяется с учетом возможной частичной срезки балластного шлейфа.

8.1.4. Необходимо детальное обследование существующего земляного полотна в части учета его больных мест, выделенных в период эксплуатации; обследование (замеры толщины) балластного слоя для выявления очертания ядра насыпи или выемки; определения наличия и размеров балластных шлейфов в насыпях, просадок, выплесков и балластных корыт, чтобы новое земляное полотно проектировалось с учетом состояния существующего и при необходимости его лечения.

8.1.5. До начала основных работ по сооружению земляного полотна должны быть выполнены все подготовительные работы в соответствии с указаниями второго и настоящего разделов, а также проекта сооружения второго пути—относ линий и устройств связи и СЦБ, опор контактной сети, линий и устройств электроснабжения, коммуникаций различного назначения, зданий и сооружений.

При уширении существующего земляного полотна за счет присыпки особое внимание обращать на уплотнение стыка старой и новой насыпи с обязательной проверкой уплотнения по этому стыку и откосной части.

8.2. Сооружение насыпей и выемок

8.2.1. Перед началом отсыпки насыпей второго пути необходимо провести подготовительные работы, предусмотренные проектом: срезать балластные шлейфы, растительный грунт, нарезать уступы высотой 1 м на откосе существующей насыпи или разрыхлить верхний слой грунта на глубину 10—15 см.

Для выполнения указанных работ рекомендуется использовать бульдозеры, в том числе с откосниками, и экскаваторы-планировщики.

8.2.2. При существующих насыпях из связных грунтов необходимо срезать растительный грунт в основании присыпаемой насыпи; нарезать бульдозером уступы высотой до 1 м в откосе старой насыпи и в дальнейшем такие уступы нарезать по мере возведения насыпи. Грунт балластных шлейфов и уступов в этом случае укладывается в насыпь второго пути.

При необходимости лечения (осушения) существующих насыпей из связных грунтов насыпь второго пути отсыпается из дренгрунта на всю высоту. В этом случае уступы также нарезаются, но грунт удаляется за пределы насыпи.

При наличии балластного шлейфа на откосе необходимо удалить шлейф, если он маломощный и его срезка не угро-

жает безопасности движения поездов, или перейти на отсыпку верхней части насыпи дренгрунтом; при этом уступы не нарезаются, но с откоса шлейфа срезается слой дерна или травяного покрова.

При возникновении угрозы безопасности движения поездов порядок производства работ по срезке балластного шлейфа должен быть установлен индивидуальным проектом.

Если существующая насыпь отсыпана песками, в этом случае необходимо срезать почвенно-растительный слой в основании присыпаемой насыпи второго пути, с откосов существующей насыпи срезать дерн и травяной покров, а при их отсутствии откос разрыхлять на глубину до 10—15 см экскаваторами-планировщиками с навесным рыхлительным оборудованием.

При большой высоте насыпи подготовку ее основания следует производить ярусами: вначале выполняются все необходимые работы на высоту насыпи до 3 м и в пределах первого яруса отсыпается насыпь, затем по этой же технологии возводится остальная часть насыпи.

При ширине нарезаемого на откосе существующей насыпи уступа 1,5 м, временное уширение равно 1,0 м.

8.2.3. Грунт балластных шлейфов и уступов, если это допускается техническими условиями, следует использовать для насыпи второго пути, в противном случае его необходимо удалить за пределы насыпи.

Растительный грунт, снятый как с откосов насыпей, так и выемок, должен быть собран и сохранен для дальнейшего использования для укрепления земляного полотна и рекультивации.

8.2.4. Возведение насыпей автосамосвалами в зависимости от их высоты рекомендуется по схемам однополосного (рис. 8.1) или двухполосного (рис. 8.2) ведения работ.

Однополосную схему ведения работ рекомендуется использовать для возведения насыпей высотой до 3 м и при движении автосамосвалов к месту укладки грунта задним ходом на расстояние до 50 м.

Для насыпей высотой более 3 м рекомендуется двухполосная схема с кольцевым движением или разворотом автосамосвалов на насыпи.

В случаях, когда проектная ширина насыпи недостаточна для двухполосного ведения работ, целесообразно ее временно увеличить.

При этом на неэлектрифицированных линиях грунт временного уширения при окончании возведения насыпи среза-

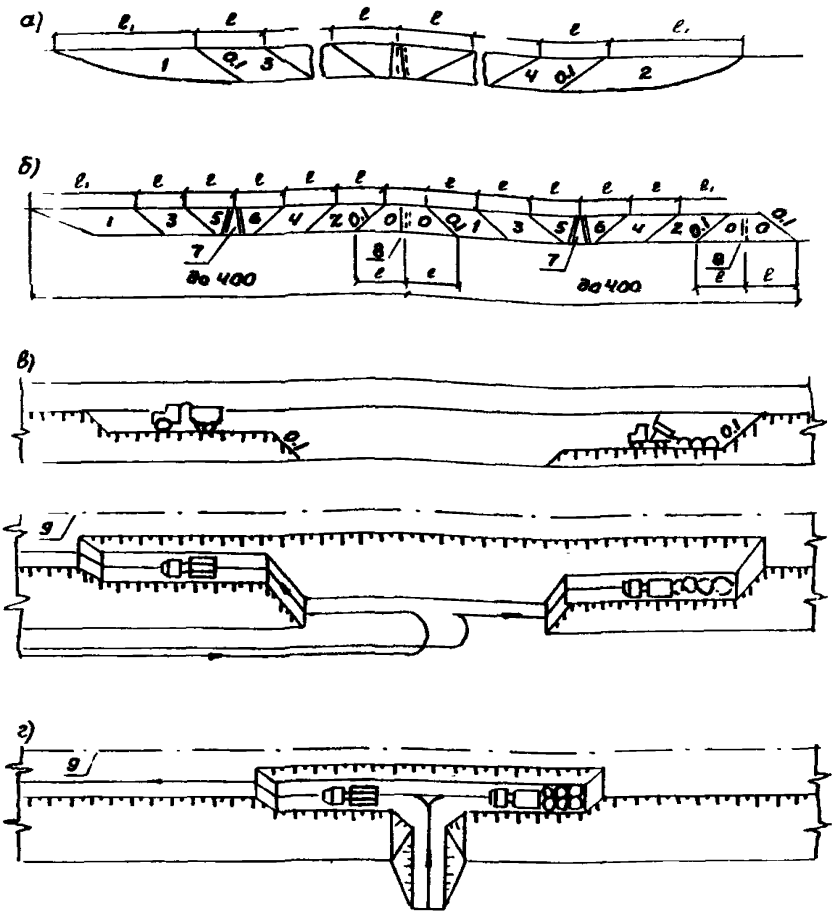


Рис. 8.1. Схема отсыпки насыпи с однополосным ведением работ:

а—разбивка на захватки насыпи при длине ее до 500 м; *б*—то же при длине более 500 м; *в*—работа на захватке (фасад и план); *г*—отсыпка насыпи на стыковых захватках; *0—6*—захватки; *7*—въезд с уклоном не круче 0,1; *8*—съезд с уклоном 0,15; *9*—ось существующего пути

ется с откосов и укладывается с уплотнением в верхнюю часть, если объем срезаемого грунта достаточен для образования слоя не менее 0,2 м или на берму, отсыпаемую у основания вдоль насыпи.

На электрифицированных линиях укладка грунта временного уширения в верхние слои насыпи не рекомендуется, поэтому уширение целесообразно делать не более 0,5 м.

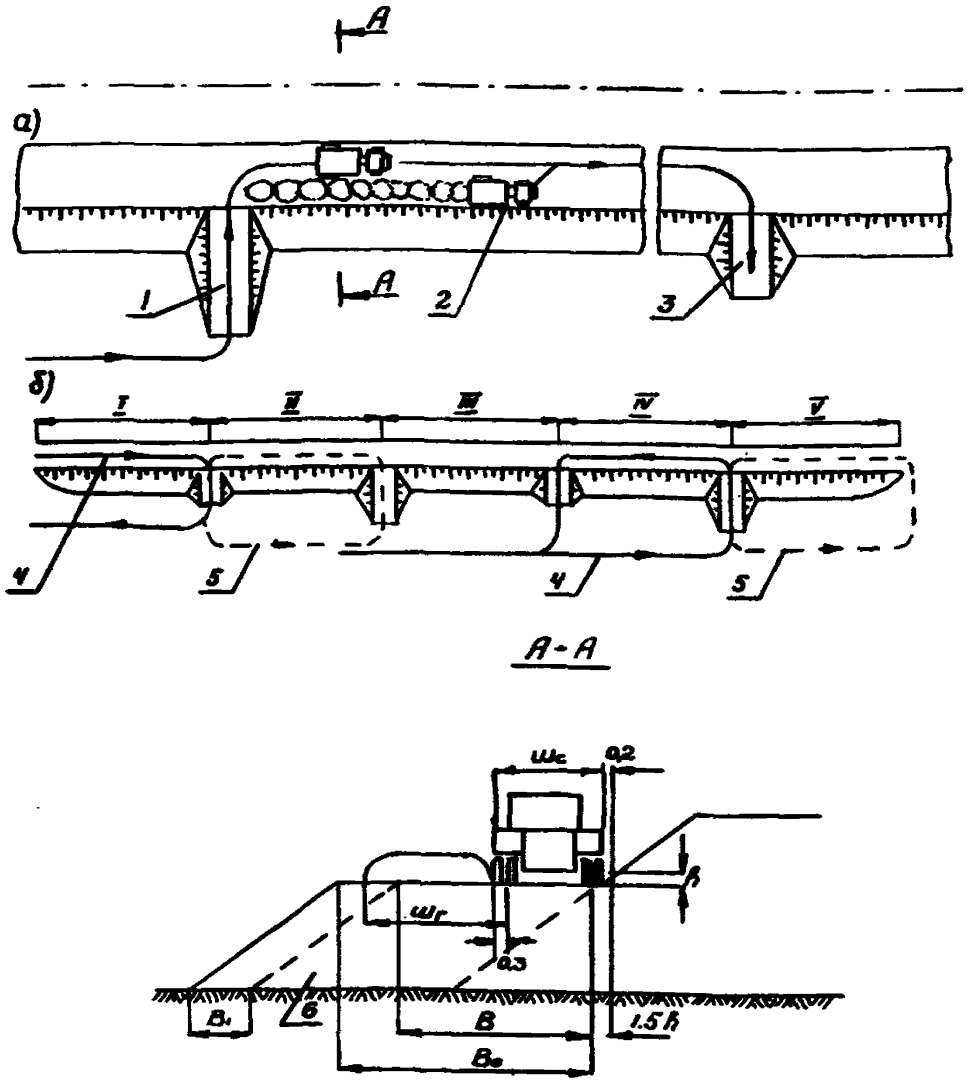


Рис. 8.2. Отсыпка насыпи с двухполосным ведением работ: *а*—разгрузка грунта на захватке; *б*—кольцевое движение автосамосвалов; I—V—захватки; *1*—въезд; *2*—автосамосвалы; *3*—съезд; *4*—кольцевое движение автосамосвалов при отсыпке грунта на захватках I и IV; *5*—кольцевое движение прицепных катков при уплотнении грунта на захватках II и V; *6*—насыпь второго пути; $Ш_г$—ширина полосы для накапливания грунта; $Ш_с$—ширина автосамосвала; *B*—проектная ширина насыпи; B_1—временное уширение насыпи; B_0—полная ширина насыпи; *h*—толщина отсыпаемого слоя

Толщину слоя насыпи, которая может быть отсыпана грунтом из уширения, можно определить по формуле:

$$h = H - \frac{1{,}08H + 0{,}5\alpha}{1{,}02 + \alpha},$$

где *H*—проектная высота насыпи, м; α—коэффициент, равный отношению величины временного уширения B_1 к проектной ширине *B* присыпаемой насыпи.

8.2.5. Объемы дополнительных земляных работ при возведении насыпей с временным уширением (см. приложение 5):

$$V_{доп} = V_{пр} K_1,$$

где $V_{пр}$—проектный объем насыпи, м²; K_1—коэффициент относительного увеличения общего объема грунта насыпи сверх проектного, вызываемого уширением, определяется по формулам:

для случаев использования грунта уширения в насыпь:

$$K_1 = 0{,}05 + \frac{0{,}5}{H};$$

для случаев срезки грунта уширения с укладкой на берму:

$$K_1 = \alpha - 0{,}02.$$

8.2.6. Возведение насыпей рекомендуется делать с устройством дополнительных технологических сооружений: присыпных въездов и съездов, временного уширения, а на участках болот—разъездов для разворота и обгона. Объемы земляных работ на одно сооружение приведены в приложении 5. При длине насыпи менее 300 м подача машин возможна по торцевой части возводимой насыпи; въезды и съезды в этом случае не отсыпаются.

8.2.7. Возведение насыпи высотой до 3 м целесообразно выполнять одновременно на двух захватках: на одной вести разгрузку автосамосвалов, на другой—разравнивание и уплотнение грунта, при этом рекомендуется длину концевых захваток принимать до 100 м, промежуточных не более 50 м, продольный уклон торцевой части насыпи не круче 0,1.

8.2.8. Возведение насыпи протяжением до 500 м рекомендуется начинать с концевых захваток *1* и *2* (см. рис. 8.2, *а*): при отсыпке слоя на захватке *1*, разравнивание и уплотнение грунта производится на захватке *2*.

Отсыпка следующего слоя ведется на захватке *2*, а разравнивание и уплотнение грунта—на захватке *1*. После доведения насыпи на захватках *1* и *2* до проектных отметок работы производятся на смежных захватках *3* и *4* в порядке, указанном для первых двух.

Возведение насыпей большей протяженности целесообразно производить участками по 250—300 м.

Возведение насыпей в границах каждого участка начинается с концевых захваток, на стыке которых одновременно отсыпается съезд для кольцевого движения катков (при уплотнении грунта навесными на тракторах грунтоуплотняющими машинами устройство съездов не требуется). Уплотне-

ние грунта катками выполняется по кольцевой схеме с использованием торцевых и присыпных въездов и съездов.

8.2.9. Насыпи проектной шириной 4,6 м и более и высотой более 3 м, при нарезке уступов в теле существующей насыпи шириной до 1,5 м и временном уширении насыпи на 0,5 м рекомендуется возводить по двухполосной схеме.

Работы следует вести одновременно на двух захватках: на одной разгружать грунт, на другой—разравнивать и уплотнять его. Разгрузку грунта целесообразно вести от начала захватки со стороны входа автосамосвалов.

Насыпи высотой до 6 м рекомендуется сооружать с одновременным устройством въездов и съездов. Въезды в целях уменьшения объема грунта для их устройства рекомендуется возводить в местах с повышенными отметками рельефа. Въезды и съезды размещаются, как правило, поочередно (один съезд между двумя въездами или между концом насыпи и въездом). Рациональная длина захватки 200—300 м. Движение автосамосвалов и прицепных грунтоуплотняющих катков следует осуществлять по кольцевой схеме.

Насыпи высотой более 6 м (рис. 8.3) целесообразно возводить только с устройством съездов. Для заезда на насыпь автосамосвалов и других машин используются нулевые места на отметке отсыпаемого слоя. Насыпи протяжением до 500 м рекомендуется возводить без устройства съездов, одной захваткой, если автосамосвалы во время разравнивания и уплотнения грунта и грунтоуплотняющая машина во время отсыпки слоя могут быть использованы на смежном участке работ.

Возведение насыпи с количеством захваток 3 и более, в целях уменьшения общего пробега автосамосвалов, рекомендуется выполнять, начиная с дальней от карьера захватки, разравнивание и уплотнение грунта производить вслед на смежной захватке.

Насыпи длиной более 100 м во избежание значительного перепробега пневмокатков рекомендуется сооружать с применением навесных на тракторе грунтоуплотняющих машин.

8.2.10. Возведение насыпей на болотах I типа при необходимости частичного или полного удаления торфа в основании насыпи следует производить посекционно—участками длиной 10—15 м в зависимости от глубины траншеи, плотности и устойчивости торфа, что должно быть определено в проекте.

Работу целесообразно производить зимой, когда промерзшая верхняя часть болота позволяет применять экскаваторы без укладки щитов и пользоваться автосамосвалами без устройства сланей при вывозке торфа в отвал.

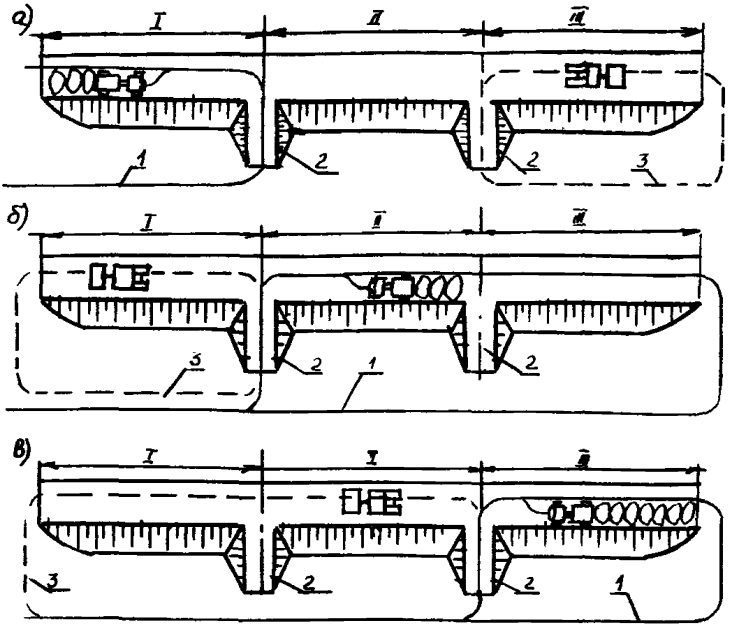


Рис. 8.3. Возведение насыпи высотой более 6 м:

а—отсыпка грунта на захватке I, уплотнение грунта на захватке III; *б*—отсыпка грунта на захватке II, уплотнение грунта на захватке I; *в*—отсыпка грунта на захватке III, уплотнение грунта на захватке II; I, II, III—захватки; *1*—схема движения автосамосвалов; *2*—съезды; *3*—схема движения катков

8.2.11. Засыпку траншей и отсыпку первого слоя насыпи на 0,5 м выше уровня болота следует производить с «головы» вслед за выторфовыванием во избежание просадок насыпи действующего пути и образования льда в траншее в зимний период, который в случае его появления должен быть перед засыпкой траншеи удален.

8.2.12. Насыпи высотой до трех метров на болотах рекомендуется возводить по схеме однополосного ведения работ (рис. 8.4).

Возведение насыпи ведется захватками длиной до 50 м и начинается с дальней от карьера захватки и в границах ее доводится до проектной высоты, после чего в таком же порядке выполняются работы на следующей захватке. Автосамосвалы разворачиваются на разъездах у начала захватки и подаются на разгрузку задним ходом по торцевой части насыпи. Отсыпка каждого слоя производится в направлении от дальнего конца к началу захватки.

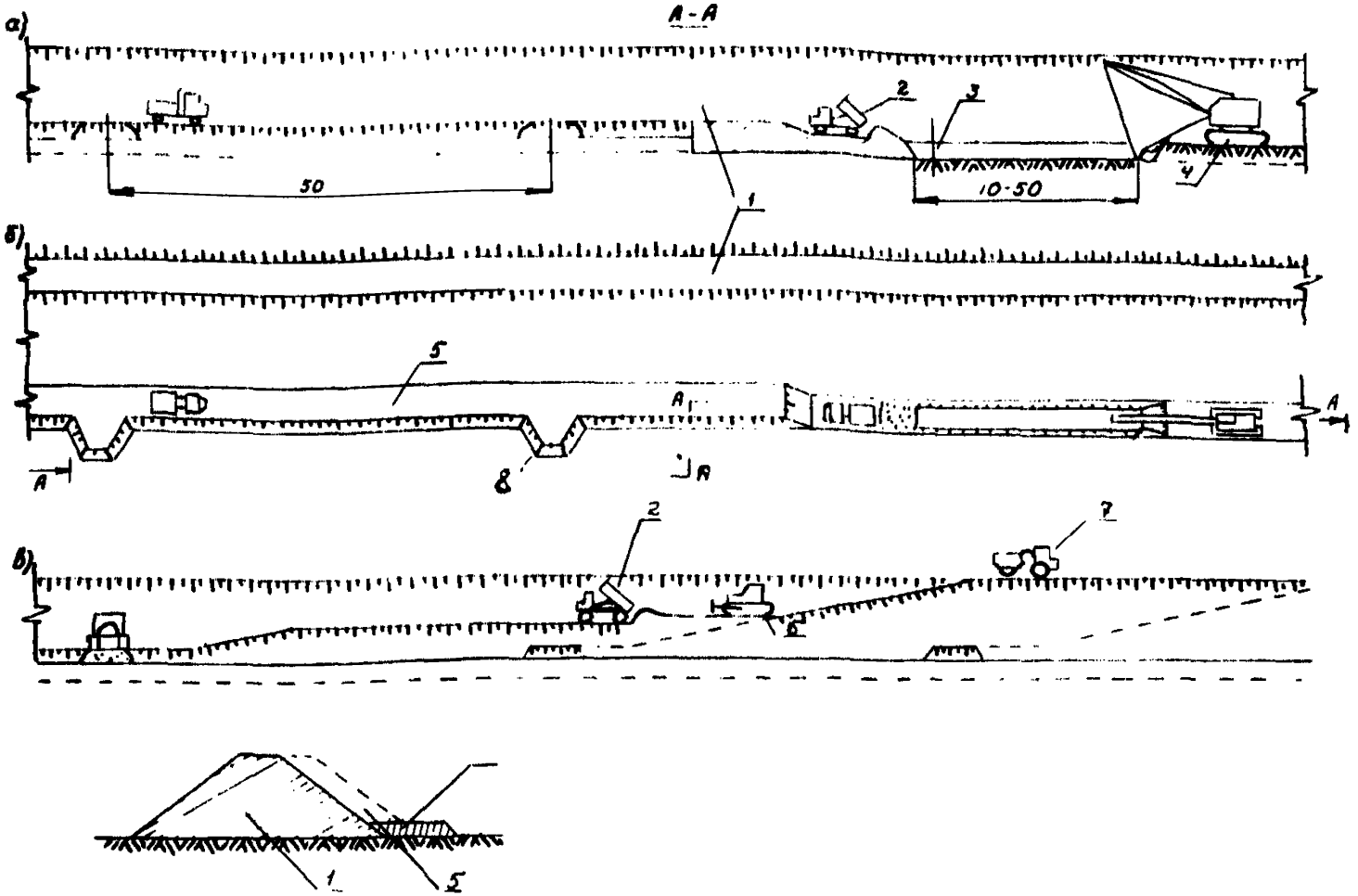


Рис. 8.4. Отсыпка насыпи по схеме однополосного ведения работ на болотах I типа:

а, б—выторфовывание, засыпка траншей, отсыпка нижнего слоя и разъездов; *в*—отсыпка насыпи с отметки 0,5 м выше уровня болота до проектной; *1*—насыпь существующего пути; *2*—автосамосвалы; *3*—глубина выторфовывания; *4*—экскаватор-драглайн; *5*—насыпь второго пути; *6*—бульдозер; *7*—грунтоуплотняющая мащина; *8*—разъезды

Разравнивание и уплотнение грунта следует вести вслед за его отсыпкой. Работа бульдозера и грунтоуплотняющей машины должна быть организована так, чтобы к окончанию отсыпки слоя на захватке разрыв между нагрузкой, разравниванием и уплотнением грунта был минимальным, а уплотнение слоя на этой части захватки заканчивалось к подходу очередного самосвала для пропуска его в конец захватки для отсыпки следующего слоя; грунтоуплотняющая машина и бульдозер при этом отводятся на смежную, ранее отсыпанную часть насыпи.

8.2.13. Насыпи высотой более 3 м (а при отсутствии навесной на тракторе грунтоуплотняющей машины и до 3 м) рекомендуется возводить по схеме двухполосного ведения работ (рис. 8.5).

Насыпи возводятся с устройством вспомогательных разъездов, отсыпаемых через каждые 50 м на высоту 0,5 м, и основных разъездов, возводимых одновременно с насыпью у концов захваток.

Послойное возведение насыпи с отметкой 0,5 м и выше уровня болота рекомендуется начинать с дальнего от карьера конца насыпи и вести одновременно на двух захватках; на одной из них отсыпается грунт, на другой производится разравнивание и уплотнение его.

Автосамосвалы проходят от начала болота до мест выгрузки грунта и обратно по насыпи с разворотом на разъезде в конце захватки, на которой ведется его выгрузка. Для пропуска груженых автосамосвалов встречные машины делают остановку на разъезде, ближайшем к месту скрещения.

Основные разъезды при уплотнении насыпи катками возводятся с размерами площадок, необходимыми для разворота на них катков; при уплотнении навесными на тракторах машинами—с размерами площадок, необходимых для разворота автосамосвалов.

Насыпи высотой до 6 м делятся на захватки длиной 200—300 м; движение автосамосвалов и катков осуществляется по кольцу.

Насыпи высотой 6—12 м, протяженностью до 600 м рекомендуется возводить одной захваткой без устройства основных разъездов.

8.2.14. При разработке выемок с рабочими отметками большими, чем максимальная глубина резания экскаватора, работы по устройству выемок должны выполняться в два яруса.

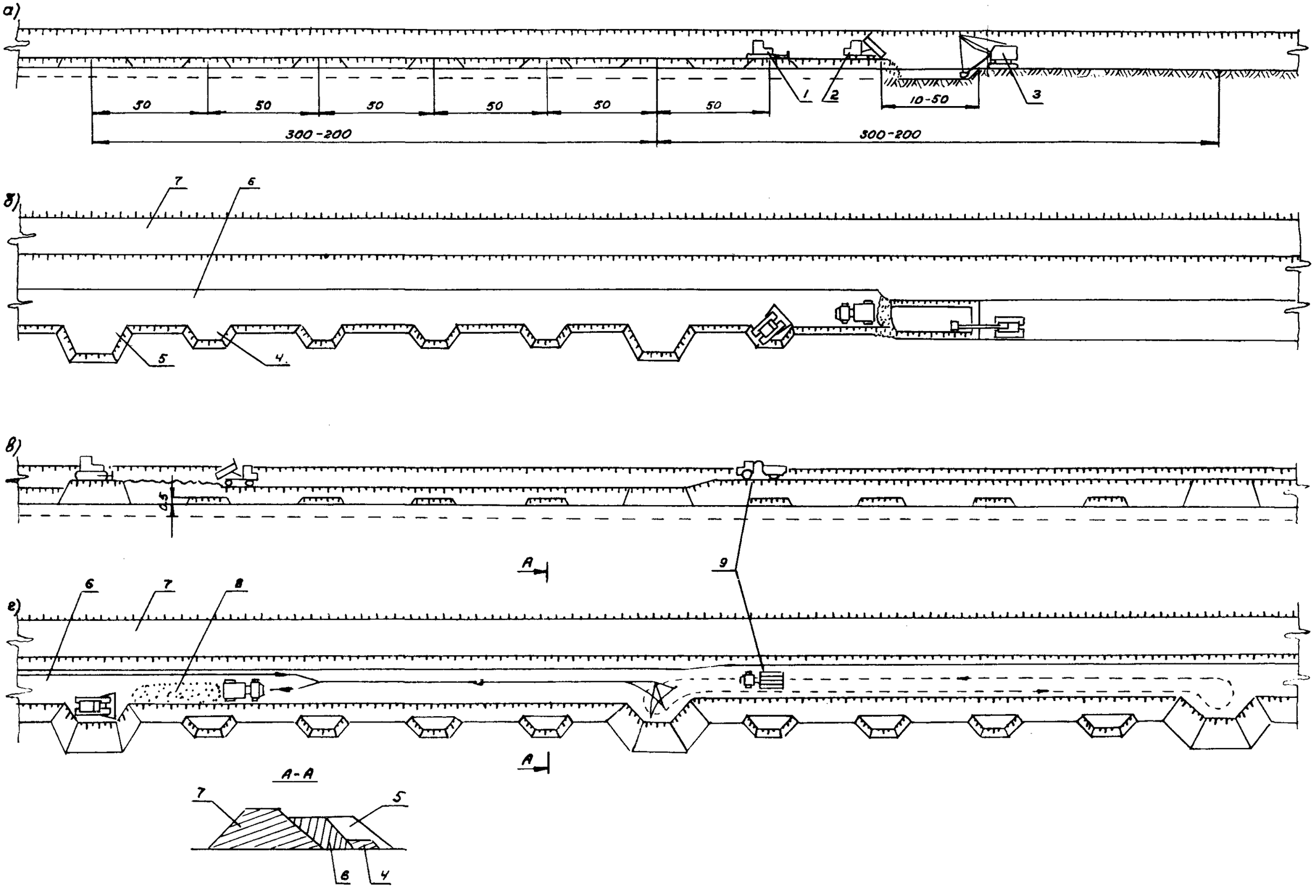


Рис. 8.5. Отсыпка насыпи на болоте по схеме двухполосного ведения работ:

а, б—выторфовывание, засыпка траншей, отсыпка нижнего слоя и разъездов; *в, г*—отсыпки насыпи с отметки 0,5 м выше уровня болота до проектной; *1*—бульдозер; *2*—автосамосвалы; *3*—экскаватор-драглайн; *4*—разъезды вспомогательные; *5*—разъезды основные; *6*—насыпь второго пути; *7*—насыпь существующего пути; *8*—отсыпка грунта; *9*—грунтоуплотняющая машина

Автосамосвалы должны подаваться под погрузку в одном уровне с экскаватором. С этой целью в откосе выемки необходимо нарезать технологическую полку, на которой находится экскаватор и проезжают автосамосвалы. Ширина полки определяется исходя из конструктивных данных автосамосвалов с таким расчетом, чтобы они могли развернуться на 180° в два приема:

$$B_{\text{п}} = r_{\text{пп}} + L_{\text{з}} - B_{\text{в}},$$

где $r_{\text{пп}}$—габаритный передний радиус поворота, м, зависит от радиуса поворота по оси машины и ширины автосамосвала; $L_{\text{з}}$—величина заднего свеса, м; $B_{\text{в}}$—проектная ширина разрабатываемой выемки, м.

При разработке второго яруса автосамосвалы могут подаваться под погрузку и по основной площадке сооружаемого земляного полотна второго пути. Для разворота автосамосвалов в откосах выемки через каждые 50 м устраиваются ниши.

При разработке проектов производства работ необходимо учитывать, что при очевидных преимуществах полок: повышение устойчивости откосов выемок; ограничение необходимых маневров машин; возможности организации двухполосного движения машин; обеспечение целостности основной площадки земляного полотна второго пути и т. д.—объемы работ по устройству полок примерно в 1,3 раза больше, чем при разработке ниш.

Расстояние между перегрузочными карьерами определяется в зависимости от себестоимости 1 м³ дренирующего грунта, а также стоимости его транспортировки в насыпь.

8.2.15. Для транспортирования дренирующего грунта, необходимого при возведении насыпей, рекомендуется использование железнодорожного транспорта. При этом возможны следующие две технологические схемы: выгрузка грунта с действующего в насыпь второго пути (за исключением заболоченных участков); комбинированная возка грунта с устройством временных перегрузочных карьеров и транспортировкой грунта в сооружаемую насыпь автосамосвалами.

8.2.16. С действующего в насыпь второго пути грунт может быть разгружен из думпкаров с откидным бортом при высоте насыпи действующего пути до 5 м, из думпкаров с подъемным бортом—до 3 м.

8.2.17. Разгрузку землевозного поезда с действующего пути на перегоне следует производить во время «окна» без дополнительной передвижки или с передвижкой вагонов в зависимости от толщины отсыпаемого слоя насыпи и емко-

сти думпкаров. Грунт после разгрузки думпкаров с обочин и откоса действующего земляного полотна наиболее целесообразно переместить экскаватором-планировщиком в отсыпаемый слой насыпи, спланировать и уплотнить (рис. 8.6).

8.2.18. Для предотвращения засорений щебеночного балласта существующего пути необходимо перед выгрузкой грунта из думпкаров откосную часть балластной призмы покрывать со стороны междупутья мешковиной, полиэтиленовой пленкой или щитами.

В целях снижения стоимости и трудоемкости этих работ целесообразно по согласованию с организациями МПС планировать поездную возку грунта перед ремонтами пути с последующей очисткой балластного слоя механизированным способом. После уборки грунта в насыпь второго пути защитное покрытие снимается для применения его на следующем участке.

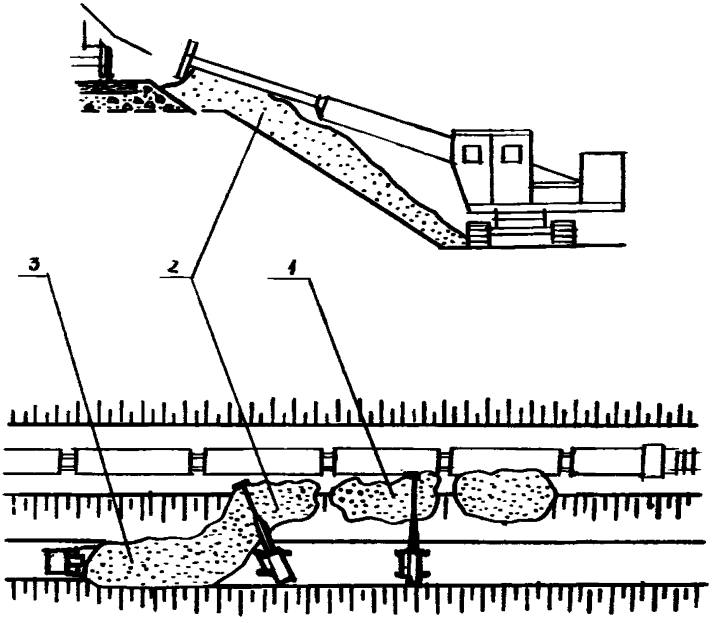


Рис. 8.6. Схема отсыпки насыпи с действующего пути:

1—очистка габарита экскаватором-планировщиком; *2*—сдвижка грунта с обочины и откоса в основание отсыпаемого слоя; *3*—планировка грунта бульдозером

Перед выездом поезда с перегона после разгрузки необходимо очистить от грунта борта думпкаров, удалить грунт с конструкций верхнего строения пути и привести весь поезд в транспортное состояние.

8.2.19. Перегрузочные карьеры рекомендуется размещать на раздельных пунктах со стороны второго пути, в сухих местах, имеющих подъезд для автосамосвалов при высоте насыпи 1—3 м (рис. 8.7). Возможно также использовать примыкающую к станции часть уложенного второго пути длиной, равной или больше длины землевозного поезда, в этом случае при большой длине перегона можно устраивать несколько перегрузочных карьеров.

При возведении насыпей из дренирующего грунта с рабочими отметками свыше 4 м поездная возка затруднена и работы должны выполняться в два этапа: нижняя часть насыпи возводится автосамосвалами из перегрузочного карьера (даже при безусловной эффективности поездной возки), а верхняя часть—поездной возкой. Экскаватор-планировщик при этом находится на уже отсыпанном слое. Такая организация работ связана с тем, что машинист экскаватора-планировщика при высоте насыпи более 4 м не видит верхнего

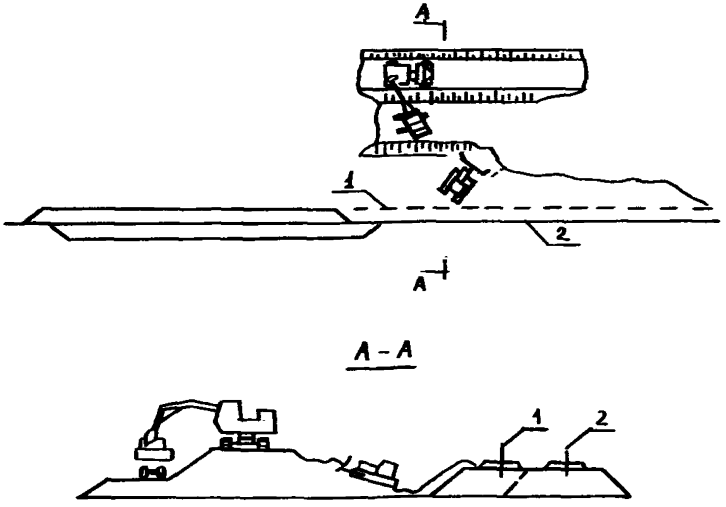


Рис. 8.7. Перегрузочный карьер дренирующего грунта на раздельном пункте:
1—ось разгрузочного пути; *2*—ось существующего пути

строения пути существующей линии и при очистке габарита подвижного состава может повредить рельсо-шпальную решетку.

Потребность в думпкарах определяется с учетом коэффициента на уплотнение грунта 1,12—1,18 в зависимости от степени уплотнения насыпи, а при комбинированной возке грунта—также с учетом потерь при автовозке 0,5—1,5% и потерь в перегрузочных карьерах в размерах не менее 2%.

Уплотнение грунта при поездной возке, особенно думпкарами вместимостью 36 м^3, следует производить преимущественно мощными виброкатками, уплотняющими слой до 0,7 м.

8.2.20. В случаях, когда грунт временного уширения насыпи используется для отсыпки верхних слоев и насыпь возводится до высоты $H_0 = H - h$, въезды (съезды) следует отсыпать также до высоты H_0, а запас грунта, необходимый для досыпки их до проектной высоты, размещать на откосах въезда (съезда) или на насыпи.

8.2.21. Для срезки грунта временного уширения рекомендуется использовать те же машины, что и для срезки балластных шлейфов и растительного грунта.

Работы по отсыпке верхних слоев насыпи ведутся одновременно на трех захватках: на первой экскаватором срезается грунт из уширения и отсыпается насыпь; на второй грунт разравнивается бульдозером; на третьей производится уплотнение слоя грунта.

При необходимости разравнивание и уплотнение грунта может выполняться на одной захватке.

8.2.22. Уширение скальных выемок экскаваторами с рыхлением грунтов взрывным способом и транспортировкой грунта в насыпь автосамосвалами следует производить по индивидуальным проектам. При определении технико-экономических показателей необходимо учитывать интенсивность движения поездов по участку работ, количество и продолжительность «окон».

8.2.23. При уширении скальных выемок под второй путь должны выполняться требования ВСН 178—91 и «Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при производстве буровзрывных работ и скальных работ на строительстве вторых путей».

Скальные выемки глубиной до 8 м с откосами 1 : 0,75 и круче при уширении следует разрабатывать в один уступ торцовой проходкой. Взрывание должно выполняться на коротких участках выемки из расчета уборки взорванного грунта, попавшего на путь, в выделенное «окно».

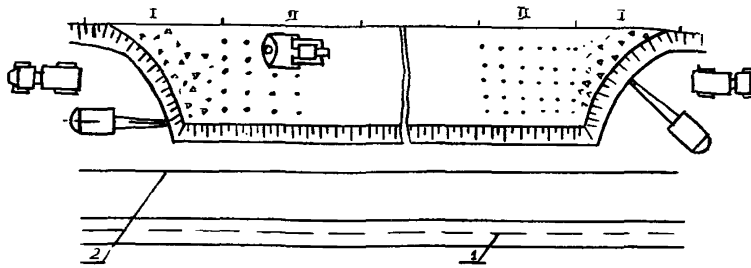


Рис. 8.8. Схема разработки выемки с двух концов:
I—участок экскаваторных работ; II—участок буровзрывных работ; *1*—действующий путь; *2*—линия габарита приближения строений

Разработка выемок при этом должна выполняться, по возможности, с двух ее концов (рис. 8.8) экскаваторами с ковшом 1,25—1,6 м³.

Выемки глубиной до 2 м следует взрывать в один-два приема по всей длине.

8.2.24. Темпы разработки выемки следует определять из расчета выделения в среднем (за время разработки выемки) от двух до четырех «окон» в неделю. При этом объем грунта, взорванного в «окно», должен быть в пределах от 200 до 800 м³ в зависимости от длительности «окна», местных условий и характеристики скального массива, а также от применяемых средств и технологии буровзрывных работ.

8.2.25. Для обеспечения безопасности производства работ и движения поездов при разработке выемок в слабовыветривающихся скальных грунтах с откосами 1 : 0,2—1 : 0,5 при нормальном междупутье (4,1 м) требуется уширение выемок сверх конструктивно необходимых размеров. Величина уширения выемки и технология производства работ должны быть установлены проектом.

В пределах участка разрабатываемой выемки, когда ширина ее недостаточна для разворота автосамосвалов, подача их под экскаватор производится задним ходом (рис. 8.9).

Уборка взорванного грунта с пути за пределы габарита приближения строений производится в «окно» с перемещением в выработанное пространство выемки. Разделку габаритов выполняют накладными или шпуровыми зарядами, а также с помощью навесного оборудования на экскаваторе (гидроклин, взрывогенератор и др.).

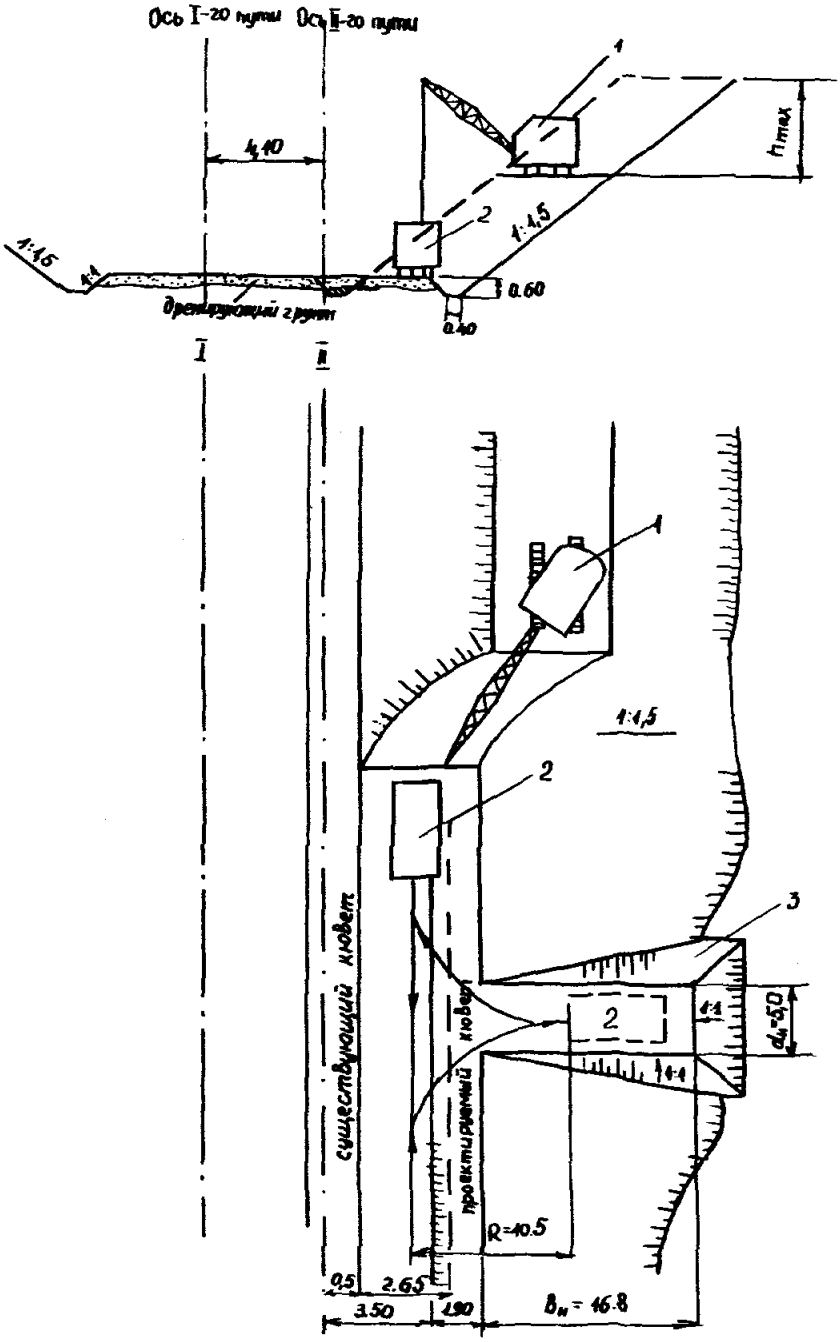


Рис. 8.9. Разработка глубоких выемок экскаватором:
1—разработка выемки экскаватором; *2*—транспортировка грунта автосамосвалами; *3*—технологическая ниша для разворота автосамосвалов

8.3. Сравнение и выбор технологических схем

8.3.1. Характерной особенностью всех технологических схем сооружения земляного полотна вторых путей является наличие не только основных работ, в результате которых образуется конструкция земляного полотна, но и дополнительных работ, необходимость которых вызвана технологией производства и особенностями эксплуатации действующего пути. К дополнительным работам относят разработку и отсыпку грунта в дополнительные технологические земляные сооружения (дополнительные объемы грунта), а также дополнительные виды работ, обусловленные конструктивными особенностями земляного полотна вторых путей (нарезка уступов, срезка балластных шлейфов и т. д.).

К дополнительным объемам грунта относят работы по сооружению въездов и съездов на насыпях и в выемках; площадок для разворота автосамосвалов при отсыпке насыпей на болотах, а также грунт, который остается на откосе после нарезки временного уширения.

Состав дополнительных работ различен в различных технологических схемах. Это приводит к тому, что применение одних и тех же комплектов машин в различных технологических схемах связано с изменением их составов, номенклатуры и объемов основных и дополнительных работ. С учетом этих особенностей при определении экономической эффективности способов механизации земляных работ на вторых путях необходимо сравнивать технологические схемы в целом.

В качестве основного показателя экономической эффективности вариантов механизации применяют суммарный размер приведенных затрат на выполнение одинакового объема основных работ.

8.3.2. Приведенные затраты определяются с учетом единовременных (E_0), текущих эксплуатационных ($C_т$) и годовых затрат ($З_г + A_д(L)$):

$$З_у = \frac{F_0(h;\ V_0;\ V_{доп})}{V_0} + \frac{(З_г + A_д(L)) + Ц \cdot E_н}{П_ч(K_д;\ K_э)\Phi_г(K_д;\ K_э;\ V_{доп};\ L_п)} + \frac{C_т(Г;\ W;\ V_{доп}) + P(K_д;\ K_э)}{П_у(K_д;\ K_э)},$$

где h—рабочие отметки; V_0; $V_{доп}$—объемы основных и дополнительных работ; $K_д$; $K_э$—коэффициенты, учитывающие потери рабочего времени при работе вблизи действующей электрифицированной линии; $Г$; W—вид и влажность грунта насыпи и основания; $П_ч$—эксплуатационная часовая производительность машин; $\Phi_г$—годовой фонд рабочего времени; L—протяженность притрассовых землевозных автодорог; $Ц$—капитальные вложения в комплект машин и ремонтную базу для его эксплуатации.

8.3.3. Специфика технологии сооружения земляного полотна вторых путей оказывает влияние на потребные затраты машинного времени отдельных комплектов и машинных парков в целом.

Прирост затрат машинного времени определяется с помощью коэффициента $K_т$, учитывающего объемы работ в дополнительные технологические сооружения $V_{доп}$ и затраты машинного времени при работе в непосредственной близости от действующей электрифицированной линии:

$$K_т = \frac{K_о \cdot K_э}{K_д}; \quad K_о = \frac{V_о + V^1_{доп}}{V_о}.$$

При буровзрывных работах в скальных выемках, а также при возведении насыпей поездной возкой дополнительно к коэффициенту $K_т$ должно учитываться увеличение затрат машинного времени, связанное с ожиданием думпкарной вертушки или на подготовку буровзрывных работ.

Затраты машинного времени комплектующих машин на вторых путях увеличиваются в большем размере, чем основных в связи с выполнением ими не только дополнительных объемов, но и дополнительных видов работ, например, срезка балластного шлейфа, нарезка уступов на откосах существующей насыпи и т. д. Для комплектующих машин:

$$K_{тк} = 1 + \sum \frac{V_{доп\,j} П_о}{V_о; \; П_j} \frac{K_э}{K_д},$$

где $V_{доп\,j}$—объемы дополнительных работ i-го вида; $V_о$—объемы основных работ; $П_о$; $П_j$—производительность машин при выполнении основных и дополнительных работ соответственно.

Дополнительные объемы и условия производства работ приводят к увеличению потребности в основных и комплектующих машинах в среднем в размере 20—30% в зависимости от рабочих отметок, размеров движения поездов по действующему пути и т. д.

8.3.4. При определении эффективности поездной возки грунта необходимо учитывать не только затраты на разработку, транспортировку, разгрузку и укладку грунта в насыпь, но и затраты, связанные с задержкой и простоем поездов в «окно» и обустройством и эксплуатацией карьеров поездной возки.

Затраты, связанные с простоем поездов в «окно», зависят от пропускной способности участка, размеров грузового и пассажирского движения, коэффициента пакетности и продолжительности «окна» и составляют 20—30% общей стоимости возведения земляного полотна поездной возкой.

Эффективность технологических схем поездной возки зависит также от расходов на открытие и дальнейшую эксплуатацию карьеров поездной возки грунта. Они связаны с устройством подъездных путей от станции примыкания, сети приемо-отправочных путей у карьера и карьерных путей и составляют в среднем 20—25% суммарной стоимости возведения земляного полотна поездной возкой.

Полная оценка эффективности поездной возки возможна при ее сравнении с автосамосвальной и комбинированной возками грунта.

При значительных дальностях возки грунта (более 15,7 км) поездная возка эффективнее самосвальной. Вместе с тем, при значениях коэффициента пакетности $\alpha_п > 0{,}4$ поездная возка оказывается не эффективной.

При наиболее распространенных на действующей линии размерах движения поездов и длинах перегонов комбинированная возка эффективнее поездной.

8.4. Сооружение земляного полотна второго пути с применением синтетического нетканого материала (СНМ)

При устройстве насыпи второго пути (рис. 8.10) отсыпку грунта на уложенный СНМ рекомендуется вести поездной возкой.

Для предотвращения сползания СНМ, уложенного на земляное полотно, при выгрузке думпкаров он должен быть выведен до 0,5 м и закреплен на откосе существующего земляного полотна через 1,5—2 м.

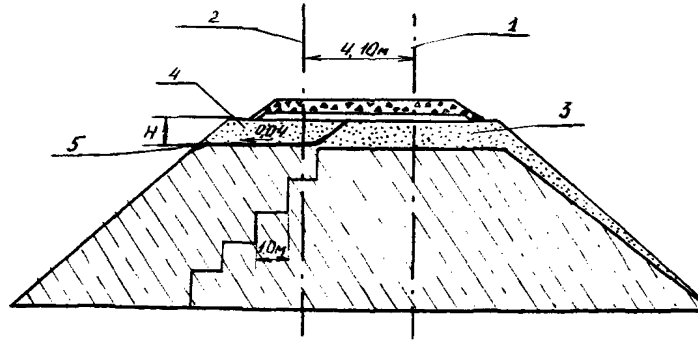


Рис. 8.10. Насыпь из глинистых грунтов под второй путь:
1—ось существующего пути; *2*—ось проектируемого пути; *3*—балластный шлейф; *4*—дренирующий слой; *5*—синтетический нетканый материал

Для перемещения разгруженного грунта рекомендуется использовать экскаватор-планировщик, который в процессе работы должен находиться на частично отсыпанном участке подушки.

СНМ следует расстилать на захватке, равной длине землевозного состава.

Раздел 9. УПЛОТНЕНИЕ ГРУНТОВ

9.1. Требования к уплотнению грунтов земляного полотна

9.1.1. В процессе сооружения земляного полотна необходимо производить тщательное послойное уплотнение грунтов.

Возведение насыпей без послойного уплотнения допускается:

при отсыпке земляного полотна из скальных слабовыветривающихся горных пород и легковыветривающихся неразмягчаемых скальных грунтов;

на болотах (ниже поверхности болота);

в водоемах (подводная часть);

при сооружении насыпей методом гидронамыва.

9.1.2. Степень уплотнения песчаных и глинистых грунтов оценивается коэффициентом уплотнения K:

$$K = \frac{\rho_d}{\rho_{d\text{макс}}},$$

где ρ_d—фактическая плотность сухого грунта в земляном полотне, г/см^3; $\rho_{d\text{макс}}$—максимальная стандартная плотность сухого грунта, соответствующая оптимальной влажности $W_{\text{опт}}$, г/см.

Методы определения, ориентировочные показатели максимальной стандартной плотности сухого грунта, оптимальной влажности и некоторые другие характеристики для различных видов грунтов нарушенного сложения приведены в приложениях 7—10.

Минимальные нормативные значения требуемых коэффициентов уплотнения грунтов земляного полотна устанавливаются по табл. 9.1.

9.1.3. Нормативные значения требуемых коэффициентов уплотнения допускается уменьшать в случаях невозможности или нецелесообразности их достижения, в частности, для песчаных грунтов с малой влажностью (в том числе сухих барханных песков) и переувлажненных глинистых грунтов. Уменьшенные значения коэффициента уплотнения следует принимать на основе данных стандартного уплотнения.

Таблица 9.1

Вид земляного полотна	Глубина расположения слоя от основной площадки, м		Коэффициент уплотнения K для линий***	
	для I, II, III категорий и вторых путей	для IV категории дорог	I категории и вторых путей	II, III категорий
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	0,5	0,5	0,98; 0,95*	0,95; 0,92*

* Для насыпей из одноразмерных песчаных грунтов.

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

*** Для подъездных и станционных путей минимальное значение коэффициента уплотнения устанавливается равным 0,90 по всей высоте насыпи.

Предельно возможный коэффициент уплотнения грунта $K_{пред}$ для данной влажности определяется по формуле:

$$K_{пред} = \frac{\rho_s(1-V)}{(1+\rho_s W)\rho_{dмакс}},$$

где ρ_s—плотность грунта, г/см³; V—содержание воздуха в порах, доли ед.; W—влажность, %.

Для грунтов с влажностью выше оптимальной предельно возможный коэффициент уплотнения можно считать достигнутым, если содержание воздуха в порах не будет превышать для песков—8%; для супесей—6%; для суглинков—3%; для глин—4%.

9.1.4. Для грунтов, содержащих включения крупнее 5 мм, к значениям максимальной стандартной плотности сухого грунта и оптимальной влажности принимается поправка по табл. 9.1, а.

Таблица 9.1, а

Содержание частиц крупнее 5 мм, %	Поправочные коэффициенты к	
	$\rho_{dмакс}$	$W_{опт}$
5	1,02	0,95
10	1,04	0,90
15	1,06	0,85
20	1,08	0,80
25	1,10	0,75
30	1,13	0,70
40	1,15	0,65

9.1.5. Для насыпей, возводимых с коэффициентом уплотнения грунта $K \leqslant 0{,}95$, а также из скальных и крупнообломочных грунтов, следует предусматривать запас на осадку тела земляного полотна. Ориентировочные величины запаса на осадку приведены в табл. 9.2.

Таблица 9.2

№ пп	Характеристика условий	Величина запаса, % от проектной высоты насыпи
1	Насыпи из песчаных и глинистых грунтов, возводимые с коэффициентом уплотнения грунта $K=0{,}95$	0,5 ... 1,0
2	То же, $K=0{,}90$	1,0 ... 2,5
3	Насыпи из переувлажненных глинистых грунтов	2,0 ... 3,0
4	Насыпи из скальных легковыветривающихся размягчаемых и крупнообломочных грунтов (в т. ч. аргиллитов, алевролитов, мергелей, гравийно-галечниковых, щебенистых и дресвяных с примесью мелкозема) при послойном возведении с применением уплотняющих машин	1,0 ... 3,0
5	Насыпи из мелких, пылеватых песков, супесей и др. грунтов, укладываемых способом гидронамыва	0,75 ... 1,5
6	Насыпи из скальных слабовыветривающихся и легковыветривающихся неразмягчаемых грунтов	До 3,0

9.1.6. Ширину насыпей на слабых основаниях, а также возводимых с запасом на осадку (рис. 9.1), следует устанавливать из расчета обеспечения ее проектной ширины после реализации полной осадки. Величина запаса на осадку основания насыпей должна устанавливаться проектом.

Расчетную высоту и ширину насыпи, отсыпаемой с запасом на осадку, рекомендуется определять по формулам:

$$H_{\text{р}} = H_{\text{пр}} + S_{\text{осн}} + [S_{\text{тн}} (S_{\text{осн}} + H_{\text{пр}})],$$

$$B_{\text{р}} = B_{\text{пр}} + 2n[S_{\text{тн}} (S_{\text{осн}} + H_{\text{пр}})],$$

где $S_{\text{тн}}$—в долях ед., остальные геометрические размеры—в см.

В случаях, когда по условию соблюдения руководящего уклона и сопряжения продольного профиля земляного полотна с искусственным сооружением, а также особенностей инженерно-геологического строения основания насыпь не может быть отсыпана с полным запасом на осадку, следует принимать неполную величину запаса при условии отклонения от руководящего уклона не более 2% или сооружать насыпь в проектном уровне (рис. 9.2).

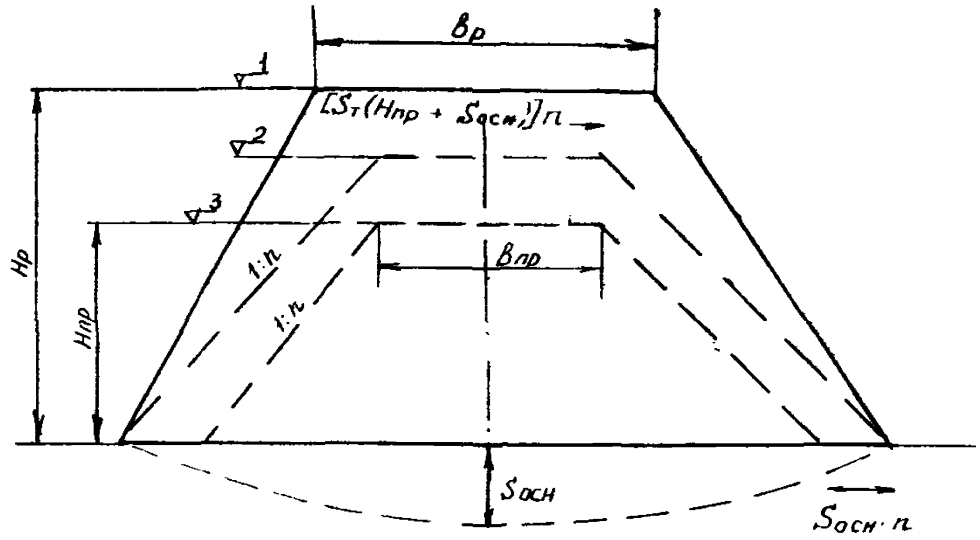


Рис. 9.1. Поперечный профиль насыпи, отсыпаемой с запасом на осадку:

$H_р$, $B_р$—расчетные высота и ширина насыпи; $H_{пр}$, $B_{пр}$—проектные высота и ширина насыпи; $S_{осн}$—осадка основания; $S_{осн} \cdot n$—осадка тела насыпи; n—заложение откоса; *1*, *2*, *3*—уровни бровки: с учетом осадки основания и тела насыпи; с учетом осадки основания; проектный

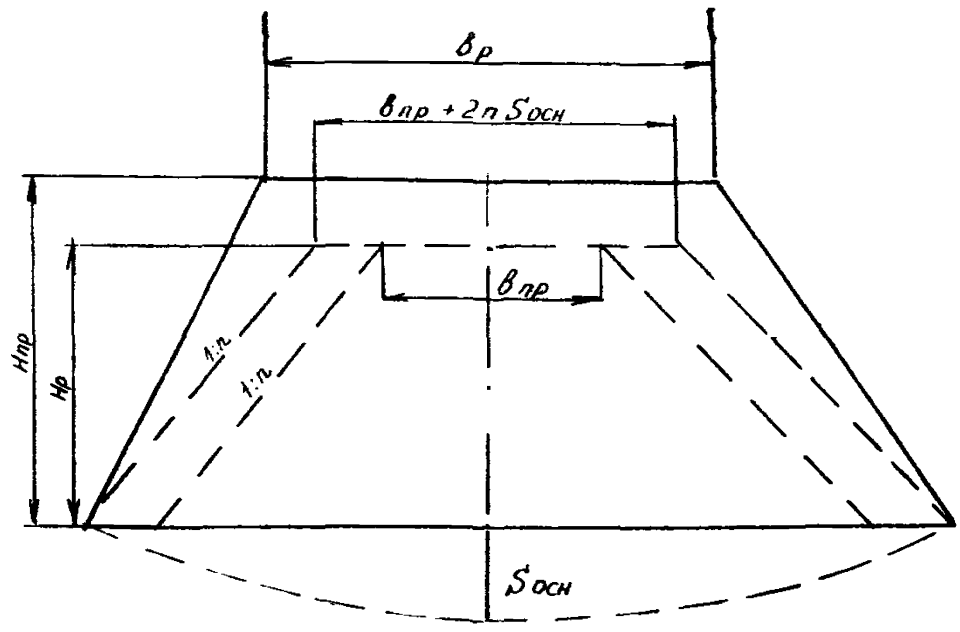


Рис. 9.2. Поперечный профиль насыпи, отсыпаемый в проектном уровне с учетом осадки тела насыпи

При сооружении насыпи с неполным запасом на осадку величины $H_р$ и $B_р$ находятся из выражений:

$$H_р = H_{пр} + \alpha S_{осн} + [S_{тн}(\alpha S_{осн} + H_{пр})],$$
$$B_р = B_{пр} + 2n(1-\alpha)S_{осн} + 2n[S_{тн}(1-\alpha)S_{осн} + H_{пр})],$$

где α—доля осадки основания, идущая в запас на осадку насыпи по высоте.

9.1.7. Запас на осадку насыпей, сооружаемых в зимнее время, рекомендуется определять по формуле:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4,$$

где S_1—осадка тела насыпи при оттаивании; S_2—осадка основания за счет пучения грунта основания; S_3—осадка основания за счет уплотнения грунтов основания при их оттаивании; S_4—осадка незамерзаемого грунта основания.

Величина S_1 принимается равной: для насыпей из глинистых грунтов—5...6% от высоты насыпи; для насыпей из скальных легковыветривающихся размягчаемых, крупнообломочных и песчаных грунтов—4...5%.

Величина S_2 может быть найдена из выражения:

$$S_2 = h_{пр} = \frac{h_0 K_1 K_2 K_3}{100},$$

где $h_{пр}$—глубина промерзания основания к моменту возведения насыпи, см; h_0—относительное морозное пучение грунтов основания, %, которое принимается по данным проекта; K_1; K_2; K_3—коэффициенты, учитывающие свойства грунтов основания, принимаемые по табл. 9.3—9.5.

Таблица 9.3

$\frac{\rho_d}{0{,}95\,\rho_{d\,макс}}$	K_1	
	Связный грунт	Несвязный грунт и малосвязный грунт
1,0—0,93	1,0	1,0
0,97—0,95	1,2	1,1
0,94—0,90	1,5	1,2
Менее 0,89	2,0	1,5

Таблица 9.4

Глубина промерзания грунта основания, м	K_2
0,5	1,4
1,0	1,2
1,5	1,0

Таблица 9.5

Грунт в зоне промерзания	K_3
Песок	1,0
Суглинок, глина	0,85

Величина S_3 определяется, исходя из имеющихся в проекте данных о сжимаемости грунтов поверхностного слоя основания под нагрузкой при оттаивании.

Величина S_4 определяется обычным порядком.

9.1.8. Для возведения насыпей следует применять преимущественно грунты, имеющие оптимальную влажность $W_{опт}$ или близкую к ней.

Песчаные, пылеватые и глинистые грунты с влажностью менее 0,75—0,90 $W_{опт}$ перед уплотнением необходимо увлажнять до получения оптимальной влажности или близкой к ней.

Предельную влажность $W_{пр}$, при которой будет обеспечен требуемый коэффициент уплотнения грунта в насыпях, допускается устанавливать по формуле:

$$W_{пр}=K_{п}W_{опт},$$

где $K_{п}$—коэффициент, принимаемый по табл. 9.6.

Таблица 9.6

Грунты	$K_{п}$ при коэффициенте уплотнения	
	$K>0,98$	$K=0,95$
Пески пылеватые, супеси легкие крупные	0,80 ... 1,35	0,75 ... 1,60
Супеси легкие пылеватые	0,80 ... 1,25	0,75 ... 1,35
Супеси тяжелые пылеватые	0,80 ... 1,25	0,75 ... 1,35
Суглинки легкие и легкие пылеватые	0,85 ... 1,15	0,80 ... 1,30
Суглинки тяжелые и тяжелые пылеватые	0,90 ... 1,10	0,85 ... 1,20

Максимальное значение плотности при той или иной влажности может быть найдено по данным графика, приведенного в приложении 15.

При назначении предельных значений влажности грунта следует учитывать, что влажность грунтов в насыпях не должна превышать, как правило, величины $W_{р}+0,25W_{п}$ ($W_{р}$—предел раскатывания в %; $W_{п}$—число пластичности).

Глинистые грунты тугопластичной консистенции ($0,25<B\leqslant 0,50$) допускается применять только для насыпей на прочном устойчивом основании.

9.1.9. Фактический объем грунта для насыпей в случаях, когда требуемый коэффициент уплотнения грунта в теле на-

сыпи больше естественного коэффициента уплотнения грунта в резерве (карьере), определяется по формуле:

$$V_{нф} = V_н \cdot K_{оу},$$

где $V_{нф}$—фактический объем потребного для насыпи грунта, м³; $V_н$—объем проектируемой насыпи, м³; $K_{оу}$—коэффициент относительного уплотнения грунта:

$$K_{оу} = \frac{\rho_{dн}}{\rho_{dр}},$$

где $\rho_{dн}$ и $\rho_{dр}$—соответственно плотности грунта в насыпи и резерве (карьере), г/см³.

Методика определения коэффициента относительного уплотнения приведена в приложении 17, а для ориентировочных расчетов его значение рекомендуется принимать по табл. 9.7.

Таблица 9.7

Коэффициент уплотнения грунта в насыпи, K	Коэффициент относительного уплотнения, $K_{оу}$		
	Пески, супеси, пылеватые суглинки	Суглинки, глины	Лессовидные грунты
1,00	1,10	1,05	1,20
0,95	1,05	1,00	1,15
0,90	1,00	0,95	1,10

9.2. Технология уплотнения грунтов

9.2.1. Уплотнение грунтов земляного полотна должно производиться послойно специальными грунтоуплотняющими машинами, технические характеристики которых приведены в приложении 11, а наибольшие толщины уплотняемых слоев, число проходов по одному следу и скорость перемещения при уплотнении—в табл. 9.8.

Автосамосвалы и скреперы могут использоваться для уплотнения грунта при соблюдении технологии послойной отсыпки насыпи слоями толщиной 0,25—0,30 м и прохождении по одному следу машин не менее 6—8 раз по всей ширине слоя.

Толщина слоя в рыхлом состоянии назначается на 20—25% больше толщины слоя в плотном теле.

9.2.2. В процессе производства работ не следует допускать переувлажнения грунта. В дождливый период года грунт необходимо разравнивать и уплотнять. При интенсивных дождях отсыпку насыпей из глинистых грунтов следует прекращать.

Таблица 9.8

Грунтоуплотняющие машины	Наибольшая толщина слоя в плотном теле, м						Необходимое число проходов по следу						Скорость перемещения при уплотнении, км/ч
	глины, суглинки			супеси, пески			глины, суглинки			супеси, пески			
	Коэффициент уплотнения грунта, K												
	0,90	0,95	0,98	0,90	0,95	0,98	0,90	0,95	0,98	0,90	0,95	0,98	
Пневмокатки массой 25—30 т	0,50	0,40	0,25	0,60	0,45	0,30	4—6	8—10	12—15	1—6	6—8	10—12	Первый и последний проходы 2,5. Остальные 3—6
Решетчатые катки массой 25 т	0,50	0,35	0,25	0,60	0,4	0,30	3—5	6—8	11—13	2—4	5—7	10—12	То же
Виброкатки:													
3 т	0,25	—	—	0,35	0,25	—	3—5	—	—	2—3	4—6	—	»
6 т	0,40	0,30	—	0,50	0,40	0,35	4—5	6—8	—	3—4	5—7	8—10	»
12 т	0,75	0,50	0,30	0,90	0,60	0,35	5—6	7—9	10—12	4—5	6—8	9—11	»
15 т	0,80	0,50	0,40	0,90	0,60	0,50	3—5	5—7	7—9	2—3	3—5	4—6	»
Трамбовочные машины с виброударными органами для стесненных условий	0,5	0,35	0,2	0,6	0,4	0,25	1	1	1	1	1	1	В глинах и суглинках 0,3—0,5; в супесях и песках 0,6—0,8
Трамбовка с падающими плитами (на базе трактора)	0,8	0,6	0,3	1,0	0,8	0,4	1	1	1	1	1	1	То же

Переувлажненный в отдельных местах грунт до начала работ должен быть подсушен и уплотнен или удален.

9.2.3. В летнее время при высоких температурах воздуха не следует допускать высыхания грунта, поэтому разрыв во времени между отсыпкой и уплотнением грунта должен быть минимальным.

Маловлажные грунты необходимо увлажнять, разливая воду в несколько приемов.

Несвязные и малосвязные грунты рекомендуется увлажнять в отсыпанном слое незадолго перед уплотнением. Количество воды, потребное для увлажнения 1 м² слоя, определяется по формуле:

$$Q = 0{,}8K\rho_{d\,\text{макс}}h\,\frac{W_{\text{опт}} - W_{\text{е}} - W_{\text{п}}}{100},$$

где Q—потребное количество воды для увлажнения 1 м² слоя, т; h—толщина слоя в рыхлом состоянии, м; $W_{\text{е}}$—естественная влажность грунта, %; $W_{\text{п}}$—потери влаги при разработке, транспортировании и укладке, % (определяются в процессе производства работ).

Связные грунты, в которых перераспределение влаги идет медленно, целесообразно увлажнять на месте разработки (в карьере, резерве) после разрыхления. Уплотнение грунта в отсыпаемом слое следует производить после того, как влажность станет равномерной, но не ранее чем через смену.

На строительстве линий в засушливых районах земляные работы, по возможности, следует выполнять в холодный период.

9.2.4. Ориентировочная эксплуатационная производительность грунтоуплотняющих машин при полной их загрузке в течение смены приведена в табл. 9.9.

Таблица 9.9

Грунтоуплотняющие машины	Производительность, м³/смену		
	Коэффициент уплотнения грунта, K		
	0,90	0,95	0,98
Пневмокатки массой 25—30 т	3200 4000	1500 2000	800 1100
Решетчатые катки массой 25 т	4100 4900	1200 1600	500 700
Виброкатки массой 8...10 т	1400 2200	600 1100	— 500
То же 12 т	1900 2700	1000 1300	400 600

Продолжение табл. 9.9

Грунтоуплотняющие машины	Производительность, м³/смену		
	Коэффициент уплотнения грунта, K		
	0,90	0,95	0,98
То же 15...16 т	2200 3000	1300 1600	600 800
Трамбовочные машины с виброударными органами для стесненных условий	900 1400	500 900	300 500

Примечания. 1. Величина производительности в числителе относится к уплотнению связных грунтов и каменных материалов, в знаменателе—к уплотнению несвязных грунтов.

2. При расчете производительности длина фронта работ уплотнения для катков принята 200 и для машин ударного действия 50 м.

При составлении проекта организации работ и определении потребного числа грунтоуплотняющих машин норму выработки их следует принимать по производительности ведущих землеройных машин комплекта.

В случае, когда производительность землеройных машин комплекта значительно меньше производительности грунтоуплотняющих машин, последние рекомендуется использовать для уплотнения грунтов на двух одновременно возводимых участках насыпи, расположенных друг от друга на расстоянии не более 3 км.

9.2.5. Уплотнение грунта катками рекомендуется производить на захватках длиной не менее 200 м, а машинами ударного и виброударного действия на базе тракторов—не менее 25 м.

9.2.6. Уплотнение грунта пневмокатками, решетчатыми катками, виброкатками и трамбующими машинами во избежание «сползания» машины на откос следует начинать не ближе 1,5 м от бровки с постепенным приближением к откосу при каждом последующем проходе вплоть до 0,5 м от бровки.

В дальнейшем уплотнение грунта производится от краев к середине насыпи.

Уплотнение грунта виброударными и ударными машинами с выносным рабочим органом можно производить от бровки к оси земляного полотна (рис. 9.3), так как их крайний рабочий орган перемещается по бровке, в то время как базовая машина—на безопасном от откоса расстоянии.

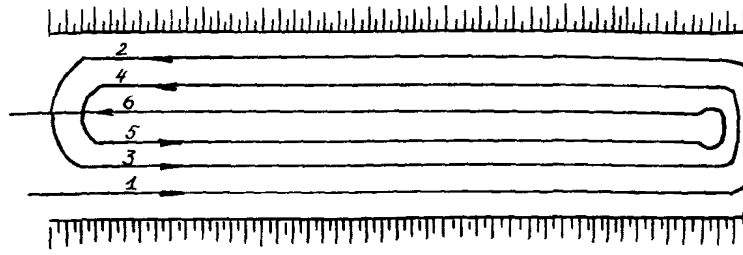


Рис. 9.3. Технологическая схема уплотнения грунта по всей ширине земляного полотна грунтоуплотняющей машиной:
1—6—последовательность проходов

9.2.7. Поворот грунтоуплотняющих машин в конце уплотняемого участка производится непосредственно на земляном полотне, если ширина его не меньше размеров, указанных в табл. 9.10 с учетом зон безопасности по 0,5 м от бровки откоса.

Таблица 9.10

Грунтоуплотняющие машины	Ширина площадки для разворота, м
Пневмокатки, решетчатый каток, виброкатки массой свыше 6 т	12
Виброкатки массой до 6 т	10
Виброударные машины, дизельтрамбовочные машины	7
Виброударные машины для стесненных условий	5,5

Если ширина земляного полотна меньше указанных в таблице размеров, поворот уплотняющих машин осуществляется на специальных разъездах, нулевых местах или вне пределов земляного полотна с использованием въездов и съездов.

9.2.8. Каждый последующий проход грунтоуплотняющей машины по одному и тому же следу необходимо осуществлять после того, как вся площадь уплотняемого слоя будет перекрыта следами предыдущих проходов. При этом смежные следы должны перекрываться друг другом на 0,1 ... 0,2 м. Особое внимание следует уделять уплотнению грунта на участках въездов, съездов и концевых участках захваток.

9.2.9. Легковыветривающиеся размягчаемые скальные грунты (аргиллиты, алевролиты, мергели и т. п.), а также грунты крупнообломочные необходимо отсыпать слоями тол-

щиной не более 0,4 м при максимальном размере отдельных включений не более 0,3 м. Число проходов по следу и скорость передвижения грунтоуплотняющих машин устанавливаются на основе пробного уплотнения грунта, но должны быть не менее:

для верхней метровой части насыпи—6...8 проходов при уплотнении грунта катками на пневматических шинах и решетчатыми катками; в случае использования виброударных машин грунт уплотняется за один проход со скоростью 90 м/ч;

для остальной части насыпи—4...6 проходов катка или за один проход виброударной машины со скоростью 150 м/ч.

9.2.10. Слабовыветривающиеся и легковыветривающиеся неразмягчаемые скальные грунты рекомендуется отсыпать слоями толщиной не более 1,5—2 м, причем верхнюю часть слоя (до 30 см)—щебнем и дресвой. Верхний метровый слой насыпи также должен быть отсыпан из щебнисто-дресвяного грунта.

9.2.11. Для уточнения толщины уплотняемого слоя, числа проходов грунтоуплотняющих машин по одному следу или скорости их перемещения следует производить пробное (опытное) уплотнение грунта в следующих случаях:

когда установлена недостаточность уплотнения грунта при рекомендованных в табл. 9.8 толщине слоя, числе проходов или рабочей скорости грунтоуплотняющих машин;

при возведении насыпей из легковыветривающихся размягчаемых скальных и крупнообломочных грунтов;

при отсыпке насыпей в зимнее время;

при значительном отклонении (на 1,5...2 и более процентов) влажности грунта от оптимальной;

при уплотнении грунтов основной площадки выемок, а также основания насыпей высотой до 0,5 м.

Пробное уплотнение рекомендуется производить перед началом основных работ по сооружению земляного полотна.

Площадку для проведения пробного уплотнения грунта следует располагать в пределах естественного основания или на ранее отсыпанных слоях насыпи, уплотненных до требуемого коэффициента уплотнения, длиной не менее 20 м и не уже, чем три ширины полосы, уплотняемой машиной за один проход.

В зимних условиях пробное уплотнение следует выполнять до начала смерзания грунта. Ориентировочно сроки выполнения работ по транспортировке, укладке и уплотнению грунта при скорости ветра до 10—15 м/сек не должны превышать

2 ч при температуре воздуха до минус 10°С и 1 ч при температуре от минус 10°С до минус 20°С.

Проведение пробного уплотнения грунта при температуре ниже минус 20°С не допускается.

Расчетную толщину пробного слоя грунта $H_р$ следует определять по формуле:

$$H_р = H_{сл} \frac{K}{K_н},$$

где K—требуемый коэффициент уплотнения грунта; $K_н$—коэффициент начальной плотности грунта.

После планировки поверхности грунта отсыпанного пробного слоя рекомендуется произвести измерение толщины слоя не менее чем в шести точках, общее число проходов «n» толщины по одному следу следует принимать согласно данным табл. 9.8.

9.2.12. Измерение плотности грунта в процессе пробного уплотнения необходимо производить для катков в четыре серии: первая—после планировки пробного слоя; вторая, третья и четвертая—после проходов катков по одному следу соответственно 0,25n; 0,5n и n.

Для машины ударного и виброударного действия измерение плотности следует производить после планировки пробного слоя и каждой проходки на различных рабочих скоростях их движения.

9.2.13. Для определения коэффициента уплотнения грунта рекомендуется использовать метод режущих колец (ГОСТ 5182—78).

Степень уплотнения грунта, достигнутую после каждой серии проходов грунтоуплотняющей машины по одному следу, следует характеризовать среднеарифметической величиной коэффициента уплотнения. При этом среднеарифметическая величина умножается на коэффициент неоднородности, равный 0,97.

Перед определением среднеарифметической величины коэффициента уплотнения необходимо произвести статистическую проверку на исключение грубых ошибок из ряда частных определений.

Результаты пробного уплотнения оформляются в виде графика (рис. 9.4), по которому устанавливаются наибольшая допустимая толщина уплотняемого слоя и необходимое число проходов по одному следу катков или рабочая скорость передвижения грунтоуплотняющих машин. По результатам пробного уплотнения устанавливается технология отсыпки насыпи.

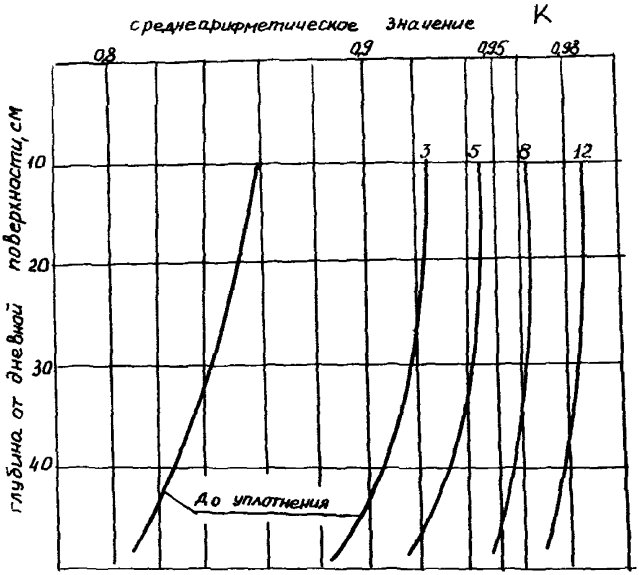


Рис. 9.4. График пробного уплотнения грунта:
3, 5, 8, 12—число проходов катка по следу

Формы акта пробного уплотнения, журналов контроля плотности и результатов испытаний приведены в приложении 12.

9.2.14. Катки на пневматических шинах с давлением на колесо 4...5 т рекомендуются как универсальные средства уплотнения грунтов нарушенного сложения, находящихся в талом состоянии. Давление на всех шинах колес катка должно быть одинаковым и составлять: при уплотнении суглинков, глин, крупнообломочных грунтов—6...8 атм; при уплотнении супесей—3...4 атм; при уплотнении песков и переувлажненных грунтов—2...3 атм.

При уплотнении глинистых грунтов на начальном этапе целесообразно давление в шинах поддерживать на уровне 2...3 атм с постепенным увеличением давления до 6...8 атм.

Для уплотнения песчаных и переувлажненных глинистых грунтов следует применять катки, вес которых меньше конструктивного с балластом на 40%.

9.2.15. Прицепные решетчатые катки массой 25 т наиболее эффективны при уплотнении крупнообломочных грунтов

и легковыветривающихся размягчаемых скальных грунтов нарушенного сложения, а также грунтов с включениями мерзлых комьев при производстве работ в зимнее время.

В случае уплотнения решетчатым катком песчаных и супесчаных грунтов следует его разгрузить до 20 т. Кроме того, рекомендуется дополнительно укатывать каждый слой пневмокатком облегченного веса.

9.2.16. Катки вибрационного действия целесообразно использовать в основном для уплотнения скальных, крупнообломочных грунтов, песчаных и малосвязных глинистых грунтов нарушенного сложения. При уплотнении песчаных и супесчаных грунтов удельные давления должны составлять: для песков с оптимальной влажностью—60,0...100,0 МПа; для переувлажненных песков—30,0...40,0 МПа; для супесей—200,0...300,0 МПа.

9.2.17. Грунтоуплотняющие машины виброударного действия рекомендуются для уплотнения всех видов грунтов нарушенного и ненарушенного сложения (включая барханные и мелкозернистые пески) независимо от длины фронта работ в летний и зимний периоды и позволяют уплотнять каждый слой по всей его ширине.

9.2.18. При сооружении насыпей особое внимание следует уделять уплотнению грунтов в стесненных условиях, характеризующихся узким фронтом и небольшими объемами работ, к которым относятся: засыпка водопропускных железобетонных, бетонных и гофрированных металлических труб; возведение участков насыпей, примыкающих к устоям мостов; засыпка временных въездов и съездов, устроенных в теле земляного полотна; отсыпка узких участков насыпей при сооружении второго пути; возведение насыпей с эстакад; возведение *насыпей небольшой высоты на болотах*; отсыпка конусов устоев и засыпка прогалов за подпорными стенками.

9.2.19. Строительство водопропускных труб и отсыпка уплотненной грунтовой призмы вокруг звеньев (рис. 9.5, *а*, *б*), как правило, должны быть закончены до начала возведения насыпей на полную высоту.

Необходимость оставления в насыпях прогалов для строительства водопропускных труб должна быть обоснована проектом. Ширину прогала по низу следует назначать из расчета обеспечения фронта работ для грунтоуплотняющих машин, но не менее 10 м. Расстояние между подошвой торцового откоса насыпи и наружной боковой поверхностью звена трубы должно быть не менее 4 м (рис. 9.5, *в*).

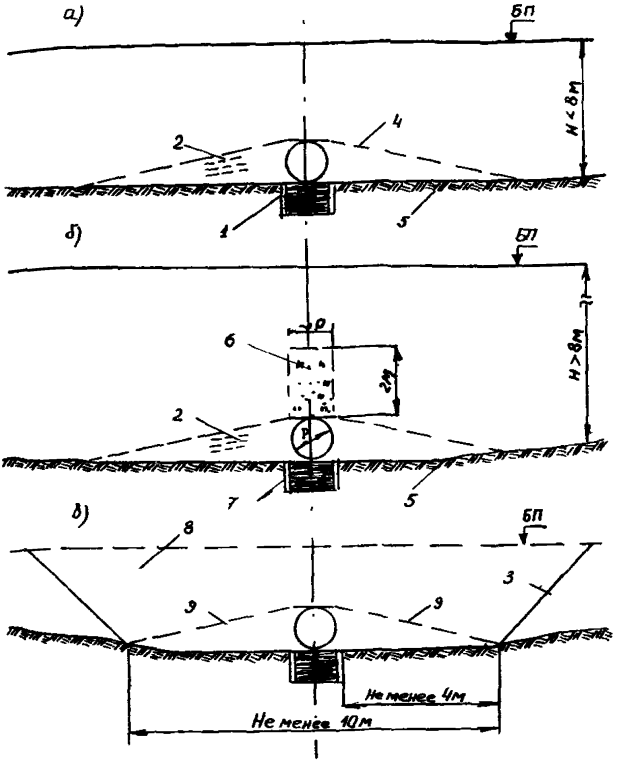


Рис. 9.5. Схемы возведения насыпей над трубами:
1—пазуха котлована; *2*—слои наклонные не круче 1 : 5; *3*—откос не круче 1 : 1; *4*—уплотненная грунтовая призма; *5*—основание насыпи; *6*—зона пониженного уплотнения; *7*—фундамент; *8*—прогал; *9*—откос не круче 1 : 5; *а*—при высоте насыпи до 8 м; *б*—то же, более 8 м; *в*—схема рабочей зоны

Сооружение уплотненной грунтовой призмы следует производить под контролем представителя организации, строящей трубу, и оформлять актом.

9.2.20. Для возведения уплотненной грунтовой призмы у железобетонных и бетонных труб допускается использовать все виды грунтов, из которых разрешается возводить насыпи. Исключение составляют легковыветривающиеся размягчаемые скальные и другие виды грунтов, содержащие фракции размером более 50 мм. В этих случаях труба должна быть засыпана песчаным или глинистым грунтом на высоту не ме-

нее 1 м над ее верхом. При наличии вблизи строящейся трубы песчаного карьера ее засыпку рекомендуется производить песчаным грунтом.

9.2.21. Для устройства грунтовой призмы у металлических гофрированных труб следует использовать дренирующие грунты: пески средней крупности, крупные и гравелистые, гравийно-галечниковые и дресвяно-гравийные. При этом они не должны содержать: фракций размером более 50 мм; более 10% частиц размером до 0,1 мм; более 2% глинистых частиц размером до 0,005 мм.

Засыпку трубы в пределах контуров грунтовой призмы следует выполнять наклонными в сторону от трубы слоями: крутизной не более 1 : 5, толщиной 0,4...0,45 м для глинистых и 0,5...0,65 м для песчаных грунтов, а также гравийно-галечниковых и дресвяно-гравийных при уплотнении машинами виброударного действия (рис. 9.6); 0,2 м—при уплотнении пневмокатками массой 25—30 т; до 0,15 м—при уплотнении ручными электротрамбовками.

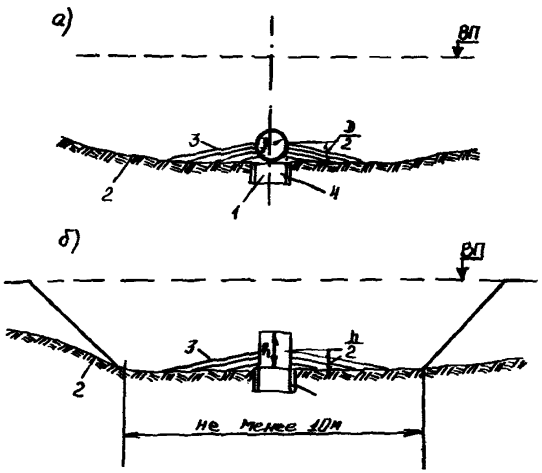


Рис. 9.6. Схемы уплотненных грунтовых призм на период пропуска паводковых вод:

1—фундамент; *2*—основание насыпи; *3*—откос не круче 1 : 5; *4*—пазухи котлована; *а*—для круглых труб; *б*—для прямоугольных труб

9.2.22. В процессе сооружения призмы грунт следует послойно укладывать с обеих сторон трубы и разравнивать. После уплотнения слоя с одной стороны следует отсыпать следующий слой, а с другой стороны трубы—уплотнять грунт. В таком порядке необходимо производить отсыпку и уплотнение всех слоев. Не допускается превышение засыпки звеньев трубы с одной из сторон по отношению к другой более чем на высоту одного слоя.

Уплотнение грунта непосредственно у железобетонной и бетонной трубы допускается только тогда, когда с противоположной стороны по всей ее длине уже отсыпан слой грунта этого же горизонта.

Приближение к телу железобетонной и бетонной трубы рабочих органов машины виброударного действия допускается на расстояние 10 см, пневмокатков—на 30 см, ручных электротрамбовок—на 5 см.

Особое внимание следует обращать на качество уплотнения грунта в труднодоступных местах—нижних четвертях звеньев крупных железобетонных и бетонных труб, зоне перехода звеньев труб в оголовки, в гофрах металлических гофрированных труб и т. д.

Для засыпки труб следует применять только сухие, несмерзшиеся грунты. При этом не допускается попадание снега и льда в тело грунтовой призмы.

В случае невозможности в зимних условиях обеспечить необходимое качество засыпки и уплотнения грунта вокруг труб эти работы следует отнести на теплый период года.

9.2.23. Технологическая последовательность укладки и рекомендуемая толщина слоев грунта при засыпке металлических гофрированных труб, а также допускаемое приближение к трубе рабочих органов виброударных машин приведены на рис. 9.7.

9.2.24. Коэффициент уплотнения грунта призмы должен быть не менее 0,95. При насыпях высотой 8 м и более коэффициент уплотнения грунта части засыпки, находящейся над железобетонной трубой (см. рис. 9.7), следует принимать равным 0,85—0,90.

9.2.25. Отсыпку грунта призмы рекомендуется производить по схемам разворотом самосвала перед трубой и подачей для разгрузки задним ходом вдоль оси насыпи (рис. 9.8, *а*) или же с кольцевым движением автосамосвалов и скреперов с въездом и съездом со стороны откосов насыпи (рис. 9.8, *б*). Вторую схему целесообразно применять в случае засыпки труб в прогалах. Для засыпки труб в прогалах

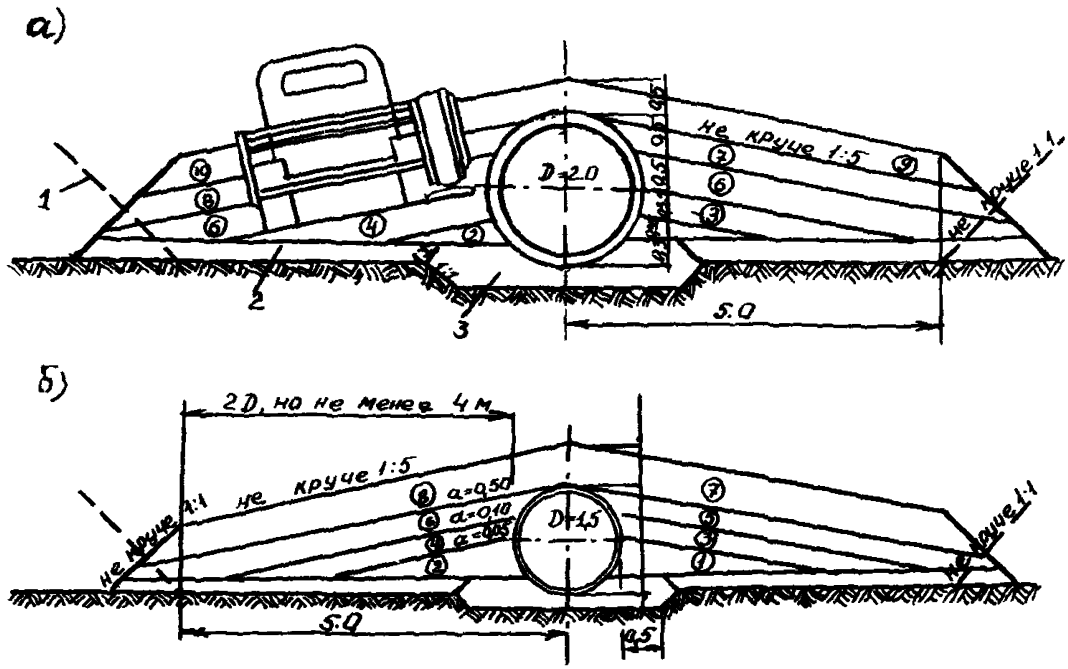


Рис. 9.7. Технологическая последовательность (*а*) и схема послойного уплотнения грунта (*б*) засыпки труб виброударной машиной для стесненных условий:

1, 2...8 (цифры в кружочках)—номера слоев в технологическом порядке их отсыпки; *а*—максимальное приближение кромки трамбующей плиты к стене трубы (размеры в метрах); *1*—линии очертания границ торцов насыпи и в случае устройства трубы в прогале; *2*—нулевой слой; *3*—подушка

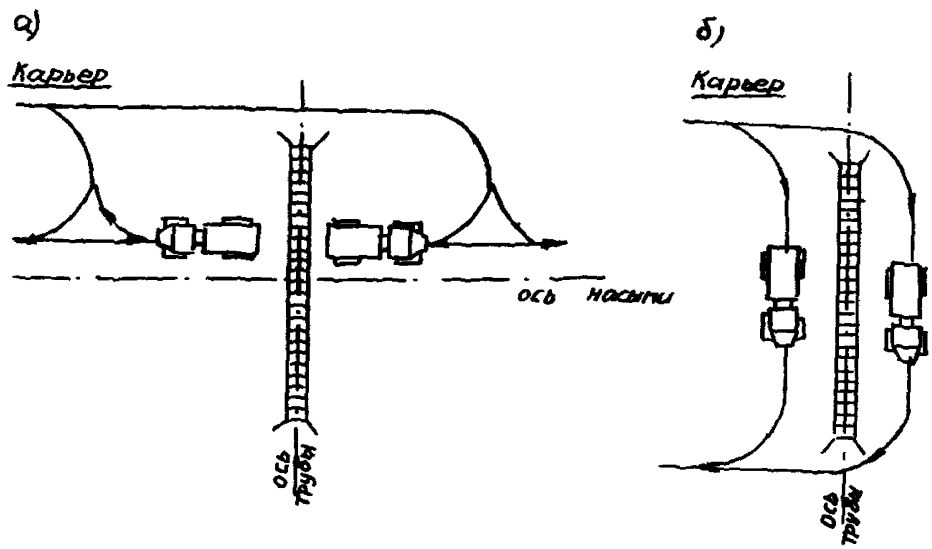


Рис. 9.8. Схемы движения самосвалов при засыпке труб:
а—вдоль оси насыпи; *б*—с кольцевым движением

рекомендуется также использовать бульдозеры, перемещая ими грунт, специально доставленный для этой цели и уложенный с обеих сторон трубы на насыпи.

9.2.26. После отсыпки грунтовой призмы на полную высоту трубы следует до этого же уровня возвести примыкающую насыпь.

Дальнейшее возведение над трубой насыпи производится по обычным технологическим схемам. При этом необходимо учитывать, что переезд через трубу транспортных средств разрешается только тогда, когда поверх нее отсыпан слой грунта толщиной не менее 1 м, а бульдозеров—не менее 0,5 м. При высоте засыпки грунта менее 1 м не следует производить его разравнивание бульдозером непосредственно над трубой при движении машины вдоль оси трубы во избежание растяжки звеньев.

9.2.27. Для создания зоны пониженного коэффициента уплотнения грунта над железобетонной трубой рекомендуется следующая технология: разметка границы зоны; отсыпка слоев с двух сторон с разворотом машин на насыпи; слой грунта над трубой не уплотняется, а только разравнивается бульдозером.

9.2.28. В случае расположения труб на склонах лога засыпку следует начинать с низовой стороны, уделяя особое внимание тщательному уплотнению грунта. Уровень засыпки с низовой стороны должен превышать уровень засыпки с верховой стороны.

9.2.29. На период пропуска паводковых вод уплотненная грунтовая призма должна быть отсыпана до высоты $Д/2$ у круглых труб и $h/3$—у прямоугольных.

9.2.30. При засыпке металлических гофрированных труб следует вести контроль за поперечными деформациями труб, сопоставляя результаты контрольных замеров с произведенными до начала засыпки трубы. К моменту уплотнения слоя грунта на уровне верха трубы уменьшение горизонтального диаметра не должно превышать 3% его номинальной величины.

9.2.31. Отсыпку конусов у мостов, а также участков насыпей за устоями мостов (на длину, равную высоте насыпи за устоем плюс 2 м—поверху, и не менее 2 м в уровне естественной поверхности) и засыпку прогалов за подпорными стенками следует производить дренирующим грунтом с коэффициентом фильтрации после уплотнения не менее 2 м/сутки.

Послойное уплотнение грунта конусов должно начинаться от бровки откоса и выполняться продольными ходами

зокруг устоя. Допускается приближение уплотняющего органа к телу устоя (продольной стенки) на расстояние 10...15 см.

Уплотнение грунта конусов и насыпей за устоями мостов, а также прогалов за подпорными стенками рекомендуется производить виброударными машинами.

9.2.32. Прогалы, оставленные при устройстве въездов и съездов в земляном полотне, следует заделывать сразу же после окончания возведения насыпи. При этом грунт должен отсыпаться горизонтальными слоями и тщательно уплотняться.

9.2.33. Для создания уплотненных откосов насыпей рекомендуются два способа:

уплотнение грунтов насыпей по всей ширине грунтоуплотняющими машинами, позволяющими уплотнять бровочную часть насыпи, не нарушая требований техники безопасности;

временное уширение насыпи сверх проектного очертания на величину не менее 0,5 м с каждой стороны с последующей срезкой рыхлого грунта.

9.2.34. На насыпях, возводимых из связных грунтов комковатой структуры, а также на насыпях, отсыпаемых из резервов, уплотненные откосы целесообразно создавать путем временного уширения насыпей с последующей срезкой рыхлого грунта.

9.2.35. В процессе сооружения земляного полотна следует осуществлять текущий контроль качества уплотнения грунтов, включающий операционный, проводимый строительными мастерами и лаборантами механизированных колонн, и инспекционный контроль, проводимый лабораториями трестов.

Операционный контроль должен выполняться ежедневно и результаты контроля записываться в журнал, форма которого приведена в приложении 13.

Инспекционный контроль следует проводить выборочно, при этом делается запись в журнале операционного контроля о результатах проверки.

Коэффициент уплотнения грунта определяется в каждом уплотняемом слое на глубине 10...15 см от поверхности по оси его и в 1,0...2,0 м от бровки земляного полотна, а по длине захватки работы грунтоуплотняющих машин—не реже чем через 100 м. Дополнительно контроль качества уплотнения грунта рекомендуется производить в каждом слое в местах въездов и съездов, вблизи устоев мостов, а при сооружении современной насыпи второго пути—в зоне «стыка» существующего и присыпаемого земляного полотна.

При засыпке труб коэффициент уплотнения грунта необходимо определять через каждые 0,5 м по высоте в сечениях по оси насыпи и с обеих сторон трубы на расстоянии 0,1 и 1,0 м от боковых стенок звеньев. Количество определений в каждой точке должно быть не менее трех.

Результаты контроля заносятся в акт на скрытые работы.

При уплотнении грунта машинами, оснащенными специальной системой непрерывного контроля качества уплотнения, операционный контроль может не производиться при условии проведения инспекционного контроля не реже чем один раз в смену.

9.2.36. Качество уплотнения грунта необходимо оценивать по величине достигнутого коэффициента уплотнения: если эта величина соответствует заданной в 95 и более процентах проб, то качество работ оценивается на отлично; если же заданная величина составляет 90...95% всех определений—на хорошо, а 85...90%—на удовлетворительно.

Качество работ следует считать неудовлетворительным, если процент проб с заданным коэффициентом уплотнения составляет менее 85%, или частные значения коэффициента уплотнения ниже величины 0,90. В таких случаях следует установить причину недоуплотнения, провести пробное уплотнение и внести коррективы в технологию уплотнения. Недоуплотненный слой необходимо доуплотнить.

Степень уплотнения крупнообломочных и легковыветривающихся размягчаемых скальных грунтов, содержащих более 60% обломочной фракции, может считаться достаточной, если полная величина осадки поверхности слоя в результате уплотнения составляет 8...10% первоначальной толщины.

9.2.37. Операционный и инспекционный контроль качества уплотнения грунта рекомендуется осуществлять методами технологического и физического контроля.

Метод технологического контроля предусматривает проверку соблюдения установленной технологии производства работ по сооружению земляного полотна и уплотнению грунтов.

Метод физического контроля позволяет прямым или косвенным образом определять абсолютные значения фактического коэффициента уплотнения грунтов.

9.2.38. В качестве физических дискретных методов контроля рекомендуются следующие:

метод отбора образцов с последующим лабораторным определением коэффициента уплотнения и влажности грунта по ГОСТ 22773—77 (весовой метод):

метод контроля качества уплотнения грунта с помощью прибора Ковалева Н. П. (приложение 14);

экспресс-методы контроля качества уплотнения (приложение 15);

метод контроля плотности грунта с помощью лунок.

9.2.39. Весовой метод и метод Ковалева Н. П. следует применять при определении коэффициента уплотнения песчаных и глинистых грунтов без включений.

Метод лунок рекомендуется применять при контроле качества уплотнения крупнообломочных и легковыветривающихся размягчаемых скальных грунтов. При этом на каждой захватке работы грунтоуплотняющих машин лунки (в количестве не менее двух на каждом поперечнике) следует закладывать не реже чем через 200 м.

9.2.40. Относительную плотность крупнообломочных и легковыветривающихся скальных грунтов, содержащих включения обломков размером до 60—65 мм, целесообразно измерять по коэффициенту уплотнения, равному отношению плотности, определяемой методом лунок, к максимальной плотности при стандартном уплотнении в укрупненном цилиндре.

Диаметр цилиндра должен быть в 4...5 раз больше размера крупной фракции грунта.

Раздел 10. УСТРОЙСТВО СЛИВНОЙ ПРИЗМЫ И ПЛАНИРОВКА ОТКОСОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

10.1. Общие положения

Земляное полотно должно быть сооружено с превышением проектных отметок на 15—20 см. В случае, когда для устройства сливной призмы предъявляют земляное полотно с отметками, превышающими проектные на большую величину, необходимо предварительно выполнить грубую планировку бульдозером или скрепером.

На земляном полотне из слабовыветривающихся и легковыветривающихся неразмягчаемых скальных, крупнообломочных и песчаных грунтов сливная призма не нарезается, а производится планировка горизонтальной площадки. По окончании планировочных работ и нарезки сливной призмы необходимо произвести инструментальную проверку крутизны откосов, плана и профиля линии. Участки, на которых допущены отклонения от установленных норм, должны быть выправлены.

10.2. Технологическая схема планировочных и отделочных работ на насыпи

Технологическая схема планировочных и отделочных работ на насыпи включает планировку откосов и нарезку сливной призмы.

Отделка насыпи—планировка—есть срезка специально сделанного превышения по высоте и ширине, для того чтобы получить равномерно уплотненное ядро насыпи.

Отделка насыпи начинается с нарезки сливной призмы; перед началом этих работ производят инструментальное восстановление оси пути и закрепление ее через 20 м выносными на откос колышками или металлическими штырями.

Планировку откосов насыпи высотой до 2 м рекомендуется выполнять тяжелым автогрейдером или бульдозером, оборудованным откосником.

Откосы насыпей высотой более 2-х метров следует срезать до проектной ширины экскаватором-драглайном или ковшом УДС-114 с учетом запаса на осадку, дополнительной планировки при этом не требуется, неровности после срезки остаются для лучшего сцепления растительного грунта с телом насыпи при укрепительных работах.

Если насыпь при производстве основных работ отсыпана с уширением на 0,5 м и больше в каждую сторону (по условию уплотнения грунтов), то планировка откосов происходит после срезки уширенной части насыпи с укладкой грунта экскаватором-драглайном или обратной лопатой в верхнюю часть насыпи или в отвал. После этого нарезают сливную призму.

Для получения ровной и плотной поверхности верха насыпи сливную призму рекомендуется уплотнить виброкатками типа Д-180.

Нарезку сливной призмы земляного полотна на перегонах и станционных площадках рекомендуется производить автогрейдером, оборудованным САР «Профиль-20» или лазерными устройствами, а в мерзлых грунтах—дискофрезерной машиной.

10.3. Технологическая схема планировочных и отделочных работ в выемках (при талых и сухих грунтах)

Технологическая схема планировочных и отделочных работ в выемках (при талых и сухих грунтах) включает следующие операции (рис. 10.1):

а) срезка недобора и планировка откосов экскаватором-драглайном или планировщиком типа УДС-114 с укладкой грунта в кавальер или отвал;

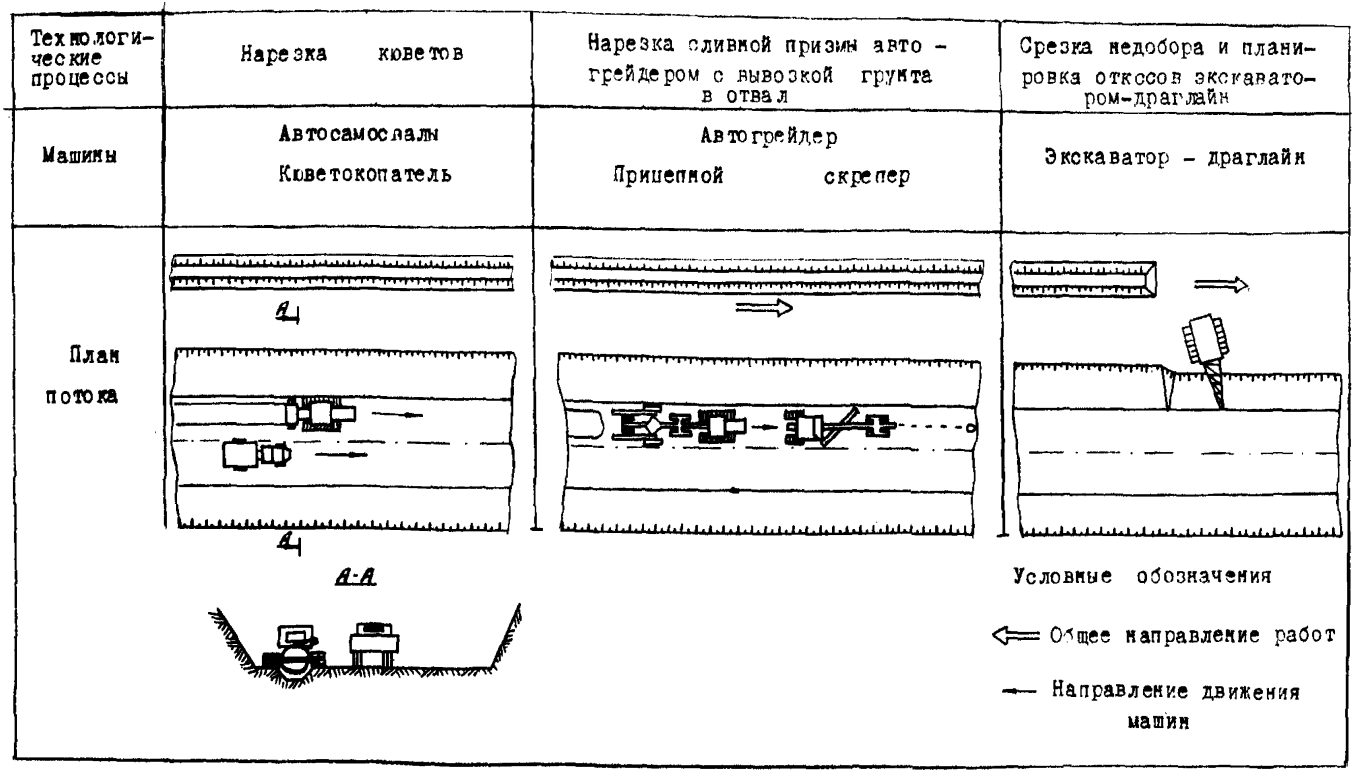


Рис. 10.1. Схема планировочных и отделочных работ в выемке

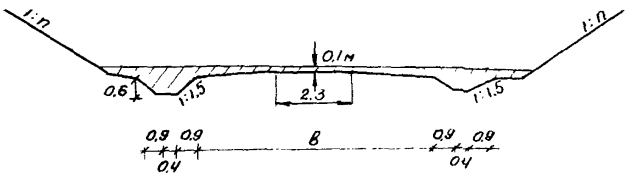


Рис. 10.2. Объем работ по нарезке сливной призмы и кюветов в выемке

б) нарезка сливной призмы автогрейдером с вывозкой грунта в отвал прицепным скрепером. Эта операция может выполняться с применением системы САР «Профиль-20» или лазерного излучателя;

в) нарезка кюветов. Для их разработки применяются машины непрерывного действия типа МРК-1 и МРПК-1, а также экскаваторы с профилировочным ковшом со смещенной осью копания.

Устройство кюветов и канав следует начинать с низовой стороны и вести за 1 проходку.

Объем работ по доработке выемки с целью планировки сливной призмы и устройству кюветов показан на рис. 10.2.

Раздел 11. УКРЕПЛЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

11.1. Укрепление земляного полотна посевом многолетних трав

11.1.1. Создание дернового покрова посевом многолетних трав рекомендуется как основной способ укрепления откосов насыпей, выемок, водоотводных канав, берм и др., а также рекультивации земель, нарушенных при строительстве.

11.1.2. Укрепление земляного полотна, как правило, следует производить гидропосевом многолетних трав с мульчированием без использования растительной земли.

Гидропосев трав с мульчированием рекомендуется для применения во всех районах СССР, за исключением районов Крайнего Севера и приравненных к ним засушливых районов, а также северных районов Европейской территории СССР.

В тех случаях, когда укрепление земляного полотна гидропосевом трав с мульчированием по климатическим и грунтовым условиям неприменимо, гидропосев трав осуществля-

ется по предварительно нанесенной торфогрунтовой смеси или слою растительной земли при условии ненанесения ущерба окружающей природе.

Гидропосев по слою растительного грунта или торфа при укреплении откосов земляного полотна, сооруженного из песчаных, гравелистых грунтов, жирных глин, аргиллитов, мергелей, сланцев, а также при гидронамыве.

11.1.3. Независимо от способа посева трав укрепляемые поверхности земляного полотна должны быть предварительно спланированы.

Поверхность откосов планируется обычными способами, но должна быть шероховатой.

11.1.4. Укрепление откосов посевом трав следует выполнять в соответствии с агротехническими требованиями.

Посев трав может выполняться с ранней весны до поздней осени, но не позднее лучших сроков посева озимых культур для данного района (приложение 16).

Наилучшими сроками для посева трав являются весенние и осенние периоды года, когда почва обеспечена влагой.

11.1.5. Посев необходимо производить смесью семян многолетних трав трех биологических групп: злаковых корневищевых, злаковых рыхлокустовых, бобовых стержневых.

В состав смеси должно быть включено не менее чем по одному виду из каждой группы. Целесообразно применять местные сорта трав.

11.1.6. Подбор видов многолетних трав, установление норм их высева следует проводить по таблице приложения 17. Нормы высева семян трав, указанные в приложении, при гидропосеве необходимо увеличить: для рабочих отметок земляного полотна до 3 м—в 1,5 раза, до 6 м—в 2 раза, более 6 м—в 3 раза.

До начала укрепительных работ необходимо проверить всхожесть семян многолетних трав и внести соответствующую поправку в нормы высева. Нормы высева даны для семян со всхожестью 80%. Способ определения всхожести семян приведен в приложении 16.

Суммарная масса семян в смеси должна быть не менее 2,4 кг в расчете на 100 м².

Примерный расход минеральных удобрений указан в табл. 11.1.

Указанные в таблице нормы рекомендуется уточнять в ближайшей агрохимической станции с учетом содержания в грунте питательных веществ.

Таблица 11.1

Вид удобрений	Расход удобрений в зависимости от вида грунта, кг, на 1000 м укрепляемой поверхности			
	глинистые, суглинистые	песчаные, супесчаные, дресвяные	с включением аргиллито-алевролитовых	растительный, торфогрунтовая смесь
Азотные	40	60	40	20
Фосфорные	30	30	20	15
Калийные	20	20	20	10

11.1.7. В процессе изысканий следует устанавливать кислотность и засоленность грунтов в карьерах, выемках и резервах, а также растительной земли и торфа, предназначенных для укрепительных работ, и по этим показателям предусматривать в проекте раскисление или нейтрализацию повышенной щелочности в соответствии с данными табл. 11.2 и приложений 18 и 19.

Таблица 11.2

Величина *pH*	Реакция	Необходимость в известковании (гипсовании)	Доза извести или гипса, кг/100 м²
6 *pH* 7	Нейтральная	Отсутствует	0
5 *pH* 6	Слабокислая	Слабая	10
4 *pH* 5	Среднекислая	Средняя	20—30
3 *pH* 4	Сильнокислая	Сильная	30—40
pH 3	Сильнокислая	Очень сильная	40—50
8 *pH* 7	Щелочная	Требуется гипсование	20—30
9 *pH* 8	Солонцеватая	То же	30—50
pH 9	Солонцы	»	100—120

11.1.8. Травы в первый же год жизни необходимо скашивать при достижении ими высоты 25—30 см, до их цветения Скашивать травостой более двух раз в год не рекомендуется, последнее скашивание травы необходимо проводить не позднее чем за месяц до наступления заморозков.

Если растения развиваются плохо и имеют бледнозеленый или желтоватый цвет, необходимо производить подкормку их смесью минеральных удобрений из расчета (кг/100 м²): азотных 1,5—2, фосфорных 2—3, калийных 1,5—3. Дозы различных видов удобрений устанавливают в зависимости от содержания питательных веществ в грунте.

В первые два года после посева, при длительном отсутствии дождей в летний период, необходимо производить вегетационные поливы при расходе воды 1—2 м³ на 100 м². При поливе посевов на откосах земляного полотна, сложенного из супесчаных и песчаных грунтов, следует давать меньшую норму воды, но чаще поливать. На глинистых и суглинистых грунтах следует норму полива увеличить, но реже поливать.

Подкормку и полив трав следует производить гидросеялкой.

11.1.9. Качество укрепления откосов посевом трав следует устанавливать после развития хорошего травостоя и образования дернины. На глинистых грунтах хорошая дернина образуется примерно через 2—3 месяца после посева, а на песчаных—через 3—4. В случае длительной засушливой погоды и отсутствия полива эти сроки могут сдвинуться на 1—2 месяца.

Качество укрепления следует определять по толщине дернины и по количеству побегов на учетной площадке. При этом откос должен быть покрыт травой не менее чем на 90% площади. Метод определения качества дерна приведен в приложении 20.

Если при проверке качества укрепления окажется, что дернина не соответствует нужным требованиям или имеются механические повреждения, следует произвести подкормку или на отдельных участках откосов произвести вторичный посев, предварительно исправив поврежденные места. В проектах и сметах в связи с этим следует предусматривать необходимость вторичного посева в объеме 20—25% общей площади.

11.1.10. Текущий контроль за качеством укрепления откосов земляного полотна должен производиться строймастером и включать: проверку дозировок компонентов при составлении рабочей смеси и соблюдения технологии производства работ; ведение журнала установленной формы (приложение 21) на каждую выемку и насыпь.

11.2. Укрепление земляного полотна гидропосевом многолетних трав с мульчированием

11.2.1. Гидропосевом трав с мульчированием рекомендуется укреплять горизонтальные площадки и откосы земляного полотна крутизной не более 1 : 1,5 в песчаных, кроме намывных, глинистых, в том числе с включением до 30% аргиллито-алевролитовых и щебенистых грунтов, и в дресвяных грунтах.

Для укрепления откосов земляного полотна гидропосевом трав следует применять следующие машины и оборудование: гидросеялку, шнековый погрузчик ТПШ-3М, молотковую дробилку Д-440У, вибросито (ГОСТ 11999—76), мерные емкости, весы (ГОСТ 8.225.76).

Гидропосев целесообразно выполнять только при наличии всех компонентов рабочей смеси, предусмотренных данными указаниями, и правильной их дозировке.

11.2.2. В качестве мульчирующих материалов рекомендуется использовать древесные опилки, просеянные через сито с ячейками 10×10 мм, и торфокрошку. Расход мульчирующих материалов на 1000 м² укрепляемой поверхности составляет 400 кг.

11.2.3. В качестве стабилизирующих (пленкообразующих) материалов рекомендуются: отходы целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП): скоп, шлам-лигнин и талловый лигнин. Могут быть также использованы латексы марок 65ГП, СКС-50ПГ, СКН-40ПН, битумные эмульсии, поливинилацетатная эмульсия (ПВА) и водорастворимые полимеры.

В случае использования в качестве стабилизирующего компонента скопа включение мульчирующего материала в рабочую смесь гидропосева не требуется.

11.2.4. Рекомендованный расход стабилизирующих материалов на 1000 м² укрепляемой поверхности в зависимости от максимальной рабочей отметки земляного полотна, вида грунта и района строительства приведен в табл. 11.3.

Таблица 11.3

Номер ливневого района	Максимальная рабочая отметка, м	Количество стабилизирующего вещества на 1000 м² укрепляемой поверхности, кг							
		Скоп		Лигнинные вяжущие (Л)		Битумные ПВА, эмульсии		Синтетические латексы	
		глинистые	песчаные	глинистые	песчаные	глинистые	песчаные	глинистые	песчаные
1а; 5б; 6в; 10А; 10Д	до 3	300	400	150	300	300	500	40	50
	3...6	400	400	300	500	500	700	50	60
	6...12	400	500	500	700	700	1000	50	60
	12...25	500	600	700	1000	1000	1300	60	70
5а; 6Д; 10Г; 10е; 14Г; 14Д	до 3	300	400	300	500	500	700	40	50
	3...6	400	500	500	700	700	1000	50	60
	6...12	500	600	700	1000	1000	1300	60	70
	12...25	600	300+500Л	1000	1300	1300	1500	70	80

Продолжение табл. 11.3

Номер ливневого района	Максимальная рабочая отметка, м	Количество стабилизирующего вещества на 1000 м² укрепляемой поверхности, кг							
		Скоп		Лигниновые вяжущие (Л)		Битумные ПВА, эмульсии		Синтетические латексы	
		глинистые	песчаные	глинистые	песчаные	глинистые	песчаные	глинистые	песчаные
1Б 10Б; 10В; 12Г; 14А; 14В	до 3	300	400	500	700	700	1000	40	50
	3...6	400	500	700	1000	1000	1300	50	60
	6...12	600	300+700Л	1000	1300	1300	1500	70	80
	12...25	300+700Л	300+900Л	1300	1500	1500	1700	90	100
1В; 3, 4; 14Б	до 3	400	500	700	1000	1000	1300	50	60
	3...6	500	600	1200	1500	1300	1500	60	80
	6...12	300+700Л	300+900Л	1500	2000	1500	1700	80	100
	12...25	300+900Л	300+1200Л	2000	2500	1700	2000	100	120

Примечания: 1. Карта ливневых районов приведена на рис. 24.1 ВСН 63—67.

2. При укреплении земляного полотна с рабочими отметками более 12 м расход стабилизирующего материала для верхней половины откоса принимается по норме, соответствующей рабочей отметке до 12 м, а для нижней—по норме, принимаемой для рабочей отметки более 12 м.

3. Количество синтетического латекса и ПВА указано в расчете на сухое вещество, а количество битумной эмульсии типа БНД (дорожной)—на 50-процентную концентрацию.

Рекомендуемые составы смеси для укрепления откосов гидропосевом трав представлены в табл. 11.4. Расход смеси любого состава равен 5 л/м².

Таблица 11.4

Номер состава	Вид и соотношение компонентов в составе, %				
	семена трав	удобрения	мульчирующий материал	пленкообразующий материал	вода
I	0,6	2,2	скоп	—	91,4—85,2
II	0,6	1,8	6—12 торфокрошка или опилки 8 или солома 4	лигниновое вяжущее 3—50	91,6—39.6
III	0,6	2.2	торфокрошка или опилки 8	ПВА или синтетический латекс 0,8—1,6	92,4—87.6
IV	0,6	1,8	скоп 6	лигниновое вяжущее 1,5—25	90,1—66.6

11.2.5. Укрепление грунтов при их кислотности, близкой к нормальной ($5{,}5 \angle pH \angle 8{,}0$), можно производить любым из составов, указанных в табл. 11.4.

Для укрепления слабокислых ($4{,}5 \angle pH \angle 5{,}5$) грунтов следует применять составы II и IV. Сильнокислые ($pH \angle 4{,}5$) грунты перед укреплением необходимо раскислять внесением извести по норме, указанной в табл. 11.2. Посев с применением составов II или IV следует производить через два дня после известкования.

11.2.6. Откосы земляного полотна, сооруженного из аргиллито-алевролитовых и глыбовощебенистых грунтов с включением глинистого заполнителя менее 30% для северной экспозиции и менее 50%—для южной экспозиции, перед гидропосевом необходимо покрывать слоем растительного или глинистого грунта толщиной около 15 см.

Откосы земляного полотна северной экспозиции, сооруженного из выветрелых аргиллито-алевролитовых грунтов с глинистым заполнителем более 30%, следует укреплять с использованием составов II или IV на основе лигниновых вяжущих.

Для укрепления откосов земляного полотна, сооруженного в дресвяно-щебенистых грунтах, при их кислотности, близкой к нормальной ($pH \approx 7$), следует применять составы смеси II, III, IV, но содержание вяжущих должно быть увеличено в 1,5 раза по сравнению с указанным в пункте 11.2.5.

11.2.7. Подготовку материалов и заправку гидросеялки рекомендуется производить на специально организованной базе, располагаемой вблизи объектов укрепления и водоисточников, с расчетом укрепления с нее участка длиной до 20 км. На базе рекомендуется иметь складские помещения для хранения семян, удобрений и мульчирующих материалов, емкости для жидких стабилизирующих материалов, дробилку Д-440У и погрузчик ТПШ-3М.

11.2.8. Перед началом гидропосева укрепляемую поверхность рекомендуется разбивать на захватки площадью 1000 м^2. Смесь наносится на поверхность откоса гидрометателем.

Откосы укрепляются при движении гидросеялки по берме или по основной площадке земляного полотна вдоль участка высева.

Откосы земляного полотна с рабочими отметками до 12 м рекомендуется укреплять как с нижней, так и с верхней стоянок гидросеялки, а с отметками от 12 до 24 м—с обеих. Укрепления показаны на рис. 11.1.

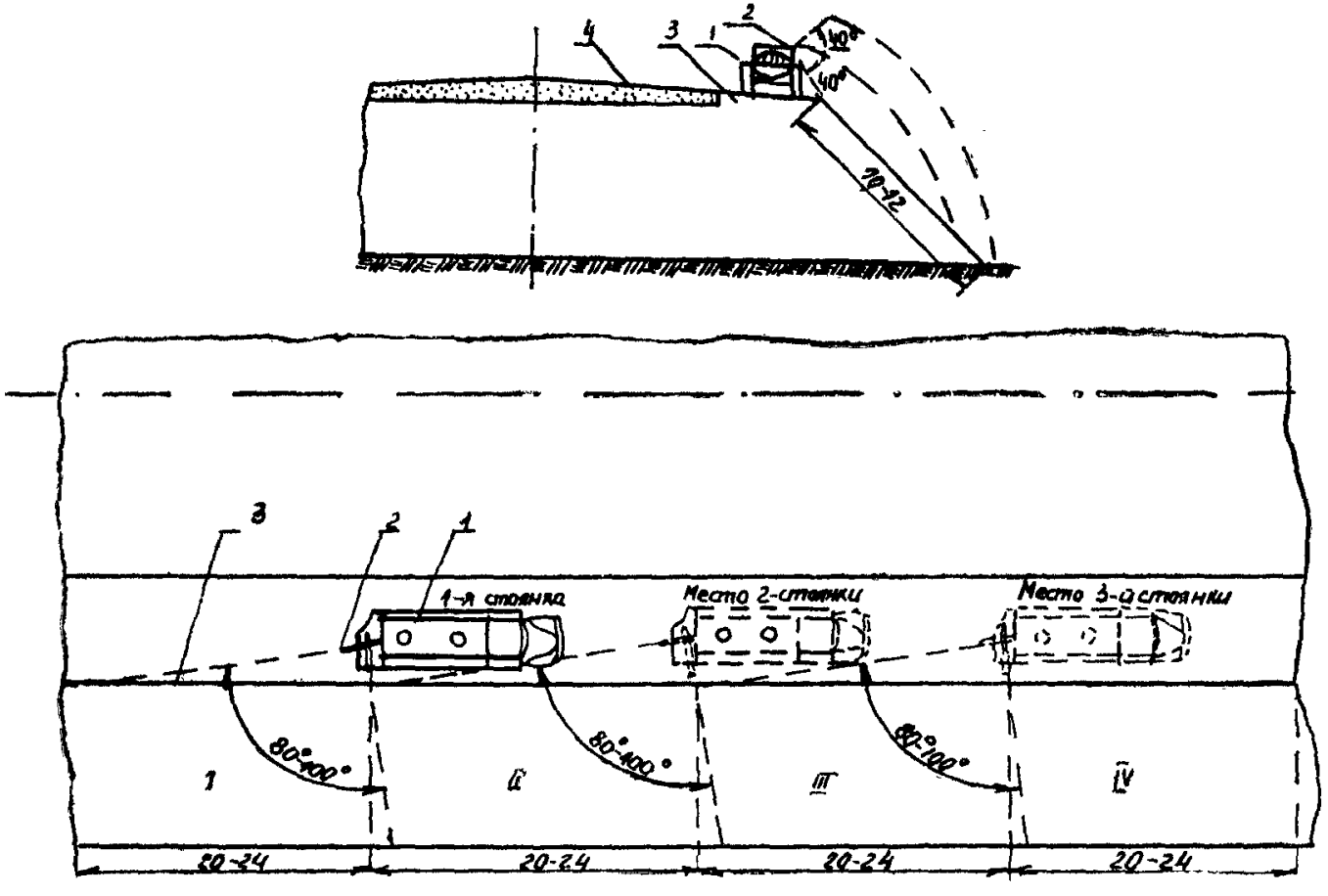


Рис. 11.1. Технологическая схема укрепления откосов земляного полотна гидропосевом многолетних трав:

1—гидросеялка ДЭ-16; *2*—гидрометатель; *3*—обочина; *4*—покрытие; I, II, III, IV—участки, обрабатываемые с одной стоянки

На рис 11.2 показан график изменения эксплуатационной производительности гидросеялки в зависимости от расстояния между объектом и базой заправки, а также отметок земляного полотна.

11.2.9. В случае сооружения и укладки пути в периоды года, исключающие возможность посева трав, а также при возведении насыпей поездной возкой или невозможности движения гидросеялки по бермам земляного полотна в связи с отсутствием дорог, большой пересеченностью рельефа местности, неблагоприятными климатическими условиями, гидропосев рекомендуется производить с уложенного пути.

11.2.10. Рабочий поезд для гидропосева с уложенного пути рекомендуется в следующем составе и оборудовании: тепловоз (или мотовоз), железнодорожная цистерна вместимостью до 50 м^3, устанавливаемые на железнодорожных платформах гидросеялка, компрессор производительностью

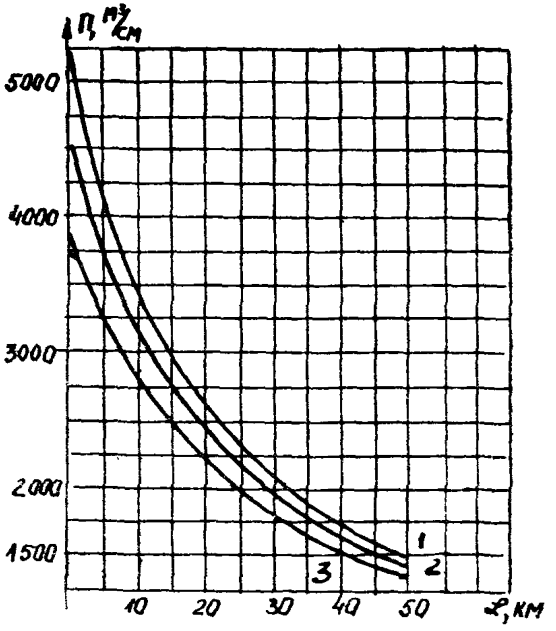


Рис. 11.2. График зависимости производительности машины для гидропосева (*П*) от расстояния объекта до места заправки для различных рабочих отметок земляного полотна: *1*—6 м; *2*—3 м; *3*—2 м

10 м³/мин, фекальный насос ЗФ-12, агрегатированный с двигателем Д-50, мотопомпа, шланг с гидрометателем, емкость для жидких стабилизирующих материалов.

11.2.11. Опилки или торфокрошку, емкость со стабилизирующими материалами, удобрения и семена в количестве, обеспечивающем семенную работу, целесообразно размещать на той же платформе, где установлена гидросеялка.

11.2.12. Для более эффективного использования времени «в окно» целесообразно:

в случае использования в рабочей смеси опилок (или торфокрошки) организовать поезд с двумя гидросеялками в составе, которые включаются в работу попеременно;

при использовании скопа в составе смеси целесообразно оборудовать для гидропосева две железнодорожные цистерны, что позволяет в момент загрузки одной из них компонентами смеси на базе заправки использовать другую в составе поезда для укрепления земляного полотна.

11.2.13. Рабочая смесь наносится на укрепляемые поверхности гидросеялкой при движении поезда со скоростью 3—5 км/ч.

Укрепление откосов земляного полотна с рабочими отметками, а также других удаленных от железнодорожного пути участков производится с помощью шланга с гидрометателем.

11.3. Укрепление откосов земляного полотна посевом трав по слою растительного грунта или торфа

11.3.1. Для укрепительных работ используется растительный грунт, срезаемый в соответствии с проектом в полосе отвода для последующей рекультивации.

В северной климатической зоне, где нет природного растительного грунта, целесообразно использовать разложившийся торф с зональностью до 50%. При отсутствии разложившегося торфа укрепление производят в два этапа. Неразложившийся торф наносят на откос слоем 20—25 см, а через год после естественного его раскисления выполняют гидропосев трав.

Если откосы земляного полотна подготовлены для укрепления поздней осенью, когда посев трав невозможен, их следует покрыть растительным грунтом или торфом, а посев произвести весной следующего года.

11.3.2. Для заготовки растительного грунта, транспортировки к месту укладки и нанесению на откосы земляного полотна рекомендуется использовать бульдозеры, в том числе с откосниками, экскаваторы-планировщики, драглайны, обратные лопаты и автосамосвалы.

11.3.3. Посев семян трав и внесение удобрений рекомендуется производить гидросеялкой. При этом рабочая смесь должна состоять из воды, семян многолетних трав, минеральных удобрений, стабилизирующих материалов. Рекомендуемые составы смеси приведены в табл. 11.5. Нормы расхода стабилизирующих материалов принимаются в соответствии с табл. 11.5. Расход смеси составляет 1 л/м^2.

Таблица 11.5

Номер состава	Вид и соотношение компонентов в составе смеси, %			
	семена многолетних трав	минеральные удобрения	стабилизирующие материалы	вода
I	2—4	11,0	СКОП 15—30	72—55
II	2—4	9,0	лигниновое вяжущее 7,5—87	81,5—0
III	2—4	11,0	ПВА или синтетические латексы 4—8	83—77

11.4. Укрепление земляного полотна защитными покрытиями

11.4.1. В районах Крайнего Севера и Заполярья, где трава растет слабо, а насыпи отсыпаны пылеватым песчаным грунтом, укрепление откосов производят песчано-гравийной смесью, щебнем слоем 15—30 см или торфогрунтовой смесью толщиной слоя 15—20 см.

В районах жаркого засушливого климата откосы в глинистых грунтах не укрепляют, а в подвижных песках укрепляют обсыпкой из неразвеваемого грунта, водорастворимыми полимерами и другими способами, изложенными в п. 7.1.12.

11.4.2. Обсыпку откосов скальными и крупнообломочными материалами производят с целью повышения устойчивости земляного полотна, сложенного сильнольдистыми пылеватыми песками и глинистыми грунтами, приобретающими после оттаивания текучепластичную или текучую консистенцию, а также сооруженного на сильно просадочных грунтах, насыщенных жильными инъекционными льдами большой мощности.

11.4.3. Минимальная толщина слоя скальной или гравийно-галечниковой обсыпки принимается в зависимости от категории просадочности грунтов откосов.

11.4.4. Для сохранения вечномерзлого состояния грунтов, в том числе на участках с подземными льдами, средняя толщина слоя крупнообломочных обсыпок должна быть не ме-

нее 1 м при показателе просадочности $\delta < 0{,}25$ и от 1 до 1,5 м при $\delta \geqslant 0{,}25$.

Средний размер отдельностей скального грунта, используемого в отсыпках, должен быть равным 0,2—0,3 м при допустимом содержании древяного заполнителя не более 30% (по объему).

11.4.5. Работы по устройству обсыпок выполняются в зимний период или ранней весной. Для устройства скальных обсыпок используют экскаваторные комплексы.

11.4.6. При производстве скальных обсыпок драглайн и бульдозер размещают на откосных полках выемок или основной площадке земляного полотна насыпи.

Грунт доставляют на автомобилях-самосвалах и выгружают, развернувшись перпендикулярно к оси земляного полотна, на откос и частично на бровку. Лишний грунт с бровки выемок или насыпи сталкивается бульдозером на откос, отделка откоса выполняется драглайном.

Особое внимание необходимо при этом уделять равномерности обсыпки по толщине слоя.

Обсыпке подлежит также грунт на ширине 1 м за бровкой откоса выемки и подошвы насыпи.

11.4.7. Для обеспечения выполнения требований по крупности скальных обломков, используемых для обсыпок, погрузку взорванной породы в автосамосвалы рекомендуется производить экскаватором или погрузчиком, оборудованными прямой лопатой с прорезями в откидном дне ковша, через которые высыпаются мелкие фракции грунта в процессе его экскавации.

11.4.8. Для предотвращения размыва откосов и дна водоотводных канав в глинистых и оттаивающих просадочных грунтах и, особенно на торфяных марях, целесообразно использовать гравийно-галечную смесь толщиной слоя 12—15 см или горную массу скального грунта толщиной слоя 20—30 см.

11.4.9. При этом способе укрепления разработку грунта в канаве производят с увеличением сечения на толщину укрепляющего слоя. Не допуская разуплотнения и оттаивания грунта в откосах и основании открытой канавы, ее засыпают гравийно-галечниковым грунтом или горной массой на полный профиль и с поверхности грунт уплотняют.

После засыпки и уплотнения тем же экскаватором с профилирующим ковшом выбирают лишний гравий из сечения канавы с оставлением защитного слоя этого грунта по ее периметру.

Раздел 12. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА, СОДЕРЖАНИЕ И ПРИЕМКА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

12.1. Контроль качества

Производственный контроль качества сооружения железнодорожного земляного полотна включает (СНиП 3.02.01—87):

входной контроль качества проектной документации и соответствия действительных характеристик грунта земляного полотна проектным характеристикам;

операционный контроль качества выполнения строительных работ;

приемочный (выходной) контроль качества законченных видов строительных работ и объектов земляного полотна.

Входной контроль качества проектной документации и соответствия действительных характеристик грунта земляного полотна проектным осуществляют технический и сметно-договорной отделы, строительная лаборатория и группа проектов организации работ и производственного проектирования треста, а также производственно-технический отдел и строительная лаборатория мехколонны.

Операционный контроль осуществляется в течение всего производственного процесса лицами, указанными в картах операционного контроля качества строительных работ (КОКК). Карты должны содержать схему строительной конструкции, таблицу контролируемых параметров, перечень нормативных документов и регламентацию проведения операционного контроля. Карты подготавливают группа ПОР треста и производственно-технические отделы механизированных колонн. Внутренний контроль качества строительных работ при сооружении земляного полотна осуществляется центральными строительными лабораториями, работниками соответствующих отделов трестов, главными инженерами и производственно-техническими отделами механизированных колонн. Внешний инспекционный контроль ведется авторским надзором проектной организации, инспекцией государственного строительного контроля; при оценке качества проверяется соответствие каждого контролируемого параметра в отдельности требованиям проекта.

Перечень основных контролируемых параметров по видам работ с указанием необходимого количества их измерений и величин допускаемого отклонения приведен в табл. 12.1.

Таблица 12.1

№ пп	Виды работ	Контролируемые параметры	Нормативный допуск	Минимальное количество измерений на 1 км (способ проверки)
1	Разбивка земляного полотна	Точность определения отметок оси и бровок земляного полотна, м	±0,2	Все измеренные точки (нивелировка)
		Точность определения точек бровок основной площадки в плане, м:		
		на прямых	±0,02	То же
		на кривых	±0,03	»
		То же, бровок берм, м	±0,05	»
		То же, поперечных размеров водоотводных канав, м	±0,04	»
		Точность отметок дна канав, м	±0,01	»
2	Подготовка основания под насыпи	Положение плоскости среза растительного слоя, кустарника, пней, м	±0,1	20 (через 50 м)
		Границы расчистки полосы отвода, м	±1,0	20
		Поперечный уклон уступов	±0,02	20
3	Устройство водоотводов	Поперечные размеры кюветов, нагорных и водоотводных канав по дну, м	±0,05	20
		Увеличение крутизны откосов нагорных и водоотводных канав	не допускается	20
		Высотные отметки дна кюветов, нагорных и водоотводных канав, м	±0,02	100
4	Возведение насыпей и разработка выемок	Расстояние между осью и бровкой земляного полотна, м	±0,1	40
		Толщина отсыпаемого слоя, % от требуемой толщины	±0,15	20
		Плотность слоев земляного полотна	85% значений соответствуют заданным	30 в каждом отсыпаемом слое
		Высотные отметки профиля основной площадки, м	±0,05	40
		Ширина бермы, м	±0,15	20

Продолжение табл. 12.1

№ пп	Виды работ	Контролируемые параметры	Нормативный допуск	Минимальное количество измерений на 1 км (способ проверки)
		Поперечные уклоны поверхности берм насыпи и верха кавальеров	0,02	20
		Поперечные уклоны поверхности берм насыпи и верха кавальеров	0.02	20
		Поперечные уклоны поверхности берм выемки	0,04	20
5	Укрепление откосов земляного полотна	Толщина растительного слоя, % от требуемой толщины	±20	20
		Качество дернового покрова	По нормативному документу	1 на 100 м²

Приемочный контроль—контроль, выполняемый по завершении строительства объекта или его этапов, скрытых работ и других объектов контроля. По его результатам принимается документированное решение о пригодности объекта контроля к эксплуатации или выполнению последующих работ.

Приемочный контроль одного и того же показателя может осуществляться на нескольких уровнях и разными методами (например, плотность грунта отдельных слоев и насыпи в целом). При этом результаты контроля низшего уровня могут служить предметом контроля высшего уровня (например, акты освидетельствования скрытых работ по приемке основания насыпи представляются при приемке насыпи в целом). *Результаты приемочного контроля фиксируются в актах* освидетельствования скрытых работ, актах промежуточной приемки ответственных конструкций, актах испытания свай пробной нагрузкой и других документах, предусмотренных действующими нормативами по приемке строительных работ, зданий и сооружений.

Виды контроля также классифицируются:

а) в зависимости от охвата контролируемых параметров (объем контроля):

сплошной контроль, при котором проверяется все количество контролируемой продукции;

выборочный контроль, объем выборки устанавливается методами математической статистики;

б) в зависимости от периодичности контроля:

непрерывный контроль, когда информация о контролируемом параметре технологического процесса поступает непрерывно;

периодический контроль, когда информация поступает через определенные промежутки времени;

летучий контроль, выполняемый в случайное время (например, контроль плотности грунта при обратной засыпке траншей);

в) в зависимости от применения специальных средств контроля (метод контроля):

измерительный контроль, выполняемый с применением средств измерений, в т. ч. лабораторного оборудования;

визуальный контроль—по ГОСТ 16504—81;

технический осмотр—по ГОСТ 16504—81;

регистрационный контроль, выполняемый путем анализа данных, зафиксированных в документах.

В случаях, когда разрабатываемый экскаватором грунт используется для возведения земляного полотна, экскаваторщик обязан обеспечить отсутствие в этом грунте камней крупнее 0,3 м, пней и прочих древесных остатков, включений торфа и других грунтов, не пригодных для укладки в земляное полотно, а в зимнее время обязан организовать разработку забоя таким образом, чтобы количество мерзлого грунта не превышало 30% от общего объема. В скальном грунте не должно быть камней («негабаритов»), наибольший поперечный размер которых превышает $^2/_3$ ширины ковша прямых и обратных лопат или $^1/_2$ ширины ковша драглайна.

Машинист экскаватора обязан обеспечить загрузку транспортных средств разрабатываемым грунтом в соответствии с установленной грузоподъемностью. Отклонение от ее величины должно быть не более: —5% ... +10%.

При рыхлении мерзлого грунта клин-молотом показателями качества служат полная проработка мерзлого грунта по всей глубине промерзания и отсутствие комьев крупнее 0,3 м.

Толщина слоев отсыпаемого грунта должна соответствовать типу грунтоуплотняющей машины и задаваться лабораторией качества земляного полотна. Отклонение от заданной величины допускается в пределах, указанных в табл. 12.1.

Качество уплотнения грунта определяется соответствием достигнутого показателя плотности грунта величине, требуемой проектом или нормативным указанием.

Величина отклонения стенки уступа в отдельных местах от заданного положения не должна превышать величины ±0,2 м.

В случаях, когда растительный грунт или торф под основанием земляного полотна необходимо удалить до минерального грунта, допускаемое отклонение не должно превышать величины по вертикали ±0,1 м, а в катке не более ±0,2 м.

При очистке от снега и льда основания насыпи, поверхности выемки или карьера грунт должен быть оголен по всей площади. Допускается оставить снег в отдельных углублениях и бороздах, но не более 30% от всей площади.

В дождевой период года, в жаркую погоду, а также в зимнее время уплотнение грунта необходимо производить немедленно вслед за отсыпкой слоя, не допуская его переувлажнения, пересыхания и смерзания до момента достижения требуемой плотности.

Если указанное требование не выполняется, отсыпка насыпи должна быть прекращена.

Машинисты строительных машин обязаны сохранять растительный покров за пределами разрабатываемых сооружений, исключив маневрирование и переезды с объекта на объект вне дорог по прилегающей территории.

Работа мехколонн по обеспечению качества земляного полотна должна включать системный анализ случаев нарушения технологической дисциплины норм проектирования земляных работ с подробным разбором причин и принятых решений по ликвидации нарушений. Основными документами для такой работы являются:

а) результаты лабораторных анализов грунтов на стадии входного контроля в процессе производства земляных работ, а также при контрольном бурении сданного в эксплуатацию земляного полотна.

б) претензии генподрядной и проектной организаций, заказчика по качеству земляных работ;

в) данные о фактических трудовых потерях, связанных с переделками и исправлениями допущенного брака, и стоимость этих работ.

Контроль качества готового земляного полотна производится в ходе его приемки. Приемочный контроль качества скрытых (подготовительных) работ и строительных работ по законченным строительством участкам земляного полотна при сдаче его под укладку и в эксплуатацию осуществляется техническим надзором заказчика и инспекцией государственного строительного контроля.

12.2. Содержание земляного полотна при его сооружении

Содержание земляного полотна и защитных и укрепительных устройств следует осуществлять:

в процессе сооружения до сдачи земляного полотна под укладку пути генподрядчику—силами организаций, производящих земляные работы или строительство защитных и укрепительных сооружений;

при рабочем движении поездов—силами строительных подразделений генподрядной организации;

в период временной эксплуатации—силами дистанции пути отделений временной эксплуатации.

Содержание земляного полотна предусматривает: надзор за его состоянием с целью своевременного обнаружения признаков нарушения устойчивости его элементов; ликвидацию повреждений и предупреждение развития возникающих деформаций; установление несоответствия проектных решений условиям работы земляного полотна, оперативное назначение и осуществление мероприятий по его усилению.

При сооружении земляного полотна постоянный надзор должен осуществляться мастерами, прорабами, старшими прорабами и главными инженерами строительных подразделений. Надзору подлежат:

постоянные и временные водоотводы;

откосы выемок и прилегающие к ним природные склоны с целью своевременного обнаружения трещин или других признаков смещений с установлением при необходимости маяков и марок для наблюдения за развитием подвижек;

участки местности в районах насыпей на болотах, вечномерзлых грунтах и слабых основаниях с целью обнаружения выпаров основания, образования застойных мест воды у подошвы и т. д.;

основная площадка земляного полотна с целью установления сохранности проектных очертаний и отсутствия повреждений;

объекты и элементы земляного полотна, защитных и укрепительных устройств в неблагоприятных инженерно-геологических условиях (наледных, просадочных, подтопляемых и др.) с целью установления достаточности укрепительных и защитных мероприятий.

К работам по текущему содержанию земляного полотна при его сооружении относятся:

ликвидация перемычек и мест застоев воды в кюветах и канавах, а также на основной и заоткосной площадках, у подошвы насыпей;

заделка промоин и эрозионных разрушений откосов;
ликвидация неровностей на основной площадке;
уборка сплывшего с откосов грунта в выемках;
отвод источников воды;
укрепление размываемых мест;
заделка трещин грунтом, однородным с грунтом земляного полотна.

Для выполнения всех перечисленных работ по текущему содержанию земляного полотна при его сооружении и временных землевозных дорог на фронте работы мехколонны необходимо сформулировать комплект машин в составе автогрейдера, экскаватора-планировщика УДС и других типов с учетом региональных особенностей.

На участках при сооружении земляного полотна в сложных природных условиях порядок постоянного надзора и наблюдений, как правило, должен быть установлен проектом.

12.3. Приемка земляного полотна

Приемка земляного полотна под укладку пути должна производиться строительной организацией—генподрядчиком, совместно с представителем заказчика в соответствии с установленными положениями СНиП 3.02.01.87, СНиП 3.06.07.86, а в районах со сложными природными условиями—СНиП 3.04.03—85, СНиП 2.03.11—85, СНиП II-18—76.

При приемке выемок и насыпей следует проверять:

а) правильность расположения сооружений в плане и профиле и геометрических размеров сооружений;

б) укрепление откосов;

в) степень уплотнения грунта;

г) состояние участков, подлежащих рекультивации;

д) состояние охранной зоны в районах со сложными природными условиями (нарушение мохо-торфяного или растительного покрова, срубки кустарника и леса и др.);

е) наличие актов на скрытые работы, а также устанавливающих соблюдение проектных требований к качеству грунтов в насыпях, в том числе возводимых в зимний период.

Промежуточной приемке с составлением актов на скрытые работы подлежат:

основания насыпей, в части срезки растительного слоя, корчевка пней в необходимых случаях, срезка слабого грунта или выторфовка, уборка снега и наледи зимой и другие, предусмотренные проектом (укладка «Дорнита» в основании и т. д.);

замена грунта в основаниях выемок и нулевых местах;

выполнение мероприятий, предусмотренных проектом по обеспечению устойчивости земляного полотна объектов индивидуального проектирования;

нарезка уступов, засыпка кюветов и другие работы при сооружении земляного полотна второго пути;

планировка поверхности нижнего слоя насыпи, отсыпанного из глинистого грунта, в случае возведения верхней части насыпи из дренирующего грунта;

подготовка карьеров к разработке.

Работы по устройству дренажей принимаются по мере готовности отдельных элементов дренажа как скрытые работы. Кроме того, производится приемка всего дренажа в целом.

В акте приемки дренажа должно быть отмечено состояние отдельных его элементов и дана характеристика заполнителя.

К акту должны быть приложены инженерно-геологические разрезы, план дренажной системы с показанием выпусков и мест расположения опознавательных знаков.

Приемка штолен производится по мере готовности отдельных участков и всей системы в целом.

Приемку насыпей, возводимых на болотах, следует производить лишь после пробных испытаний подвижной или статической нагрузками. Длительность и характер нагрузки должны устанавливаться проектом.

В процессе возведения насыпей на болотах следует производить контроль с занесением результатов наблюдений в журнал по следующим видам работ:

подготовка основания насыпи (выторфовывание и засыпка траншей);

ход осадок насыпи во времени;

состояние насыпи в рабочем движении поездов.

При сдаче земляного полотна под укладку пути подрядчик должен подготовить и предъявить заказчику следующие документы:

акты на скрытые работы;

ведомость контрольной нивелировки и замеров ширины основной площадки земляного полотна;

исполнительные поперечные профили земляного полотна, сооруженные по индивидуальным проектам;

выписки из журнала контроля уплотнения земляного полотна;

журнал контроля выполнения и качества укрепления откосов земляного полотна посевом трав.

Заказчик устанавливает соответствие земляного полотна его проекту и требованиям настоящего документа и подписывает акт освидетельствования готовности земляного полотна под укладку пути (приложение 22).

Документация, предъявляемая строительной организацией при технической приемке законченных строительством объектов, должна содержать:

рабочие чертежи конструктивных элементов с нанесением на них допущенных в процессе строительства изменений, а при значительных отступлениях—соответствующие исполнительные чертежи с документами по оформлению изменений;

журналы работ;

акты на скрытые работы;

ведомость выполненных работ по противопучинным и противооползневым мероприятиям;

ведомость постоянных реперов и акты геодезической разбивки сооружений;

акты лабораторных испытаний грунтов;

акты лабораторных испытаний материалов, примененных при сооружении насыпей, в том числе: камня, материалов для крепления и др.

Приложение 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИТРАССОВЫХ ДОРОГ

Наименование покрытий	Работоспособность дороги до капитального ремонта, млн. т	Средняя скорость движения, км/ч	Интенсивность движения в летние сухие месяцы, автомобилей/сутки
Гравийные и грунто-гравийные покрытия толщиной не менее 15 см	0,6	30	свыше 300
Грунтовые, укрепленные неорганическими вяжущими материалами (цемент+известь)	0,3	25	свыше 300
Сборные колейные из железобетонных плит, уложенных на песчаном основании толщиной 5—10 см	4	30	свыше 300
Древо-грунтовые:			
а) из специальных смесей;	0,04	15—20	до 300
б) улучшенные крупнозернистым песком с гравием	0,07	20—25	до 400
Грунтовые, улучшенные гравием	0,03	20—25	до 300
Грунтовые из специальных смесей	0,03	15—20	до 100

НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДИ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ РЕЗЕРВА

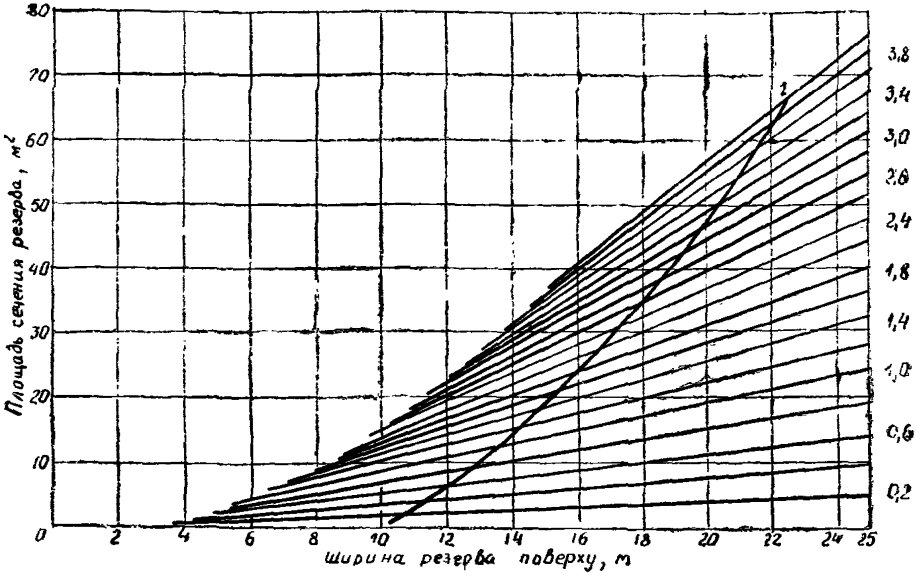


Рис. П.2

1—линия перехода резерва из односкатного поперечного профиля в двускатный. Размеры резервов определяются потребностью в грунте для отсыпки насыпей. Глубина резервов в каждом поперечном сечении рассчитывается на основании продольного нивелирования, как разность поверхности резерва и его дна.

Ширина резерва по верху с каждой стороны насыпи не может превышать значения

$$B_3 = B - 2 - \left(\frac{B_1}{2} + mH\right) - B_2, \text{ м},$$

где B—ширина полосы отвода, м; B_1—ширина основной площадки насыпи, м; m—крутизна откосов резерва; H—высота насыпи, м; B_2—ширина бермы, м.

Площадь поперечного сечения резервов

$$W = (B_3 - mh)h, \text{ м}^2,$$

где h—глубина резерва, м.

Для графического определения поперечного сечения резерва или его ширины по верху можно пользоваться номограммой рисунка, где учтены профили односкатных резервов (в левой части рисунка) и двускатных (в правой части).

Порядок расчета:

1. Проектируется продольный профиль дна резерва и определяется его глубина на пикетах и плюсах.

2. Определяется ширина резерва по верху.

3. Определяется площадь поперечного резерва по формуле или номограмме.

Приложение 3

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Характеристики экскаваторов в соответствии с буквенно-цифровым обозначением их марки

Первые буквенные обозначения:

ЭО—экскаваторы одноковшовые универсальные;

ЭТР—экскаваторы траншейные и канавокопатели роторные, шнекороторные и фрезерные;

ЭТЦ—экскаваторы траншейные цепные;

ЭР—экскаваторы роторные универсальные;

ЭМ—экскаваторы непрерывного действия поперечного копания;

1-я цифра—номер размерной группы. Номера размерной группы 4, 5, 6, 7 и 8 соответствуют экскаваторам с ковшом вместимостью ковша 0,65; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0 м³.

2-я цифра—номер типа ходового устройства;

1—гусеничный ход (нормальный);

2—гусеничный ход (уширенный);

3—пневмоколесный ход;

4—специальные шасси автомобильного типа;

5—шасси грузовых автомобилей;

6—навесной на автомобиль или трактор;

7—прицепной.

3-я цифра—тип привода рабочего оборудования:

1—механическое;

2—гидравлическое;

3—телескопическое.

4-я цифра—номер модели;

А, Б—буквенные обозначения очередной модификации;

ХЛ (с), Т—буквенные обозначения климатического исполнения.

Таблица П.3.1

Технические и экономические характеристики экскаваторов

Марка, тип привода	Вместимость ковша, м³ (основной ковш)	Мощность двигателя, кВт	Ходовое оборудование	Скорость передвижения, км/ч	Наибольшая глубина копания, м	Наибольшая высота выгрузки, м	Масса, т
ЭО-2621 В-2 Гидравлический	0,25	44	На базе трактора	19	3,5	2,5	6,1
ЭО-2624 Гидравлический	0,25	58,8	То же	19	4	3	7,25
ЭО-3211-Д Механический	0,45	37	Гусеничное	1,15 . . . 2,92	5,02	5,6	12,7
ЭО-3322 Е Гидравлический	0,5	55	Пневмоколесное	19,5	4,4	4,9	12,45
ЭО-3323 Гидравлический	0,63	55	То же	19,4	4,5	4,7	14
ЭО-3333 Гидравлический	0,63	59	»	19,2	4,5	4,7	14
ЭО-4112 Механический	0,65	55...60	Гусеничное	3,15	7,9	5,6	20,45
ЭО-4121 Б Гидравлический	1,0	95,7	То же	2,5	5,8	5	23,5
ЭО-4125 Гидравлический	1,0	95,7	»	2,5	6,7	5,5	25
ЭО-4321 Б Гидравлический	0,8	73,6	Пневмоколесное	20	5,5	—	19,5
ЭО-5124 Гидравлический	1,6	125	Гусеничное	2,25	6,55	5,1	38,7
ЭО-5123 ХЛ Гидравлический	1,6	110	То же	2,2	6,2	5,1	38,9
Э-2503 В Электрический	2,5	160	»	1,23	10	7	94
Э-2502 БХЛ-2 Электрический	2,5	220	»	1,23	10	—	94
ЭО-6122 А Гидравлический	2,5	2×75	»	1,5	10,7	5,3	56,2

Таблица П.3.1-а

Технические и экономические характеристики экскаваторов непрерывного действия

Модель	Базовый двигатель	Мощность двигателя, кВт	Размеры траншеи, м		Рабочая скорость, м/ч	Масса, т год	Число часов работы
			глубина	ширина			
Экскаваторы траншейные цепные							
ЭТЦ-165А	МТЗ-82	58	1,6	0,2	20...8000	5,8	1375
ЭТЦ-252	ТТ-4	81	2,5	2,8	5...150	18,6	1650
ЭТЦ-208В	Т-130МГ	118	2	0,6	125...340	24,2	2400
Экскаваторы траншейные роторные							
ЭТР-134	ТТ-4	81	1,3	0,28	10...640	18,3	1650
ЭТР-224А	Т-130МГ	118	2,2	1,75	10...300	31,5	1650
ЭТР-253А	ДЭТ-250М	243	2,5	3,2	20...350	61,8	3075

Таблица П.3.2

Технические характеристики фронтальных одноковшовых погрузчиков

Показатели	Погрузчики			
	ТО-30	ТО-25	ТО-10А	ТО-31*
Грузоподъемность, т	2,0	3	4	0,5
Вместимость ковша, м³	1,1	1,5	2	0,2
Высота разгрузки, м	2,7	2,76	3,2	2,2
Мощность двигателя, кВт	55	122	118	18
Скорость перемещения (максимальная), км/ч	35	30,4	10,1	10,5
Масса, т	7,5	10,1	22,5	2,46
Себестоимость машино-часа, руб.	2,8	2,94	3	2,5

* Малогабаритная универсальная машина.

Таблица П.3.3

Характеристики скреперов

Показатели	Прицепные				Самоходные		
	ДЗ-79	ДЗ-77А-1	ДЗ-149-5	ДЗ-172.1	ДЗ-357г	ДЗ-87-1А	ДЗ-13Б*
Вместимость ковша, м³	15	8,8	8,8	8,8	9	4,5	16
Трактор	Т-330	Т-130МГ-2	К-701	Т-170.00.2	МоАЗ-546П	Т-150К	БелАЗ-531м
Ширина резания, м	3,02	2,6	2,85	2,75	2,82	2,43	3,43
Заглубление, м	0,31	0,35	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2
Грузоподъемность, т	29	16	16,5	16	16,4	9,8	30
Толщина отсыпаемого слоя, м	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,15—0,51
Скорость движения, км/ч	16,4	10,5	33,8	10,5	30	30	50
Масса, т	18,6	9,8 (без трактора)	22,7	23,41	19,6	12,3	36
Производительность эксплуатационная среднечасовая, м³/ч	53,3 / 31,3	29,8 / 16,8	41,8 / 24,2	29,8 / 16,8	30,7 / 24,3	18,9 / 15,4	67,1 / 54,7

* С системой «Копир-Стабилоплан—10Л».

Таблица П.3.4

Характеристики бульдозеров

Показатели	ДЗ-171.1	ДЗ-42	ДЗ-110В	ДЗ-109Б	ДЗ-171.5[1]	ДЗ-132-1	ДЗ-101А	ДЗ-141ХЛ	ДЗ-133[2]
Трактор	Т-170	ДТ-75	Т-130МГ	Т-130МГ	Т-170	ДЭТ-250М	Т-4АП	Т-500	МТЗ-80
Мощность, кВт	125	66	118	118	125	243	96	368	55
Заглубление отвала, м	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,7	0,2
Габаритные размеры, м:									
длина	5,6	5	5,5	5,7	5,6	7,5	5,03	9,5	5,23
ширина	3,24	2,52	3,3	4,1	3,24	4,55	2,56	4,8	2,15
высота	3,15	2,33	3,3	3,1	3,15	3,22	2,86	4,3	2,85
Отвал:									
длина, м	3,22	2,52	3,22	4,12	3,22	4,55	2,8	4,8	2,1
высота, м	1,3	0,8	1,3	1	1,3	1,7	1,1	2	0,65
Скорость, км/ч	10,1	11,2	10,3	12,5	10,1	15,7	9,3	13	33
Масса, т	15,6	7	16,6	16,3	16	33,7	9,9	61,3	4,4

[1] Оборудован автоматической системой «Копир-Стабилоплан».
[2] Бульдозер-погрузчик грузоподъемностью 0,75 т, 6 сменных рабочих органов.

Таблица П.3.5

Характеристики автогрейдеров и грейдер-элеваторов

Показатели	Автогрейдеры				Грейдер-элеватор
	ДЗ-122А	ДЗ-143	ДЗ-140	ДЗ-98А	ДЗ-507А
Мощность, кВт	99	100	184—220	184	121
Отвал, м:					
длина	3,72	3,74	4,8	4,25	—
высота	0,62	0,62	0,8	0,72	—
опускание	0,25	0,25	0,45	0,5	—
Угол резания, град.	30—70	30—70	30—70	30—70	—
Скорость, км/ч	43	43	40	47	20
Масса, т	14,37	13,5	26,6	19,5	6,5 (без трактора)

Таблица П.3.6

Характеристики самосвалов

Показатели	ЗИЛ ММЗ 4502	МАЗ 5549	КамАЗ 5511	КрАЗ 256Б1	БелАЗ 540А	Татра 14851М	Магирус 290Д
Грузоподъемность, т	5,8	8	10	12	27	15	16,6
Масса, т	4,8	7,2	9	10,9	21	10,7	7,7
Вместимость кузова, $м^3$	3,8	5,1	7,2	6,0	15	9	9,5
Наибольшая скорость, км/ч	90	75	80	65	55	70	73
Длина, м	5,5	5,8	7,1	8,1	7,2	7,2	7,7
Ширина, м	3,3	3,4	2,8	4,1	3,6	2,7	2,8
Мощность, кВт	110	132	154	177	265	157	229

ПАСПОРТА-ТАБЕЛИ И МОДУЛИ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КОЛОНН

Таблица П.4.1

Паспорт-табель механизированной колонны в Центральной зоне

Машины и оборудование	Модули								Итого 2468
	М-1	М-2	М-3	М-9	М-5	М-7	М-подгот.	М-планир.	
	Объемы, тыс. м³								
	222	320×2	488	398	240×2	240			
	Количество модулей								
	1	2	1	1	2	1			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Машины для разработки грунта									
Экскаватор 0,4 м³	—	—	—	—	—	—	1	—	1
Экскаватор 0,65 м³	2/2	—	—	—	—	—	—	—	2
Экскаватор 1,0 м³	—	2/4	—	—	—	—	—	—	4
Экскаватор 1,6 м³	—	—	2/2	—	—	—	—	—	2
Погрузчик 2 м³	—	—	—	2/2	—	—	—	—	2
Скрепер самоходный 9 м³	—	—	—	—	4/8	—	—	—	8
Бульдозер 10 тс	2/2	2/4	2/2	1/1	—	—	—	—	9
Бульдозер-рыхлитель 25 тс	—	—	—	1/1	1/2	2/2	—	—	5
Канавокопатель	—	—	—	—	—	—	1	—	1
Машины для уплотнения грунта									
Каток прицепной	1/1	1/2	—	—	1/2	1/1	—	—	6
Виброкаток	—	—	1/1	1/1	—	—	—	—	2
Машина поливо-моечная	—	—	—	—	—	—	4	—	4
Машина для гидропосева	—	—	—	—	—	—	—	2	2
Машины для планировочных работ									
Автогрейдер средний	—	—	—	—	—	—	—	2	2
Автогрейдер тяжелый	—	—	—	—	—	—	—	2	2
Экскаватор-планировщик	—	—	—	—	—	—	—	2	2

Продолжение табл. П.4.1

Машины и оборудование	Модули								Итого 2468
	М-1	М-2	М-3	М-9	М-5	М-7	М-подгот.	М-планир.	
	Объемы, тыс. м³								
	222	320×2	488	398	240×2	240			
	Количество модулей								
	1	2	1	1	2	1			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Машины для подготовительных работ									
Кусторез	—	—	—	—	—	—	1	—	1
Корчеватель	—	—	—	—	—	—	1	—	1
Трейлер 40 т	—	—	—	—	—	—	2	—	2
Трейлер 60 т	—	—	—	—	—	—	1	—	1
Машины для транспортирования грунта									
Автосамосвалы 12 т	7/7	9/18	12/12	10/10	—	—	—	—	47
Трактор-толкач 15 тс	—	—	—	—	1/2	—	—	—	2

Таблица П.4.2

Экскаваторные модули в Центральной зоне

Машины и показатели	Модули			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Техническое оснащение				
Экскаватор 0,65 м³	2	—	—	—
Экскаватор 1,0 м³	—	2	—	—
Экскаватор 1,6 м³	—	—	2	—
Погрузчик 2,0 м³	—	—	—	2
Автосамосвал	7	9	12	10
Бульдозер 10 тс	2	2	2	1
Бульдозер-рыхлитель 25 тс	—	—	—	1
Грунтоуплотняющая машина	1	1	1	1

Продолжение табл. П.4.2

Машины и показатели	Модули			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Показатели применения				
Территориальная зона	Ц	Ц	Ц	Ц
Грунт, группа	I—IIIм	I—IIIм	I—IIIм	I—IIIм
Объем на объекте, тыс. м³	до 40	40—80	св. 80	до 80
Годовая выработка $\frac{\text{всего}}{\text{в т. ч. бульдозеры}}$, тыс. м³, в центральной зоне	$\frac{222}{40}$	$\frac{320}{40}$	$\frac{488}{40}$	$\frac{398}{20}$
Дальность возки, км	1,5—5	1,5—5	1,5—5	1,5—5
Тип временных дорог	$Д_1$	$Д_2$	$Д_2$	$Д_1$

Таблица П.4.3

Скреперные и бульдозерные модули в Центральной зоне

Машины и показатели	Модули			
	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
Техническое оснащение				
Скрепер 9 м³	4	—	—	—
Скрепер 15 м³	—	4	—	—
Трактор-толкач 10—15 тс	1	—	—	—
Трактор-толкач 25 тс	—	1	—	—
Бульдозер-рыхлитель 10 тс	—	—	2	—
Бульдозер-рыхлитель 25 тс	1	1	—	2
Грунтоуплотняющая машина	1	1	1	1
Показатели применения				
Территориальная зона	Ц	Ц	Ц	Ц
Грунт, группа	I—II	I—II	I—IIIм	I—IIIм
Объем на объекте, тыс. м³	до 80	св. 80	до 20	св. 20
Годовая выработка, тыс. м³, в центральной зоне	240	400	96	240
Дальность возки, км	до 1,5	до 1,5	до 0,1	до 0,15
Тип временных дорог	$Д_1$	$Д_2$	$Д_1$	$Д_2$

Таблица П.4.4

Паспорт-табель и модули механизированной колонны в зоне Севера и Западной Сибири

Машины и оборудование	Модули							Итого 2545
	М-2	М-3	М-4	М-8	М-9	М-подгот.	М-планир.	
	Объемы, тыс. м³							
	360	540×2	400	226	479			
	Количество модулей							
	1	2	1	1	1	1	1	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Машины для разработки грунта								
Экскаватор 0,4 м³	—	—	—	—	—	1	—	1
Экскаватор 1,0 м³	2/2	—	—	—	—	—	—	2
Экскаватор 1,6 м³	—	2/4	—	—	—	—	—	4
Экскаватор 2,5 м³	—	—	1/1	—	—	—	—	1
Бульдозер 10 тс	1/1	1/2	1/1	—	1/1	—	—	5
Бульдозер 25 тс	—	—	—	2/2	—	—	—	2
Канавокопатель	—	—	—	—	—	1	—	1
Погрузчик 2 м³	—	—	—	—	2/2	—	—	2
Машины для уплотнения грунта								
Каток полуприцепной	1/1	1/2	1/1	—	1/1	—	—	5
Каток вибрационный	—	—	—	1/1	—	—	—	1
Машина поливомоечная	—	—	—	—	—	2	—	2
Машины для планировки грунта								
Автогрейдер тяжелый	—	—	—	—	—	—	3	3
Экскаватор планировщик	—	—	—	—	—	—	2	2
Машина для гидропосева	—	—	—	—	—	—	2	2

Продолжение табл. П 4.4

Машины и оборудование	Модули							Итого 2545
	М-2	М-3	М-4	М-8	М-9	М-подгот.	М-планир.	
	Объемы, тыс. м³							
	360	540×2	400	226	479			
	Количество модулей							
	1	2	1	1	1	1	1	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Транспортные машины								
Автосамосвалы 12 т	9/9	14/28	—	—	10/10	—	—	47
Автосамосвалы свыше 12 т	—	—	7/7	—	—	—	—	7
Трейлер 60 т	—	—	—	—	—	2	—	2
Машины для подготовительных работ								
Рыхлитель 25 тс	1/1	1/2	1/1	—	1/1	1	—	6
Кусторез	—	—	—	—	—	2	—	2

Таблица П.4.5

Экскаваторные модули в зоне Севера и Западной Сибири

Машины и показатели	Модули				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 9
Техническое оснащение					
Экскаватор 0,65 м³	2				
Экскаватор 1,0 м³	—	2	—	—	—
Экскаватор 1,6 м³	—	—	2	—	—
Экскаватор 2,5 м³	—	—	—	1	—
Погрузчик 2,0 м³	—	—	—	—	2
Автосамосвалы	7	9	14	7	10
Бульдозер 10 тс	1	1	1	1	1
Бульдозер-рыхлитель 25 тс	1	1	1	1	1
Грунтоуплотняющая машина	1	1	1	1	1

Продолжение табл. П.4.5

Машины и показатели	Модули				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 9
Показатели применения					
Грунт, группа	I—IIIм	I—IIIм	I—IIIм	I—VI	I—IIIм
Объем на объекте, тыс. м³	до 40	40—80	св. 80	св. 80	до 80
Годовая выработка $\frac{\text{всего}}{\text{в т. ч. бульдозеры}}$, тыс. м³, в северной зоне	$\frac{242}{20}$	$\frac{360}{20}$	$\frac{504}{20}$	$\frac{400}{20}$	$\frac{479}{20}$
Дальность возки, км	1,5—5	1,5—5	1,5—5	1,5—5	1,5—5
Тип временных дорог	$Д_1$	$Д_2$	$Д_2$	$Д_2$	$Д_1$

Таблица П.4.6

Скреперные и бульдозерные модули в зоне Севера и Западной Сибири

Машины и показатели	Модули	
	№ 7	№ 8
Техническое оснащение		
Скрепер 9,0 м³	—	—
Скрепер 15,0 м³	—	—
Трактор-толкач 10—15 тс	—	—
Трактор-толкач 25 тс	—	—
Бульдозер-рыхлитель 25 тс	—	2
Бульдозер-рыхлитель 10 тс	2	—
Грунтоуплотняющая машина	1	1
Показатели применения		
Грунт, группа	I—IIIм	I—IIIм
Объем на объекте, тыс. м³	до 20	св. 20
Годовая выработка, тыс. м³, в северной зоне	145	226
Дальность возки, км	до 0,1	до 0,15
Тип временных дорог	$Д_1$	$Д_2$

Таблица П.4.7

Паспорт-табель механизированной колонны в зоне Сибири

Машины и оборудование	Модули									Итого 2480
	М-1	М-3	М-4	М-5	М-6	М-8	М-9	М-подгот.	М-планир.	
	Объемы, тыс. м³									
	196	400×2	300	220	400	220	344			
	Количество модулей									
	1	2	1	1	1	1	1			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Машины для разработки грунта										
Экскаватор 0,4 м³	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
Экскаватор 0,65 м³	2/2	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Экскаватор 2,5 м³	—	—	1/1	—	—	—	—	—	—	1
Экскаватор 1,6 м³	—	2/4	—	—	—	—	—	—	—	4
Скрепер 9 м³	—	—	—	4/4	—	—	—	—	—	4
Скрепер 15 м³	—	—	—	—	4/4	—	—	—	—	4
Бульдозер 10 тс	2/2	2/4	1/1	—	—	—	1/1	—	—	8
Бульдозер 25 тс	—	—	—	—	—	2/2	—	—	—	2
Погрузчик 2 м³	—	—	—	—	—	—	2/2	—	—	2
Канавокопатель	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
Машины для укрепления грунта										
Каток полуприцепной	1/1	1/2	—	1/1	1/1	1/1	1/1	—	—	7
Каток вибрационный	—	—	1/1	—	—	—	—	—	—	1
Машина поливомоечная	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4
Машины для планировки										
Автогрейдер средний	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2
Автогрейдер тяжелый	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2
Экскаватор-планировщик	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2
Машина для гидропосева	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2

Продолжение табл. П.4.7

Машины и оборудование	Модули									Итого 2480
	М-1	М-3	М-4	М-5	М-6	М-8	М-9	М-подгот.	М-планир.	
	Объемы, тыс. м³									
	196	400×2	300	220	400	220	344			
	Количество модулей									
	1	2	1	1	1	1	1			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Транспортные машины										
Автосамосвалы 12 т	6/6	12/24	—	—	—	—	10/10	—	—	40
Автосамосвалы св. 12 т	—	—	7/7	—	—	—	—	—	—	7
Трактор-толкач 15 тс	—	—	—	1/1	—	—	—	—	—	1
Трактор-толкач 25 тс	—	—	—	—	1/1	—	—	—	—	1
Трейлер 60 т	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2
Машины для подготовительных работ										
Рыхлитель 25 тс	—	—	1/1	1/1	1/1	—	1/1	—	—	4
Корчеватель	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
Кусторез	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2

Таблица П.4.7-а

Экскаваторные модули в зоне Сибири

Машины и показатели	Модули				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Техническое оснащение					
Экскаватор 0,65 м³	2	—	—	—	—
Экскаватор 1,0 м³	—	2	—	—	—
Экскаватор 1,6 м³	—	—	2	—	—
Экскаватор 2,5 м³	—	—	—	1	—
Погрузчик 2,0 м³	—	—	—	—	2
Автосамосвалы	6	8	12	7	10

Продолжение табл. П.4.7-а

Машины и показатели	Модули				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Бульдозер 10 тс	2	2	2	1	1
Бульдозер-рыхлитель 25 тс	—	—	—	1	1
Грунтоуплотняющая машина	1	1	1	1	1
Показатели применения					
Грунт, группа	I—IIIм	I—IIIм	I—IIIм	I—VI	I—IIIм
Объем на объекте, тыс. м³	до 40	40—80	св. 80	св. 80	до 80
Годовая выработка всего / в т. ч. бульдозеры, тыс. м³ / в Сибири	196 / 40	280 / 40	400 / 40	300 / 20	344 / 20
Дальность возки, км	1,5—5	1,5—5	1,5—5	1,5—5	1,5—5
Тип временных дорог	$Д_1$	$Д_2$	$Д_2$	$Д_2$	$Д_1$

Таблица П.4.7-б

Скреперные и бульдозерные модули в зоне Сибири

Машины и показатели	Модули			
	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
Техническое оснащение				
Скрепер 9 м³	4	—	—	—
Скрепер 15 м³	—	4	—	—
Трактор-толкач 10—15 тс	1	—	—	—
Трактор-толкач 25 тс	—	1	—	—
Грунтоуплотняющая машина	1	1	1	1
Бульдозер-рыхлитель 10 тс	—	—	2	—
Бульдозер-рыхлитель 25 тс	1	1	—	2
Показатели применения				
Грунт, группа	I—II	I—II	I—IIIм	I—IIIм
Объем на объекте, тыс. м³	до 80	св. 80	до 20	св. 20
Годовая выработка, всего, тыс. м³, в зоне Сибири	220	400	130	220
Дальность возки, км	до 1,5	до 1,5	до 0,1	до 0,15
Тип временных дорог	$Д_1$	$Д_2$	$Д_1$	$Д_2$

Таблица П.4.8

Паспорт-табель механизированной колонны треста «Средазстроймеханизация»

Машины и оборудование	Модули							Итого 2551
	М-1	М-2	М-3	М-5	М-8	М-подгот.	М-планир.	
	Объемы, тыс. м³							
	240	461	560×2	280×2	170			
	Количество модулей							
	1	1	2	2	1			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Машины для разработки грунта								
Экскаватор 0,65 м³	2/2	—	—	—	—	—	—	2
Экскаватор 1,6 м³	—	—	2/4	—	—	—	—	4
Погрузчик 2,0 м³	—	2/2	—	—	—	—	—	2
Скрепер самоходный 8 м³	—	—	—	4/8	—	—	—	8
Скрепер самоходный 15 м³	—	—	—	—	—	—	—	—
Бульдозер 10 тс	2/2	1/1	3/6	—	—	—	—	9
Бульдозер 25 тс	—	—	—	—	2/2	—	—	2
Канавокопатель	—	—	—	—	—	1	—	1
Машины для уплотнения грунта								
Каток прицепной	1/1	—	—	1/2	—	—	—	3
Каток самоходный	—	1/1	2/4	—	1/1	—	—	6
Машина поливомоечная	1/1	1/1	1/2	1/2	—	—	—	6
Машина для гидропосева	—	—	—	—	—	—	1	1
Машины для планировочных работ								
Автогрейдер средний	—	—	—	—	—	—	3	3
Автогрейдер тяжелый	—	—	—	—	—	—	1	1
Экскаватор-планировщик	—	—	—	—	—	—	2	2
Машины для закрепления подвижных песков	—	—	—	—	—	—	2	2

Продолжение табл. П.4.8

Машины и оборудование	Модули							Итого 2551
	М-1	М-2	М-3	М-5	М-8	М-подгот.	М-планир.	
	Объемы, тыс. м³							
	240	461	560×2	280×2	170			
	Количество модулей							
	1	1	2	2	1			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Машины для подготовительных работ								
Рыхлитель 25 тс	—	1/1	—	1/2	—	—	—	3
Корчеватель 10 тс	—	—	—	—	—	1	—	1
Транспортные машины								
Автосамосвалы 12 т	7/7	12/12	14/28	—	—	—	—	47
Автосамосвалы свыше 12 т	—	—	—	—	—	—	—	—
Трейлер 40 т	—	—	—	—	—	—	1	1
Трейлер 60 т	—	—	—	—	—	—	1	1
Трактор-толкач 15 тс	—	—	—	1/2	—	—	—	2

Примечание. Числитель—количество машин в модуле, знаменатель—общее количество машин, шт.

Таблица П.4.9

Экскаваторные модули в зоне Казахстана и Средней Азии

Машины и показатели	Модули			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 9
Техническое оснащение				
Экскаватор 0,65 м³	2	—	—	—
Экскаватор 1,0 м³	—	2	—	—
Экскаватор 1,6 м³	—	—	2	—
Экскаватор 2,5 м³	—	—	—	—
Погрузчик 2,0 м³	—	—	—	2
Автосамосвал 12 т	7	10	14	12
Бульдозер 10 тс	2	2	3	1
Бульдозер-рыхлитель 25 тс	—	—	—	1
Грунтоуплотняющая машина	1	1	1	1
Поливомоечная машина	1	1	1	1

Продолжение табл. П 4.9

Машины и показатели	Модули			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 9
Показатели применения				
Территориальная зона	Ср. Аз.	Ср. Аз.	Ср. Аз.	Ср. Аз.
Грунт, группа	I—III	I—III	I—III	I—III
Объем на объекте / в т. ч. бульдозеры, тыс. м³	240 / 40	352 / 40	560 / 60	461 / 20
Дальность возки, км	1,5—5	1,5—5	1,5—5	1,5—5
Тип временных дорог	$Д_1$	$Д_2$	$Д_2$	$Д_1$

Таблица П.4.10

Скреперные и бульдозерные модули в зоне Казахстана и Средней Азии

Машины и показатели	Модули			
	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
Техническое оснащение				
Скрепер самоходный 9 м³	4	—	—	—
Скрепер самоходный 15 м³	—	4	—	—
Трактор-толкач 10—15 тс	1	—	—	—
Трактор-толкач 25 тс	—	1	—	—
Бульдозер-рыхлитель 25 тс	1	1	—	2
Грунтоуплотняющая машина	1	1	1	1
Поливомоечная машина	1	1	1	1
Показатели применения				
Грунт, группа	I—II	I—II	I—III	I—III
Объем на объекте, тыс. м³	до 80	св. 80	до 20	св. 20
Годовая выработка, тыс. м³	280	450	112	170
Дальность возки, км	до 1,5	до 1,5	до 0,1	до 0,15
Тип временных дорог	$Д_1$	$Д_2$	$Д_1$	$Д_2$

Таблица П.4.11

Паспорт-табель механизированной колонны в зоне Украины

Машины и оборудование	Модули							Итого 2720
	М-1	М-2	М-3	М-5	М-9	М-под-гот.	М-плани-р.	
	Объемы, тыс. м³							
	230	320×2	490	240×4	400			
	Количество модулей							
	1	2	1	4	1			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Машины для разработки грунта								
Экскаватор 0,65 м³	2/2	—	—	—	—	—	—	2
Экскаватор 1,0 м³	—	2/4	—	—	—	—	—	4
Экскаватор 1,6 м³	—	—	2/2	—	—	—	—	2
Погрузчик 2 м³	—	—	—	—	2/2	—	—	2
Скрепер 9 м³	—	—	—	4/16	—	—	—	16
Бульдозер 10 тс	2/2	2/4	2/2	—	1/1	—	—	9
Бульдозер-рыхлитель 25 тс	—	—	—	1/4	1/1	—	—	5
Канавокопатель	—	—	—	—	—	1	—	1
Машины для уплотнения грунта								
Каток прицепной	1/1	—	1/1	1/4	—	—	—	6
Каток полуприцепной	—	1/2	—	—	—	—	—	2
Поливомоечная машина	—	—	—	—	—	—	4	4
Машины для планировки грунта								
Автогрейдер средний	—	—	—	—	—	—	2	2
Автогрейдер тяжелый	—	—	—	—	—	—	2	2
Экскаватор-планировщик	—	—	—	—	—	—	2	2
Машина для гидропосева	—	—	—	—	—	—	2	2
Транспортные машины								
Автосамосвалы 12 т	7/7	10/20	14/14	—	12/12	—	—	53
Автосамосвалы свыше 12 т	—	—	—	—	—	—	1	1

Продолжение табл. П.4.11

Машины и оборудование	Модули							Итого 2720
	М-1	М-2	М-3	М-5	М-9	М-подгот.	М-планир.	
	Объемы, тыс. м³							
	230	320×2	490	240×4	400			
	Количество модулей							
	1	2	1	4	1			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Трейлер 40 т	—	—	—	—	—	—	1	1
Трейлер 60 т	—	—	—	—	—	—	—	—
Трактор-толкач 15 тс	—	—	—	1/4	—	—	—	4
Машины для подготовительных работ								
Кусторез	—	—	—	—	—	—	1	1
Корчеватель	—	—	—	—	—	—	1	1

Таблица П.4.12

Паспорт-табель механизированной колонны в зоне Кавказа

Машины и оборудование	Модули						Итого 2281
	М-2	М-3	М-4	М-9	М-подгот.	М-планир.	
	Объемы, тыс. м³						
	224×2	420×3	265	308			
	Количество модулей						
	2	3	1	1	1	1	
1	2	3	4	5	6	7	8
Машины для разработки грунта							
Экскаватор 1,0 м³	2/4	—	—	—	—	—	4
Экскаватор 1,6 м³	—	3/9	—	—	—	—	9
Экскаватор 2,5 м³	—	—	1/1	—	—	—	1
Погрузчик 2 м³	—	—	—	2/2	—	—	2
Бульдозер 10 тс	1/2	2/6	1/1	1/1	—	—	10
Бульдозер 25 тс	1/2	1/3	1/1	1/1	—	—	7
Канавокопатель	—	—	—	—	1	—	1

Продолжение табл. П.4.12

Машины и оборудование	Модули						Итого 2281
	М-2	М-3	М-4	М-9	М-подгот.	М-планир.	
	Объемы, тыс. м³						
	224×2	420×3	265	308			
	Количество модулей						
	2	3	1	1	1	1	
1	2	3	4	5	6	7	8
Машины для уплотнения грунта							
Каток полуприцепной	—	1/3	1/1	1/1	—	—	5
Каток прицепной	1/2	—	—	—	—	—	2
Машина поливомоечная	—	—	—	—	4	—	4
Машины для планировки грунта							
Автогрейдер средний	—	—	—	—	—	2	2
Автогрейдер тяжелый	—	—	—	—	—	2	2
Экскаватор-планировщик	—	—	—	—	—	2	2
Машина для гидропосева	—	—	—	—	—	2	2
Транспортные машины							
Автосамосвалы 12 т	7/14	12/36	—	8/8	—	—	58
Автосамосвалы свыше 12 т	—	—	7/7	—	—	—	7
Трейлер 40 т	—	—	—	—	1	—	1
Трейлер 60 т	—	—	—	—	1	—	1
Машины для подготовительных работ							
Кусторез	—	—	—	—	1	—	1
Корчеватель	—	—	—	—	1	—	1

Таблица П.4.13

Экскаваторные модули в зоне Украины и Кавказа

Машины и показатели	Модули									
	№ 1		№ 2		№ 3		№ 4		№ 9	
	Территориальная зона									
	К	У	К	У	К	У	К	У	К	У
Техническое оснащение										
Экскаватор 0,65 м³	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Экскаватор 1,0 м³	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—
Экскаватор 1,6 м³	—	—	—	—	3	2	—	—	—	—
Экскаватор 2,5 м³	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Погрузчик 2,0 м³	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2
Автосамосвал	—	7	7	10	12	14	7	—	8	12
Бульдозер 10 тс	—	2	1	2	2	2	1	—	1	1
Бульдозер-рыхлитель 25 тс	—	—	1	—	1	—	1	—	1	1
Грунтоуплотняющая машина	—	1	1	1	1	1	1	—	1	1
Поливомоечная машина	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Показатели применения										
Грунт, группа	I—IIIм		I—IIIм		I—IIIм		I—VI		I—IIIм	
Объем на объекте, тыс. м³	до 40		40—80		св. 80		св. 80		до 80	
Годовая выработка, всего / в т. ч. бульдозеры, тыс. м³:										
в зоне К	—		224 / 20		420 / 20		265 / 20		308 / 20	
в зоне У	230 / 40		320 / 40		490 / 40		—		400 / 20	
Дальность возки, км	1,5—5		1,5—5		1,5—5		1,5—5		1,5—5	
Тип временных дорог	$Д_1$		$Д_2$		$Д_2$		$Д_2$		$Д_1$	

Примечания: 1. Грузоподъемность автосамосвалов в модуле № 4 принята равной 25 т. В зоне К вместимость ковша экскаваторов модуля № 3 принята 1,25 м³.

2. Зона Кавказа (К), зона Украины (У).

Таблица П.4.14

Скреперные и бульдозерные модули в зоне Украины и Кавказа

Машины и показатели	Модули					
	№ 5	№ 6	№ 7		№ 8	
	Территориальная зона					
	У	У	К	У	К	У
Техническое оснащение						
Скрепер 9 м³	4	—	—		—	
Скрепер 15 м³	—	4	—		—	
Трактор-толкач 10—15 тс	1	—	—		—	
Трактор-толкач 25 тс	—	—	—		—	
Бульдозер-рыхлитель 10 тс	—	—	2		—	
Бульдозер-рыхлитель 25 тс	1	1	—		2	
Грунтоуплотняющая машина	1	1	1		1	
Поливомоечная машина	1	1	1		1	
Показатели применения						
Грунт, группа	I—II	I—II	I—IIIм		I—IIIм	
Объем на объекте, тыс. м³	до 80	св. 80	до 20		св. 20	
Годовая выработка, тыс. м³:						
зона К	—	—	90		140	
зона У	240	410	150		280	
Дальность возки, км	до 1,5	до 1,5	до 0,1		до 0,15	
Тип временных дорог	$Д_1$	$Д_2$	$Д_1$		$Д_2$	

Примечание. Кавказская зона (К), Украинская зона (У).

ОБЪЕМЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Рабочая отметка, м	Объемы работ							
	Въезды			Разъезды на болотах	Ниши в выемках	Временное уширение		
	автосамосвалы	бульдозеры	скреперы самоходные			отсыпаемый грунт	срезаемая часть грунта	потеря грунта
1	9	20	17	225	—	—	—	—
2	39	135	76	225	—	—	—	—
3	101	—	187	225	—	—	—	—
4	172	—	254	652	—	900	532	368
5	277	—	410	675	—	1119	686	433
6	407	—	601	—	—	1338	839	499
7	561	—	830	—	757	1544	984	560
8	740	—	1094	—	922	1774	1146	628
9	945	—	1396	—	1101	1997	1300	697
10	1174	—	1734	—	1295	2216	1455	761
11	1427	—	2109	—	1505	2436	1608	828
12	1706	—	2520	—	1723	2655	1761	894

Примечание. Объемы работ по сооружению разъездов на болотах определены с учетом объемов траншей выторфовывания под разъездом.

КОЭФФИЦИЕНТЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ЗАТРАТ МАШИННОГО ВРЕМЕНИ (ДЛЯ ОСНОВНЫХ МАШИН КОМПЛЕКТА)

Рабочая отметка, м	Технологические схемы								
	Возведение насыпей						Разработка выемок		
	из карьера			из резерва			экскаваторами		
	автосамосвалами		скреперами	экскаваторами		скреперами	неэффективная линия	эффективная линия	скреперами
	в обычных условиях	на болотах		неэффективная линия	эффективная линия				
до 3	0,018	1,17 1,23	1,03	1,18 1,25	1,42 1,50	1,04	1,18 1,25	1,42 1,50	1,18 1,32
3—6	1,112	1,19 1,25	1,06	1,18 1,25	1,42 1,50	1,10	1,14 1,19	1,37 1,42	1,21 1,32
6—9	1,132	—	1,11	—	—	—	1,09 1,13	1,31 1,36	1,22 1,28
9—12	1,158	—	1,15	—	—	—	—	—	1,23 1,28

Примечание. В числителе—затраты машинного времени при размерах движения по действующей линии до 18—36 пар поездов в сутки, в знаменателе—при 36—56 пар поездов в сутки.

Приложение 7

МЕТОД СТАНДАРТНОГО УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТОВ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ (ГОСТ 22733—77. ГРУНТЫ. МЕТОД ЛАБОРАТОРНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ)

Целью стандартного уплотнения является определение максимальной стандартной плотности сухого грунта $\rho_{d\,макс}$, г/см³ и оптимальной влажности грунта $W_{опт}$, %, при которой достигается плотность $\rho_{d\,макс}$.

В качестве стандартного может быть принят метод уплотнения образцов грунта в приборе конструкции Союздорнии или ЦНИИС (рис. П.7 и табл. П.7). Прибор Союздорнии следует применять для испытания грунтов с содержанием до 5% частиц размером более 5 мм, прибор ЦНИИСа—для ускоренных испытаний грунтов с содержанием до 5% частиц размером более 2 мм.

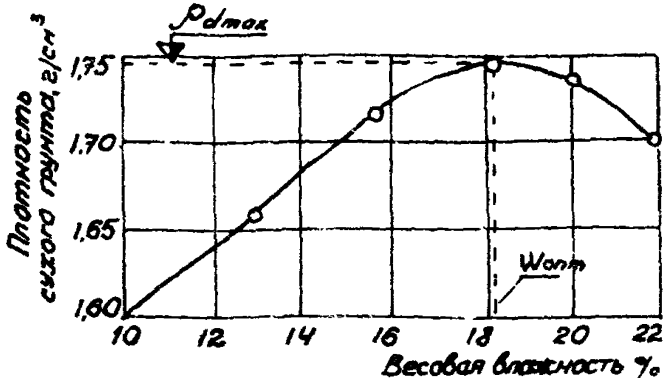


Рис. П.7. Кривая стандартного уплотнения

Таблица П.7

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

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

$$Q=P(W_{тр}-W_{н})0{,}01,$$

где P—вес уплотняемого грунта, г; $W_{тр}$, $W_{н}$—влажности соответственно требуемая и начальная, %.

Опыты по уплотнению выполняют в следующем порядке. Вначале 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 прибора и уплотняют в соответствии с рекомендациями табл. П.7. При использовании прибора ЦНИИС грунт укладывают в кольцо и насадку пятью слоями, каждый из которых предварительно уплотняют вручную пестиком.

Плотность уплотненного грунта $\rho_{об}$ определяется по формуле:

$$\rho_{об} = \frac{P_1 - P_2}{V}, \quad г/см^3,$$

где P_1—общая масса разъемного цилиндра или кольца с уплотненным грунтом, г; P_2—масса пустого цилиндра или кольца, г; V—объем цилиндра или кольца, $см^3$.

Для определения влажности уплотняемого грунта отбирают пробы по 15—20 г из верхней, средней и нижней частей образца.

Следующий опыт начинают с размельчения уплотненного в предшествующем опыте грунта, затем влажность его увеличивают на 2—3% посредством добавления 50—70 г воды на каждые 3 кг грунта и эксперимент повторяют. Объемную массу скелета (плотность) ρ_d определяют по формуле:

$$\rho_d = \frac{\rho_{об}}{1+0{,}01\,W}, \quad г/см^3.$$

По полученным данным строят кривую стандартного уплотнения (см. рис. П.7), по которой находят величины $\rho_{d\,макс}$ и $W_{опт}$.

Ориентировочное значение $\rho_{d\,макс}$ для грунтов с числом пластичности $W_п = 3 \ldots 30$ может быть найдено по формуле:

$$\rho_{d\,макс} = 1{,}97 - 0{,}0174 W_п.$$

Ориентировочные значения $W_{опт}$ грунтов при известных пределах их пластичности могут быть определены по зависимостям:

$$W_{опт} = m W_т; \quad W_{опт} = W_р - n.$$

Значения коэффициентов m и n приведены ниже:

	Виды грунтов		
	Супесь	Суглинок	Глина
m	0,75 ... 0,70	0,60 ... 0,55	0.55 ... 0,45
n	—	1 ... 2	2 ... 3

Приложение 8

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОСНОВНЫХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ

№ пп	Степень связности	Вид грунта	Разновидность	Число пластичности	Плотность частиц грунта	Предел текучести, %	Оптимальная влажность, %	Максимальная стандартная плотность, г/см³	Осредненные значения при оптимальной влажности и максимальной стандартной плотности	
									угол внутреннего трения, град.	удельное сцепление, МПа
1	Несвязные	Песок	Крупный	0	Зависит от минералогического состава	0	Менее 8	Зависит от минералогического состава	43	0
			Средний	0	То же	0	Менее 8	То же	40	0
			Мелкий	0	2,66	Менее 15	8—12	Более 1,8	38	0,002
			Пылеватый	0	2,68	Менее 15	8—12	Более 1,8	36	0,004
2	Слабосвязные	Супесь	Легкая крупная	1—7	2,66	Менее 20	9—15	2,0	35	0,01
			Легкая	1—7	2,68	Менее 20	9—15	1,8	28	0,012
			Пылеватая	1—7	2,68	16—26	12—17	1,7	26	0,015
			Тяжелая пылеватая	1—7	2,70	16—26	12—17	1,7	30	0,020

Продолжение прил. 8

№ пп	Степень связности	Вид грунта	Разновидность	Число пластичности	Плотность частиц грунта	Предел текучести, %	Оптимальная влажность, %	*Максимальная* стандартная плотность, г/см³	Осредненные значения при оптимальной влажности и максимальной стандартной плотности	
									угол внутреннего трения, град.	удельное сцепление, МПа
3	Связные	Суглинки	Легкий	7—12	2,70	27—38	14—20	1,8	24	0,032
			Легкий пылеватый	7—12	2,67	27—38	14—20	1,6	22	0,036
			Тяжелый	12—17	2,71	38—48	16—23	1,5	22	0,040
			Тяжелый пылеватый	12—17	2,72	38—48	16—23	1,5	20	0,040
4	Сильносвязные	Глина	Песчанистая	17—27	2,71	48—75	23—30	Менее 1,5	24	0,060
			Пылеватая	17—27	2,73	48—75	23—30	Менее 1,5	18	0,045
			Жирная	Более 27	2,74	Более 60	Более 30	Менее 1,5	15	0,040

ЗАВИСИМОСТЬ ВОЗМОЖНОГО УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА ОТ ЕГО ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ

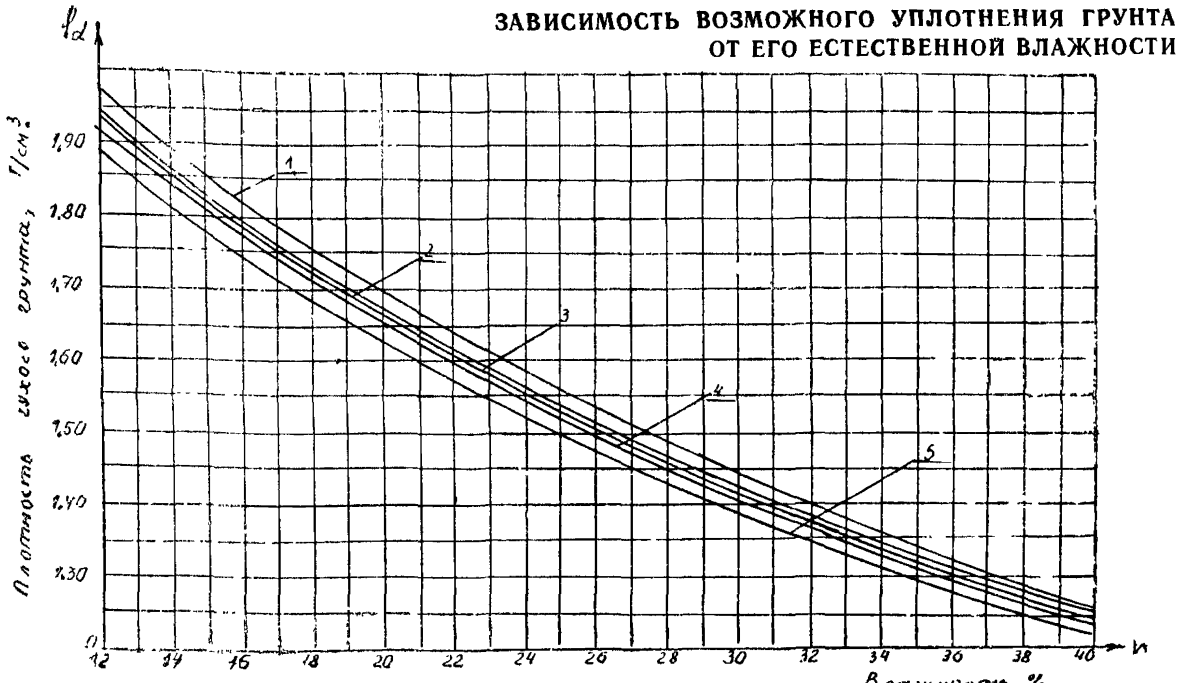


Рис. П.9.

1—глины; *2*—суглинки; *3*—супеси; *4*—пески; *5*—черноземы

Примечание. Зависимости $P_d=f(W)$ рассчитаны при значениях плотности частиц грунтов (γ_s), равных 2,74; 2,70; 2,68; 2,66; 2,60 г/см³ соответственно для глин, суглинков, супесей, песков, грунтов с примесью органических включений (черноземов) (для всех указанных типов грунтов при содержании воздуха в порах 5%, что обеспечивается при правильном соблюдении технологии уплотнения).

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ОТНОСИТЕЛЬНОГО УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА В НАСЫПИ

Фактический объем земляных работ определяется на основании данных проверки плотности (объемной массы скелета) грунтов в насыпи и в резервах, выполняемой в процессе сооружения земляного полотна.

Имея данные частных определений фактической плотности грунтов в насыпи, определяют среднюю арифметическую величину плотности ρ_d на определенном участке земляного полотна:

$$\rho_d = \frac{\sum_1^n \rho_{d\text{ф}}}{n}, \text{ г/см}^3,$$

где $\rho_{d\text{ф}}$—частные значения плотности; n—общее количество замеров плотности (из расчета не менее одного замера на 300 м³ уплотненного грунта).

Для определения средней плотности грунта в резерве (карьере) предварительно находят среднюю плотность грунтов по отдельным обнажениям (шурфам):

$$\rho_{d\text{ш}} = \frac{\rho_{d_1}h_1 + \rho_{d_2}h_2 \cdots + \rho_{d_n}h_n}{1+2+\ldots+n}, \text{ г/см}^3,$$

где $\rho_{d_1}h_1$; $\rho_{d_2}h_2$; $\rho_{d_n}h_n$—плотности отдельных слоев грунта, г/см³.

Средняя плотность грунта в резерве:

$$\rho_{d\text{р}} = \frac{\sum_1^n \rho_{d\text{ш}}}{n}, \text{ г/см}^3,$$

где n—количество шурфов, размещаемых равномерно по всей площади разрабатываемого резерва или карьера.

Коэффициент относительного уплотнения грунта, необходимый для вычисления фактически выполненного объема земляных работ, находят из выражения:

$$K_{\text{оу}} = \frac{\rho_{d\text{н}}}{\rho_{d\text{р}}}$$

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТОУПЛОТНЯЮЩИХ МАШИН

Таблица П.11.1

Характеристики самоходных вибрационных и статических катков

Модель катка	ДУ-57А	ДУ-61	ДУ-47Б	ДУ-63	ДУ-58	ДУ-62	ДУ-486	ДУ-54А	ДУ-60
Тип катка	Комбинированный (вибровалец и два пневмоколеса)	Вибрационный на одноосном тягаче	Двухвальцовый вибрационный		Вибрационный комбинированный (вибровалец и четыре пневмоколеса)	Одновальцовый к одноосному тягачу вибрационный		Двухвальцовый двухосный вибрационный	Двухвальцовый вибрационный
Масса, т	20,5	25—30	6—8	8—10	16	12—13	11	1,5—2,2	0,8—1
Ширина полосы, м	2,4	2,4	1,4	1,7	2,0	2,2	2,3	0,9	0,75
Линейное давление, Н/см	—	—	270	280	—	318	—	186	—
Скорость движения, км/ч	до 9	0—4,5	1,89—3,7	8—15	6—16	—	—	1,83—3	3,6
Мощность двигателя, кВт	147	147	37	55	95,5	95,5	131	59	6,6
Трансмиссия	Гидрообъемная		Механическая		Гидрообъемная			Механическая	Гидрообъемная

Таблица П.11.2

Характеристика виброударной машины

Показатели	Трамбовочная машина	Виброударная машина	
		для уплотнения насыпей по всей ширине, включая бровочную часть	для стесненных условий
Тип рабочих органов	Падающие плиты	Вибромолоты	Вибромолоты
Число ударов в минуту	до 20	300—360	360
Количество рабочих органов, шт.	2	2	1
Ширина уплотняемой полосы, м	2,6	1,9	0,8
Базовая машина	Трактор 118 кВт	Бульдозер 118 кВт	Бульдозер 55 кВт
Рабочие скорости передвижения, м/ч	80—200	300—900	300—800
Масса машины, т	17,5		9,6
Габаритные размеры, мм:			
длина	6330	8000	7135
ширина	2500	3200	3200
высота	3050	3059	2300

Приложение 12

ФОРМА АКТА
пробного уплотнения грунта

Объект _____

Участок _____

Привязка к трассе: км _____ пк _____

Дата проведения работ _____

Погодные условия:
Температура воздуха _____

Осадки _____

Скорость ветра _____

Место разработки и вид грунта _____

Способ разработки и перемещения _____

Способ разравнивания и планировки _____

Данные по способу уплотнения грунта _____

Гранулометрический состав (мм):

2	2—1	1—0,5	0,5—0,25	0,25—0,10	0,10—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,05

Пластичность:

Граница текучести	Граница раскатывания	Число пластичности

Показатели стандартного уплотнения:

Максимальная стандартная плотность _____

Оптимальная влажность _____

Требуемая величина коэффициента уплотнения _____

Толщина слоя грунта в плотном теле _____

ФОРМА ЖУРНАЛА

контроля плотности грунта в процессе пробного уплотнения

Результаты контроля плотности грунта в процессе пробного уплотнения при количестве проходов катка по одному следу

Глубина контроля от поверхности слоя, см	№ точек	0		N_1=		N_2=
		ρ_i	W_i	ρ_{di}	$\rho_{d\text{ср}}$	

Примечание. N—количество проходов катка по одному следу; ρ_i—частные значения объемной массы влажного грунта; W_i—частные значения влажности грунта; ρ_{di}—частные значения объемной массы сухого грунта; $\rho_{d\text{ср}}$—среднее арифметическое значение объемной массы сухого грунта.

Результаты пробного уплотнения

Характеристика грунтоуплотняющей машины	Наименование грунта	Весовая влажность W, % (ср. арифм. значение)	Оптимальная влажность $W_{опт}$, %	Рациональный режим при требуемом коэффициенте уплотнения		Возможные режимы при требуемом коэффициенте уплотнения	
				Оптимальная толщина слоя в плотном теле, см	Количество проходов по одному следу	Толщина слоя в плотном теле, см	Количество проходов по одному следу
1	2	3	4	5	6	7	8
Тип грунтоуплотняющего механизма ———							
Марка ———							
Масса, т ———							
Тип шин ———							
Давление воздуха в шинах, МПа ———							
Частота колебаний, Гц ———							

Приложение 13

ФОРМА ЖУРНАЛА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТОВ

Объект ———

Грунт (наименование) ———

Дата отбора проб	Км	Пикет	Место и глубина отбора пробы	Данные натурных измерений			Данные стандартного уплотнения		Коэффициент уплотнения		Подпись лаборанта	Примечание
				S, г/см³	W, %	S_d, г/см³	$S_{d\max}$, г/см³	$W_{опт}$, %	заданный	фактический		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Примечание. Для каждого вида грунта рекомендуется указать все его физические характеристики, в том числе: удельный вес, пределы пластичности, гранулометрический состав.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ И ПЛОТНОСТИ ГРУНТА ВЛАГОМЕРОМ-ПЛОТНОМЕРОМ СИСТЕМЫ Н. П. КОВАЛЕВА

Основной частью прибора является специальный поплавок с трубкой, на которой нанесены четыре шкалы: «ВЛ»—для определения объемной массы влажного грунта; «Ч», «П», «Г»—для определения объемной массы сухого грунта (плотности) соответственно чернозема, песка и глины.

С помощью специальных замков подвесной сосуд соединяется с поплавком таким образом, чтобы между ними был зазор 1—2 мм для свободного входа и выхода воздуха из сосуда. Вес сосуда в воде 240 г, вес режущего кольца 123 г, его объем 200 $см^3$. В ведро-футляр при испытании наливается вода, кроме того, оно служит для переноски всех частей прибора. К прибору прилагается насадка для задавливания режущего кольца в грунт.

Перед началом работы прибор необходимо протарировать. Тарировка производится путем погружения в воду поплавка с подвешенным к нему сосудом и вложенным в поплавок режущим кольцом. При этом поплавок должен опускаться в воду до начальной черты по шкале «ВЛ», соответствующей объемной массе 1,2 $г/см^3$. Небольшие отклонения регулируют путем добавления или снятия тарировочного груза, находящегося в крышке поплавка.

При получении нового прибора, кроме тарировки, следует также произвести контрольное определение плотности весовым методом.

Порядок работы с прибором следующий. Режущее кольцо с грунтом вставляют в нижнюю часть поплавка, который снизу герметически закрывается крышкой. После этого поплавок (без подвесного сосуда) погружают в ведро-футляр с водой, чтобы труба стояла вертикально. По шкале «ВЛ» на уровне воды берут отсчет, определяя таким образом величину объемной массы влажного грунта. Пробу из режущего кольца помещают в латунный сосуд, заполненный на $^3/_4$ емкости водой. В сосуде грунт тщательно размешивают до состояния суспензии, затем сосуд соединяют с поплавком и погружают в воду, налитую в ведро-футляр. По шкалам «Ч», «П» или «Г», в зависимости от вида грунта, берут отсчет и находят объемную массу сухого грунта. Влажность грунта W рассчитывают по формуле:

$$W = (S - S_d)\,100\%.$$

При определении плотности по образцам, отобранным из суглинков и глин, рекомендуется грунт из кольца переносить в сосуд с водой, нарезая его тонкой стружкой и оставляя для насыщения в течение 20—40 мин.

В случае контроля плотности связных грунтов, если получение результатов в поле необязательно, объемную массу влажного грунта целесообразно определять на месте отбора проб с помощью прибора Ковалева Н. П., а плотность—в лабораторных условиях, зная влажность грунта по данным высушивания проб, отобранных на объекте в бюксы.

ЭКСПРЕСС-МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА

Плотномер пенетрационного типа СП конструкции Союздорнии

Плотномер пенетрационный статического действия конструкции Союздорнии может быть использован для контроля качества уплотнения талых мелких и мелких пылеватых песков, супесей, суглинков и глин при наличии в грунтах не более 15% включений крупнее 2 мм. В качестве контролируемого параметра измеряется удельное сопротивление грунта пенетрации (показатель пенетрации).

Для определения коэффициента уплотнения грунта плотномером СП необходима предварительная тарировка прибора.

Техническая характеристика

Общая масса, кг	2,5
Габаритные размеры, мм:	
длина	810
ширина	290
Параметры рабочего наконечника:	
форма	цилиндрический, плоский
длина, мм	80
диаметр основания, мм	8(11,3)
площадь основания, см^2	0,5(1,0)
Продолжительность определения коэффициента уплотнения в одном месте (по среднему из трех определений), мин	5—8
Обслуживающий персонал, чел	1
Относительная погрешность измерения коэффициента уплотнения, %	4,0

Для определения величины сопротивления пенетрации, соответствующей данному показанию индикатора, проводят предварительную градуировку динамометрического кольца. Нагрузку, имитирующую усилие, прикладываемое к рукоятке, создают на гидравлическом прессе или на рычажном приспособлении. Нагружение осуществляют ступенями через 10 кг от 0 до 60 кг. На каждой ступени нагружения снимают показания индикатора. Затем проводят последовательную разгрузку и вновь фиксируют показания индикатора. По данным измерений строят градуировочный график, прилагаемый к паспорту прибора.

Градуировку силоизмерительного прибора производят не реже 1 раза в год. Тарировку плотномера проводят в полевой грунтовой лаборатории на образцах грунта диаметром 150...200 мм и высотой 100...120 мм, приготовленных с влажностью 0,9; 1,0; 1,1 $W_{опт}$. При каждой влажности задают три значения коэффициента уплотнения грунта: 0,9; 0,95; 0,98, т. е. общее количество образцов составляет 9.

На открытую зачищенную поверхность готового образца вертикально устанавливают прибор. Вращением шкалы выводят на «0» стрелку инди-

катора и вручную с помощью рукояток плавно заглубляют рабочий наконечник прибора на всю длину с постоянной скоростью. Время заглубления должно составлять 10...12 сек. Прилагаемое вертикальное усилие P характеризуется величиной деформации кольцевой пружины и фиксируется по отклонению стрелки часового индикатора. Показатель пенетрации вычисляется по формуле $C=\frac{P}{S}$, где S—площадь основания наконечника, см^2.

На каждом образце испытание повторяется в трех точках на расстоянии 5 см одна от другой. За расчетную принимают среднюю арифметическую величину показателя пенетрации С.

По результатам тарировочных испытаний строят график зависимости показателя пенетрации от коэффициента уплотнения грунта при разных его влажностях. Этот график используется в дальнейшем непосредственно при полевом контроле.

Для текущего контроля качества уплотнения грунта на обследуемом поперечнике подготавливают несколько площадок размером 20×20 мм. Перед измерением снимают верхний слой грунта толщиной 5 см. На каждой из площадок показатель пенетрации определяют 3...5 раз, затем подсчитывают арифметическую величину показателя пенетрации для одной серии испытаний.

По найденным величинам показателя пенетрации и измеренной ранее влажности грунта по тарировочному графику определяют фактическое значение коэффициента уплотнения.

Динамический зонд-плотномер конструкции Белдорнии

Динамический зонд-плотномер конструкции Белдорнии пригоден для контроля качества уплотнения талых грунтов глинистых (без включений) и песчаных (кроме главелистых песков) на глубине от 20 до 30 см от дневной поверхности. В качестве контролируемого параметра измеряется условное динамическое сопротивление грунта.

Для определения коэффициента уплотнения грунта динамическим зондом необходима предварительная тарировка прибора.

Техническая характеристика

Масса гири, кг	2,5
Диаметр основания конуса, мм	16
Площадь основания конуса, см^2	2
Угол при вершине конуса, град	60
Масса прибора, кг	3,5
Обслуживающий персонал, чел	1
Длительность одного замера, мин	2—3

Тарировку динамического зонда производят в полевой грунтовой лаборатории. Масса пробы грунта, отбираемого для испытаний, должна составлять не менее 65—70 кг. До начала испытаний связные грунты в воздушно сухом состоянии измельчают, перемешивают и готовят образцы при трех-четырех различных значениях влажности:

для песчаных грунтов (табл. П.15 1);

для глинистых грунтов: $W_1=W_{опт}-8\%$; $W_2=W_{опт}-4\%$; $W_3=W_{опт}$; $W_4=W_{опт}+2\%$.

Таблица П.15.1

	Влажность грунта, %		
	1	2	3
Песок крупный	2	6	8
Песок средней крупности	4	6	9
Песок мелкий	4	7	10
Песок пылеватый	6	9	12

При указанных влажностях готовят образцы с коэффициентом уплотнения в пределах 0,90... 1,0. Различные коэффициенты уплотнения достигают уплотнением слоя разным числом ударов трамбовки. Количество ударов, толщина уплотняемого слоя и параметры трамбовок приведены в табл. П.15.2.

Таблица П.15.2

Основные параметры	Величина параметра
Диаметр трамбовки	161
Диаметр формы, см	30
Высота формы, см	48
Масса груза, кг	5
Высота падения груза, см	50
Толщина уплотняемого слоя, см	5
Количество слоев	8
Количество ударов по одному следу на каждый слой при уплотнении грунтов:	
песчаных	2—4—10
глинистых	3—5—8—12

Общее число испытаний при тарировке приборов должно составлять: для песчаных грунтов—9, для глинистых—16.

После приготовления образца динамический плотномер устанавливают вертикально на поверхности грунта в центре формы. Конусный наконечник плотномера забивают в грунт и фиксируют количество ударов, необходимых для заглубления наконечника на участке зондирования от 20 до 30 см. Затем по формуле определяют условное динамическое сопротивление грунта $P_д$.

По результатам испытаний строят тарировочные графики вида $K=f(P_д)$ для песчаных грунтов и $P_д=f(K, W)$—для глинистых.

Для песчаных грунтов, содержащих менее 3...5% глинистых частиц, исходя из того, что величина $P_д$ практически не зависит от влажности,

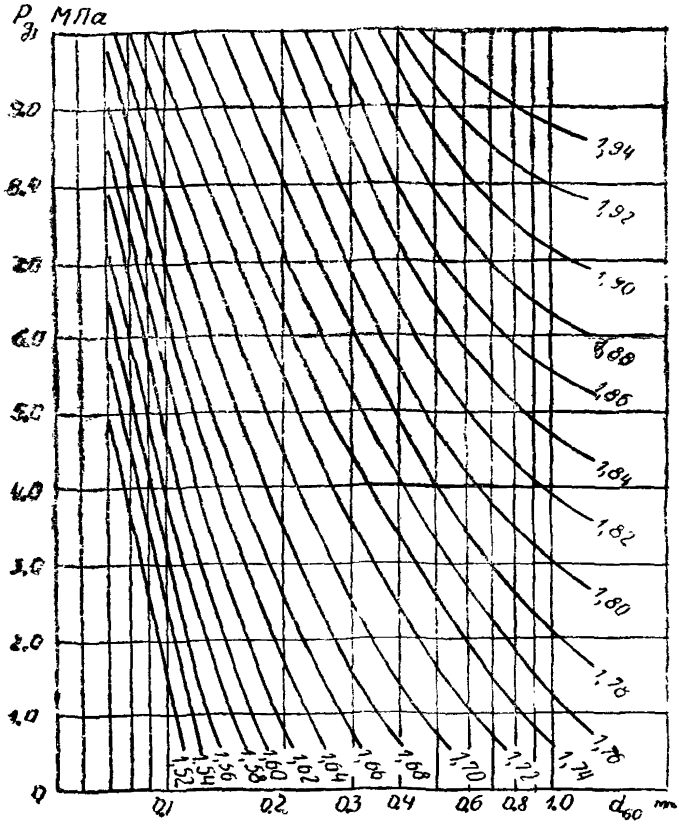
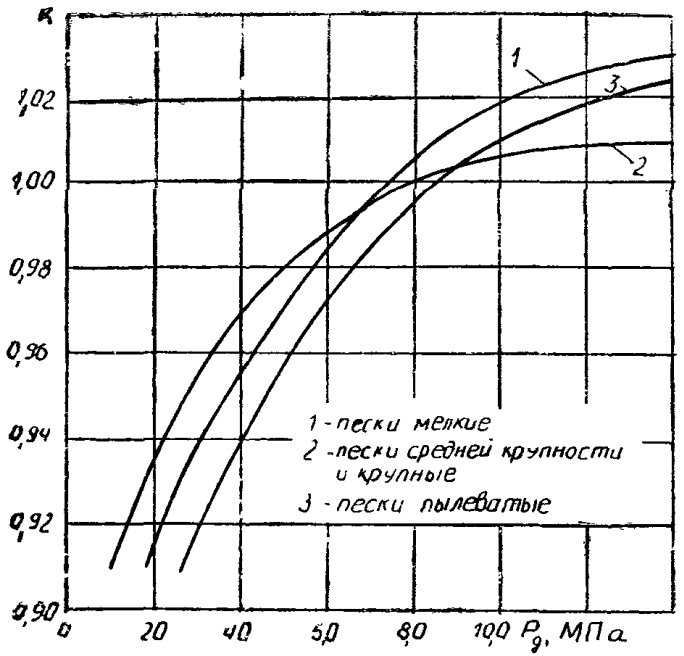


Рис. П.15.1. Номограмма для определения плотности песка по результатам динамического зондирования

можно при текущем контроле качества уплотнения использовать номограммы и графики на рис. П.15.1 и П.15.2. Погрешность определения плотности (объемной массы скелета) по номограмме не превышает 0,015 г/см³ (по оси абсцисс номограммы отложены диаметры частиц d_{60}, соответствующие ординате 60% на кумулятивной кривой гранулометрического состава песчаного грунта).

При текущем контроле качества уплотнения грунта для исключения грубых ошибок измерений в каждой точке производят 2...3 параллельных измерения. В качестве расчетной величины условного динамического сопротивления грунта принимают среднюю арифметическую параллельных измерений. Имея данные по влажности грунта (для связных грунтов), по тарировочному графику определяют фактическое значение коэффициента уплотнения.

а)



б)

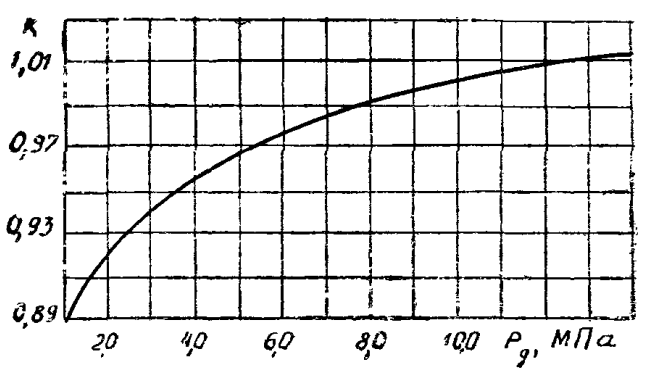


Рис. П.15.2. Графики для определения коэффициента уплотнения песчаных грунтов по результатам динамического зондирования:

а—для свежеотсыпанных насыпей; *б*—для насыпей, возраст которых от 1 месяца до 1 года

Ударно-волновой плотномер конструкции ДИИТа

Портативный ударно-волновой плотномер конструкции ДИИТа может быть использован для контроля качества уплотнения несцементированных крупнообломочных (с песчаным заполнителем), а также песчаных грунтов. В качестве контролируемого параметра измеряется время прохождения продольной упругой волны от источника удара до сейсмоприемника.

Ударно-волновой плотномер представляет собой одноканальную аппаратуру для инженерной сейсморазведки, позволяющую получать в цифровой форме отсчет времени первого вступления волны.

Для определения коэффициента уплотнения грунта плотномером необходима предварительная тарировка прибора.

Прибор состоит из ударного устройства (молоток), сейсмоприемника, усилителя, устройства пуска и остановки, генератора импульсов, счетно-запоминающего устройства, блока индикатора и блока питания.

Суть работы прибора заключается в следующем. Продольная упругая волна, создаваемая ударом молотка по металлическому диску, проходит слой грунта и воспринимается сейсмоприемником. В момент удара включается счетное устройство. Оно считает время в импульсах до тех пор, пока сигнал от сейсмоприемника не остановит это устройство.

Время считывается по светящемуся табло. Металлический диск укладывается на поверхность грунта, а сейсмоприемник, представляющий собой металлический конус, слегка вдавливается в слой грунта на определенном расстоянии от диска.

Тарировку плотномера осуществляют при пробном уплотнении грунта путем построения графика зависимости времени распространения упругой волны от коэффициента уплотнения. Чем плотнее грунт, тем скорость прохождения упругой волны в нем будет выше. Расстояние между осями диска и сейсмоприемника должно быть в 4—5 раз больше размера крупной фракции, но не менее 0,5 м.

Порядок испытаний грунта плотномером следующий:

на поверхность слоя устанавливают прибор;

укладывают металлический диск на предварительно защищенную поверхность грунта;

диск подключают к прибору;

на определенном расстоянии от диска в грунт задавливают сейсмоприемник;

сейсмоприемник подключают к прибору;

включают прибор (при этом загорается табло);

по диску наносят резкий удар молотком;

считывают по табло показание прибора.

За расчетное показание прибора принимают среднее арифметическое ряда (3...5) параллельных определений.

Приложение 16

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН

Из каждой партии семян отбирают среднюю пробу массой около 0,5 кг. Семена рассыпают по ровной поверхности и отбирают 3 образца по 100 семян в каждом. Их проращивают в ванночках или противнях, лучше всего эмалированных или фарфоровых, заполненных чистым кварцевым песком. Песок обильно смачивают водой и покрывают фильтровальной бумагой. Семена аккуратно укладывают на слой бумаги по 100 шт. в каждую ванночку и укрывают сверху влажной фильтровальной бумагой. Ванночки закрывают стеклом и темной бумагой и ставят в теплое место, лучше в термостат, с температурой 25—28°. Через 10 дней подсчитывают проросшие семена и процент всхожести по каждой ванночке, а также средний процент по данной партии.

Приложение 17

ПОДБОР ВИДОВОГО СОСТАВА И НОРМ ВЫСЕВА СЕМЯН МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ПРИ УКРЕПЛЕНИИ ОТКОСОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Виды многолетних трав	Нормы высева семян II класса на 100 м² укрепляемого откоса крутизной 1 : 1,5							
	Нечерноземная зона А		Лесостепная зона Б		Степная зона В		Пустынная и полупустынная зона Г	
	глина, суглинок	песок, супесь	глина, суглинок	песок, супесь	глина, суглинок	песок, супесь	глина, суглинок	песок, супесь
Злаковые рыхлокустовые								
Тимофеевка луговая	140 (95)	140 (95)	140 (95)	140 (95)	—	—	—	—
Овсяница луговая	330 (220)	330 (220)	440 (275)	660 (495)	—	—	—	—
Житняк ширококолосный	—	—	(250)	—	375 (260)	(310)	1000 (750)	(750)
Житняк узкоколосный (сибирский)	—	—	—	(250)	(250)	375 (250)	(750)	1000 (750)
Пырей бескорневищевый или регнерия	300 (180)	480 (300)	300 (180)	480 (300)	360 (240)	480 (360)	—	—
Райграс высокий	(265)	(265)	400 (265)	530 (400)	— (400)	—	—	—
Райграс пастбищный	(265)	(265)	—	—	—	—	—	—
Волоснец сибирский	(290)	(290)	580 (435)	725 (580)	580 (435)	725 (580)	—	—
Типчак (овсяница) бороздчатая	—	—	—	—	(240)	(300)	270 (540)	840 (600)

Продолжение

Виды многолетних трав	Нормы высева семян II класса на 100 м² укрепляемого откоса крутизной 1 : 1,5							
	Нечерноземная зона А		Лесостепная зона Б		Степная зона В		Пустынная и полупустынная зона Г	
	глина, суглинок	песок, супесь	глина, суглинок	песок, супесь	глина, суглинок	песок, супесь	глина, суглинок	песок, супесь
Злаковые корневищевые								
Костер безостый	600 (420)	720 (540)	600 (420)	720 (540)	720 (540)	840 (600)	—	—
Овсяница красная	480 (360)	600 (420)	600 (420)	720 (480)	(420)	(480)	—	—
Мятлик луговой, болотный, сплюснутый	(195)	(260)	(260)	(185)	—	—	—	—
Пырей ползучий		(540)	(420)	(540)	600 (420)	720 (480)	—	—
Полевица белая или обыкновенная	(180)	—	—	—	—	—	—	—
Бобовые (стержнекорневые):								
клевер красный	90 (70)	(110)	(85)	—	—	—	—	—
люцерна	90 (65)	110 (90)	80 (60)	110 (80)	110 (80)	130 (100)	(130)	(155)
Эспарцет	—	—	1000 (700)	1320 (880)	880 (715)	1100 (770)	— —	— —
Лядвинец рогатый	120 (90)	170 (120)	100 (75)	170 (120)	—	—	—	—
Клевер белый	(65)	(90)	100	—	—	—	—	—
Клевер розовый	(65)	—	—	—	—	—	—	—
Донник	—	—	80 (60)	110 (80)	100 (75)	120 (115)	150 (110)	170 (131)

Примечания: 1. Для горных районов Д необходимо учитывать вертикальную зональность: у подножий гор на юге принимать виды трав, нормы высева для степной В или полупустынной Г зоны; выше—норма для лесостепной зоны Б; еще выше—в субальпийской зоне—норма для нечерноземной полосы А.

2. Цифры в скобках означают нормы высева семян трав, если в смеси высевается не один, а два или более видов трав данного типа.

3. Нормы даны для семян II класса. При семенах I класса норму следует уменьшить на 10%. При семенах III класса—увеличить на 20—25%. Семена ниже III класса для укрепительных работ не допускаются.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ ГРУНТОВ И НОРМЫ ВНЕСЕНИЯ ИЗВЕСТКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИХ РАСКИСЛЕНИЯ

Существует множество методов определения кислотности грунтов, большинство из которых довольно сложны и трудоемки и требуют использования высокочувствительной аппаратуры, а также значительного количества химических реактивов. В стационарных агрономических лабораториях степень кислотности (*pH*) определяют точными методами по двум основным направлениям. К одному направлению относятся колориметрические методы определения *pH* в солевой вытяжке, основанные на свойстве кислотноосновных индикаторов менять окраску в зависимости от концентрации водородных ионов в испытуемом растворе.

Ко второму направлению относятся электрометрические методы, основанные на измерении электродвижущей силы (э. д. с.) в цепи, состоящей из электрода измерения, погруженного в испытуемый раствор, и вспомогательного электрода с постоянным значением потенциала.

Учитывая сложность определения степени кислотности грунтов точными методами в условиях механизированных колонн и потребность при этом в большом количестве реактивов, предлагаются два простейших способа для ориентировочного определения *pH* и один способ средней сложности с использованием прибора *pH*-метра.

Метод В. М. Клычникова

Для исследований отбирают не менее 5 образцов грунта с поверхности откоса на площади 100 м² по 300 г каждый.

Образцы грунта, предназначенные для определения *pH*, должны быть предварительно доведены до воздушно-сухого состояния, измельчены и пропущены через сито с круглыми отверстиями диаметром 1 мм.

Затем образец грунта высыпают в коробку или на бумагу, тщательно перемешивают, распределяют ровным слоем и отбирают ложкой или шпателем пробу для анализа не менее чем из 5 разных мест.

Из отобранной пробы грунта берут навеску 30 г, одновременно взвешивают 7 г тонко измельченного мела, который завертывают в кусочек бумаги размером $\approx 6\times6$ см. Навеску грунта высыпают в сосуд с узким горлом, заливают кипяченой водой комнатной температуры в объеме 50 мл, затем в раствор с грунтом кладут приготовленный мел, завернутый в кусочек бумаги.

После этого берут резиновый напалечник, скатывают в плотный валик и в таком виде аккуратно надевают на горлышко сосуда. Освобожденная от пальцев руки резина распрямляется, но остается сплюснутой.

В таком окончательно собранном виде сосуд с содержимым энергично взбалтывают в течение 5 мин, при этом сосуд следует держать рукой в перчатке или рукавице, чтобы не нагревать его выше температуры окружающего воздуха. По истечении 5-минутного взбалтывания смотрят на поведение компонентов раствора—грунт, воду, мел.

Если исследуемый грунт кислый, то в результате взаимодействия кислоты с мелом в сосуде будет выделяться углекислый газ и давление внутри его начнет повышаться. Это приведет к тому, что резина распрямится. Если грунт не был кислым, то углекислый газ внутри сосуда не образуется и резина остается сплюснутой.

Степень кислотности грунта в описанном способе определяется следующим образом:

если резина осталась сплюснутой, то величина $pH \geqslant 7$, а реакция почвенного раствора—нейтральная;

если резина распрямилась наполовину, то $4{,}5 < pH < 7$, а реакция почвенного раствора—среднекислая;

если резина распрямилась полностью, то величина $pH < 4{,}5$, а реакция почвенного раствора—кислая.

Колориметрический метод

Из грунта, измельченного и пропущенного через сито с отверстиями диаметром 1 мм, берут пробу с таким расчетом, чтобы масса ее (q) соответствовала 10 г сухого грунта:

$$q = \frac{10}{1 - 0{,}01W},$$

где W—влажность грунта, %.

Пробу грунта помещают в колбу вместимостью 50—100 мл, наливают 25 мл дистиллированной воды, плотно закрывают ее каучуковой пробкой и взбалтывают в течение 5 мин. Затем проводят испытание.

Суспензию после взбалтывания фильтруют через складчатый фильтр. Из полученного фильтра пипеткой отбирают 3—5 мл отфильтрованной вытяжки, помещают в чистую пробирку, ополоснутую этой же вытяжкой, и прибавляют 2—3 капли универсального индикатора (смесь нескольких индикаторов, обеспечивающих $pH = 2—10$). Легко встряхнув пробирку, определяют pH сравнением окраски этого раствора с окраской шкалы буферных смесей или по данным, приведенным в табл. П.18.1.

Таблица П.18.1

Окраска раствора	pH	Окраска раствора	pH
Красно-розовая	2	Желто-зеленая	7
Красно-оранжевая	3	Зеленая	8
Оранжевая	4	Сине-зеленая	9
Желто-оранжевая	5	Фиолетовая	10
Лимонно-желтая	6		

Потенциометрический метод

Подготовку грунта к определению pH потенциометрическим методом производят аналогично подготовке, выполняемой при колориметрическом методе. Перед проведением анализа также необходимо подготовить однонормальный (1м) раствор хлористого калия. Для этого берут навеску 75 г хлористого калия, растворяют в дистиллированной воде и доводят объем раствора до 1 л. Полученный раствор должен иметь pH, равную 5,6—6,0 при измерении pH-метром. Если $pH < 5{,}6$, требуемое значение pH устанавливают добавлением к раствору 10-процентного КОН, при $pH > 6{,}0$—10-процентного HCl.

Для определения *pH* берут пробу испытуемого грунта массой 30 г, пересыпают в чистый сосуд, входящий в комплект прибора-потенциометра, наливают из мерного стаканчика или цилиндра 75 мл приготовленного раствора хлористого калия и перемешивают вручную в течение 5 минут. Затем в полученную суспензию погружаются два электрода потенциометра—стеклянный и электрод сравнения. Результаты измерения снимаются непосредственно со шкалы *pH*-метра.

Определение *pH* производится не менее трех раз, при этом расхождения в результатах не должны превышать 0,2 *pH*, за искомое значение *pH* принимается среднеарифметическое счетных показаний.

Потребность в извести для устранения кислотности

Для снижения кислотности в грунт вносят известь в виде известковых удобрений, жженую гашеную и негашеную известь, мел, известковую муку, известковый туф, доломитовую муку и др.

Лучшим быстродействующим известковым материалом является жженая гашеная известь.

Чем выше кислотность, тем большими должны быть дозы известковых удобрений.

При этом нужно учитывать физико-механические свойства грунта. При слабокислых и легких грунтах извести вносится меньше, тяжелых глинистых—больше.

Нормы внесения известковых материалов (т/1000 м^2) в зависимости от вида грунтов (величины *pH*) и их механического состава приведены в табл. П.18.2.

Таблица П.18.2

Состав почв	Виды известковых удобрений	*pH*					
		4,5 и менее	4,5	4,8	5,0	5,2	5,5
Легкие почвы	Известняк молотый (мел)	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3	0,25
	Известь гашеная	0,38	0,34	0,3	0,26	0,23	0,19
	Известняк доломитовый	0,46	0,42	0,37	0,33	0,28	0,23
Средние почвы	Известняк доломитовый, гашеный	0,33	0,3	0,26	0,03	0,2	0,16
	Доломитовая мука	0,24	0,22	0,19	0,17	0,14	0,12
	Известняк молотый (мел)	0,6	0,55	0,5	0,45	0,4	0,35
	Известь гашеная	0,45	0,41	0,38	0,34	0,3	0,26
	Известняк доломитовый гашеный	0,4	0,36	0,33	0,3	0,26	0,23
	Известняк доломитовый	0,56	0,51	0,47	0,42	0,37	0,33

Продолжение

Состав почв	Виды известковых удобрений	pH					
		4,5 и менее	4,5	4,8	5,0	5,2	5,5
Тяжелые почвы	Доломитовая мука	0,29	0,26	0,24	0,22	0,19	0,17
	Известняк молотый (мел)	0,8	0,75	0,65	0,55	0,5	0,45
	Известь гашеная	0,6	0,56	0,49	0,41	0,38	0,34
	Известняк доломитовый гашеный	0,53	0,5	0,4	0,36	0,33	0,3
	Известняк доломитовый	0,74	0,7	0,6	0,51	0,47	0,42
	Доломитовая мука	0,38	0,3	0,31	0,26	0,24	0,22

Приложение 19

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЗАСОЛЕННОСТИ ГРУНТОВ И НОРМ ВНЕСЕНИЯ ГИПСА ДЛЯ ЕЕ УСТРАНЕНИЯ

Степень засоленности грунтов характеризуется содержанием в них воднорастворимых солей. Она может быть определена с помощью прибора, называемого солемером, или путем исследования химического состава водных вытяжек.

Определение засоленности грунтов с помощью солемера

Солемер представляет собой расходный мост типа РМ-1, позволяющий регистрировать электрическое сопротивление исследуемой суспензии или раствора.

В основу метода положен принцип электропроводности.

Перед началом исследований солемер тарируют и строят графики зависимости электрического сопротивления от концентрации раствора солей NaCl, Na_2SO_4, Na_2CO_3, смеси солей NaCl и Na_2SO_4.

Для этой цели готовят растворы каждой из вышеупомянутых солей и их смеси следующей концентрации: 0,1; 0,3; 0,5; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0%.

Электрическое сопротивление солевого раствора рассчитывается путем умножения снятого по реохорду показания на соответствующее цифровое значение диапазона измерений.

Полученные значения сопротивлений (R, Ом) солевых растворов откладывают на графике по оси ординат, а по оси абсцисс—концентрацию растворов в %. Графики выполняют на миллиметровке в масштабе по оси абсцисс 1 : 0,1, что позволяет делать определения с точностью до 0,01%. Масштаб по оси ординат произволен. Затем отбирают 20 г воздушно-сухого грунта, просеянного через сито с отверстиями 1 мм, взвешенного с точностью до 0,01 г (одновременно по отдельной навеске определяют его влажность W_0, помещают грунт в колбу, добавляют 100 $см^3$ кипяченой воды и, закрыв пробкой, взбалтывают в течение 5 мин.

Суспензию без фильтрования наливают в стакан солемера до отметки 100 см³ и регистрируют электрическое сопротивление раствора.

Концентрацию солей в растворе определяют по тарировочным графикам, для чего по оси ординат откладывают значение полученного электрического сопротивления, а по оси абсцисс считают результат соответствующего ему содержания солей в процентах. При неизвестном характере засоления пользуются кривой смеси солей, при хлоридном засолении—кривой NaCl, при сульфатном—кривой Na_2SO_4, а при содовом—кривой Na_2CO_3.

Для получения процентного содержания солей в грунте цифру, полученную по оси абсцисс, следует умножить на коэффициент $\frac{100}{20(1-0{,}01W_0)}$, где W_0—гигроскопическая влажность в %.

Определение суммарного содержания водорастворимых солей

По сухому остатку в водной вытяжке, представляющей собой водный раствор имеющихся в грунте солей, устанавливают суммарное содержание в грунте водорастворимых солей. Для этого на технических весах отвешивают количество (q_0) воздушно-сухого грунта (прошедшего через сито с отверстиями диаметром 1 мм), соответствующее 100 г сухого грунта, т. е. $q_0 = \frac{100}{1-0{,}01W_0}$, где W_0—гигроскопическая влажность грунта в %.

Навеску грунта помещают в колбу вместимостью 1000 мл, доливают 500 мл дистиллированной воды, закрывают ее резиновой пробкой и встряхивают в течение 3 мин, после чего вытяжку фильтруют через складчатый фильтр, помещенный в воронку диаметром 15—20 см. Фильтр в воронке должен находиться на 0,5—1 см ниже ее края. Так как одиночный фильтр часто прорывается, то под него в воронку помещают беззольный фильтр диаметром 9 см. На фильтр сразу после взбалтывания по возможности переносят все содержимое колбы. Если при фильтровании первые порции фильтра оказываются мутными, их снова сливают в колбу и повторяют фильтрование, пока фильтр станет прозрачным. Прозрачный фильтр собирают в колбу вместимостью 500 мл.

Для определения сухого остатка обычно берут 25—50 мл водной вытяжки, для слабозасоленных грунтов—100 мл и более.

Пробу водной вытяжки отбирают пипеткой и помещают в предварительно взвешенный стеклянный бюкс или фарфоровую чашку. Бюкс с вытяжкой помещают на песчаную баню и выпаривают вытяжку досуха. Если количество водной вытяжки, необходимое для выпаривания, сразу не помещается в бюкс, то ее доливают отдельными порциями пипеткой по мере выпаривания. Необходимо внимательно следить за концом выпаривания вытяжки на песчаной бане, чтобы избежать озоления сухого остатка.

После выпаривания вытяжки бюксы с сухими остатками помещают в сушильный шкаф и выдерживают при температуре 105° в течение 4—5 часов, затем бюксы с осадком взвешивают на аналитических весах и вычисляют процент сухого остатка по формуле:

$$X = \frac{(a-б)\,100}{B},$$

где X—процент сухого остатка; a—масса бюкса с сухим остатком; $б$—масса пустого бюкса; B—навеска почвы (г), соответствующая количеству вытяжки, взятой для выпаривания.

Форма записи определения сухого остатка представлена в табл. П.19.

Таблица П.19

Лабораторный № образца	Навеска почвы, г	Кол-во вытяжки, мл		Номер бюкса	Масса бюкса		Масса сухого остатка, г	Сухой остаток, %
		полученное	взятое для определения		с остатком после просушивания	пустого		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Приложение 20

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ДЕРНА

Следует вырезать из дернового покрова монолит размером 20×30 или 20×10 см на глубину 10—15 см и сильно потрясти его, чтобы осыпалась почва нижней части, слабо связанная корнями растений. Монолит дерна не должен быть излишне влажным, иначе почва не осыпается. Оставшаяся после встряхивания часть монолита представляет собой почву, переплетенную корнями и связанную ими в механически прочную массу-дернину. Чем толще дернина, тем выше ее качество.

Наблюдениями установлена также пропорциональная зависимость качества дерна от количества побегов на единице площади откоса.

Для подсчета количества побегов следует наложить на поверхность откоса шаблон-рамку квадратной формы из проволоки с внутренними размерами 20×20 см (400 см^2) и подсчитать побеги, оказавшиеся внутри квадрата. Необходимо брать подсчеты не менее чем в одной такой учетной площади на каждые 500—1000 м^2 откоса. Чем однороднее и гуще травостой, образовавшийся на откосе, тем меньше надо брать учетных площадок, чем разнороднее—тем больше.

Учетные площадки нужно назначать в разных частях откоса: в верхней, средней и нижней.

Качество дернины следует оценивать по табл. П.20.

Таблица П.20

Качество дернины	Толщина дернины, см	Число побегов на полосах		
		нечерноземной	лесостепной	степной
Отличное	10—12	Более 200	Более 160	Более 120
Хорошее	7—10	120—200	80—100	60—120
Удовлетворительное	5—7	60—100	40—80	20—60
Плохое	5	Менее 60	Менее 40	Менее 20

Приложение 21

ФОРМА ЖУРНАЛА

контроля выполнения и качества укрепления откосов земляного полотна посевом трав

Дата производства работ	КМ ПК	Объект (выемка, насыпь, водоотвод)	Максимальная рабочая отметка, м	Вид грунта	Расход удобрений, а также известковых материалов по видам, кг/1000 м²	Расход семян трав по видам, кг/1000 м²	Вид мульчирующего материала и расход, кг/1000 м²	Вид стабилизирующего материала и расход, кг/1000 м²	Всхожесть семян трав по видам перед выполнением укрепительных работ, %	Толщина дерины, см	Оценка качества дерины	Количество побегов на пл. в 400 см², шт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Примечания: 1. В графах 6, 7, 8, 9 в числителе даются проектные данные, а в знаменателе—фактические.

2. В проектах нормы высева даются для семян трав всхожестью 80%. Если фактическая всхожесть семян трав меньше 80%, то нормы высева соответственно увеличиваются.

3. Качество укрепления по графам 11, 12, 13 определяются через 3—4 месяца после посева трав, в случае, если укрепительные работы производятся в конце августа и позже, качество укрепления определяется в мае—июне следующего года.

Приложение 22

Субподрядчик

Генподрядчик

Заказчик

АКТ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ ГОТОВНОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ПЕРЕД УКЛАДКОЙ ПУТИ

Линия железной дороги _____

Перегон _____

Участок пути от ПК _____ до ПК _____

Наименование и номер пути станции с указанием пикетажа _____

Мы, нижеподписавшиеся, представитель заказчика _____

представитель генерального подрядчика _____

и представитель субподрядчика _____

_____ числа _____ месяц _____ года _____
произвели осмотр земляного полотна и установили следующее:
1. Земляное полотно построено по техническому проекту (№ рабочих чертежей) _____

2. Очертание и состояние верха земляного полотна _____

3. Состояние откосов земляного полотна, их укрепления _____
4. Наличие и состояние кюветов, нагорных канав и других водоотводных сооружений _____

5. Наличие и состояние кавальеров, резервов, банкетов _____

6. Способ производства работ при сооружении земляного полотна _____

_____

7. Способ и качество уплотнения земляного полотна _____

8. Замечания _____

9. Оценка выполненных работ _____
Постановили:
Работы в объеме _____ признать законченными

Разрешить приступить к укладке пути от ПК _____ до ПК _____

Приложения. Акты на скрытые работы; ведомость контрольной нивелировки и замеров ширины основной площадки земляного полотна; исполнительные поперечные профили земляного полотна, сооружаемые по индивидуальным проектам; выписка из журнала контроля уплотнения земляного полотна.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Раздел 1. **Основные положения по технологии сооружения железнодорожного земляного полотна**

1.1. Комплекс работ по сооружению земляного полотна 5
1.2. Грунты, используемые для сооружения земляного полотна 8
1.3. Машины и механизмы для сооружения земляного полотна 14
1.4. Размещение и разравнивание грунтов в насыпях 17
1.5. Сооружение земляного полотна на косогорах . . 17
1.6. Отвод поверхностных и грунтовых вод при разработке выемок 19
1.7. Уширение выемок 20
1.8. Подготовка притрассовых земляных карьеров . . 20
1.9. Выносы и переустройство коммуникаций, снос строений 21
1.10. Охрана природы 21

Раздел 2. **Производство подготовительных работ**

2.1. Восстановление и закрепление трассы 23
2.2. Вырубка леса, кустарника и корчевание пней . . 25
2.3. Устройство кюветов, нагорных и водоотводных канав 26
2.4. Землевозные автомобильные дороги 28

Раздел 3. **Основные технологические схемы сооружения земляного полотна комплектами машин**

3.1. Технологическая схема возведения насыпей автосамосвалами с разработкой грунта в карьере одноковшовым экскаватором, оборудованным прямой лопатой 32
3.2. Технологическая схема разработки выемок одноковшовым экскаватором, оборудованным обратной лопатой, и отсыпки насыпей автосамосвалами 35
3.3. Технологическая схема разработки карьеров с применением одноковшового фронтального погрузчика и возведения насыпей автосамосвалами . . 38

3.4. Технологическая схема разработки выемок (карьеров) и возведения насыпей самоходными скреперами 41
3.5. Технологическая схема разработки выемок и возведения насыпей бульдозерами 43
3.6. Технологическая схема возведения насыпи из резерва экскаватором-драглайном 45
3.7. Технологическая схема разработки грунта в резерве и отсыпки насыпи прицепными скреперами 48
3.8. Технологическая схема разработки грунта в резерве и отсыпки насыпи бульдозерами 50
3.9. Технологическая схема возведения насыпи грейдер-элеватором из резерва 52
3.10. Технологическая схема разработки выемки с отвалом грунта в кавальер экскаватором-драглайном 54
3.11. Технологические схемы разработки выемок и полувыемок на косогорах в скальных грунтах . 55
3.12. Технологическая схема сооружения прислоненной насыпи на речном прижиме 61
3.13. Технологическая схема сооружения насыпи из промышленных отходов и глинистого грунта экскаваторно-самосвальными комплектами . . . 64
3.14. Технологическая схема сооружения насыпи высотой до 2,5 м из промышленных отходов и глинистого грунта экскаваторно-самосвальными комплектами 70

Раздел 4. **Выбор способов механизации и технологических схем сооружения земляного полотна**

4.1. Общие положения 71
4.2. Расчет годового эксплуатационного режима машин 73
4.3. Расчет областей эффективного применения комплектов машин при сооружении земляного полотна 77
4.4. Оптимальное распределение земляных масс . . 78
4.5. Автоматизация распределения земляных масс и выбор рациональных технологических схем (с применением ПЭВМ) 84
4.6. Комплектование парка машин для сооружения земляного полотна (на модульной основе) . . . 87

Раздел 5. **Сооружение земляного полотна в зимнее время**

5.1. Общие положения 90
5.2. Защита карьеров и выемок от сезонного промерзания 94
5.3. Технологическая схема защиты карьеров и выемок от сезонного промерзания пенопластом . . 94
5.4. Технологическая схема рыхления сезонно-мерзлого грунта тракторными рыхлителями 99

Раздел 6. **Сооружение земляного полотна на болотах и слабых основаниях**

6.1. Общие положения 102

6.2. Технологическая схема устройства насыпи на болотах типа I 106

6.3. Технологическая схема устройства траншей на слабом основании бульдозерами 111

6.4. Технологическая схема возведения насыпей и подушек из дренирующих грунтов с использованием железнодорожного и автомобильного транспорта 112

6.5. Технологическая схема сооружения насыпи на слабом основании с применением синтетического нетканого материала 117

6.6. Технологическая схема сооружения выемки в переувлажненных грунтах с применением синтетического нетканого материала 120

6.7. Особенности применения набухающих и лессовых грунтов для сооружения земляного полотна . . 122

Раздел 7. **Сооружение земляного полотна в районах распространения барханных песков**

7.1. Особенности сооружения земляного полотна в барханных песках 125

7.2. Технологическая схема на производство работ по возведению насыпи из резервов драглайнами в районах распространения песков 128

7.3. Технологическая схема на производство работ по разработке выемки скреперами в районах распространения песков 129

7.4. Технологическая схема на производство работ по возведению насыпи бульдозерами с перемещением грунта из резервов в районах распространения барханных песков 132

7.5. Технологическая схема на производство работ по укреплению откосов земляного полотна из подвижных песков неразвеваемым грунтом . . . 135

7.6. Технологическая схема на производство работ по закреплению песков в полосе отвода и охранной зоне сплошным покрытием химическим мелиорантом 137

Раздел 8. **Сооружение земляного полотна вторых путей**

8.1. Общие положения 144

8.2. Сооружение насыпей и выемок 146

8.3. Сравнение и выбор технологических схем . . . 161

8.4. Сооружение земляного полотна второго пути с применением синтетического нетканого материала 163

Раздел 9. **Уплотнение грунтов**

9.1. Требования к уплотнению грунтов земляного полотна 164

9.2. Технология уплотнения грунтов 170

Раздел 10. **Устройство сливной призмы и планировка откосов земляного полотна**

10.1. Общие положения 186

10.2. Технологическая схема планировочных и отделочных работ на насыпи 187

10.3. Технологическая схема планировочных и отделочных работ в выемках 187

Раздел 11. **Укрепление земляного полотна**

11.1. Укрепление земляного полотна посевом многолетних трав 189

11.2. Укрепление земляного полотна гидропосевом многолетних трав с мульчированием 192

11.3. Укрепление откосов земляного полотна посевом трав по слою растительного грунта или торфа 198

11.4. Укрепление земляного полотна защитными покрытиями 199

Раздел 12. **Контроль качества, содержание и приемка земляного полотна**

12.1. Контроль качества 201

12.2. Содержание земляного полотна при его сооружении 206

12.3. Приемка земляного полотна 207

Приложения:

1. Характеристики дорожных покрытий притрассовых дорог 210
2. Номограмма для определения площади поперечного сечения резерва 211
3. Технические характеристики строительных машин 212
4. Паспорта-табели и модули механизированных колонн 218
5. Объемы дополнительных технологических сооружений 235
6. Коэффициенты увеличения затрат машинного времени (для основных машин комплекта) . 236
7. Метод стандартного уплотнения грунтов в лабораторных условиях 236
8. Ориентировочные показатели основных физико-механических свойств грунтов 239
9. Зависимость возможного уплотнения грунта от его естественной влажности 241

10. Методика определения коэффициента относительного уплотнения грунта в насыпи 242
11. Технические характеристики грунтоуплотняющих машин 243
12. Форма акта пробного уплотнения грунта . . 244
13. Форма журнала контроля качества уплотнения грунтов 246
14. Методика определения влажности и плотности грунта влагомером-плотномером системы Н. П. Ковалева 247
15. Экспресс-методы определения коэффициента уплотнения грунта 248
16. Способ определения всхожести семян 254
17. Подбор видового состава и норм высева семян многолетних трав при укреплении откосов земляного полотна 254
18. Определение кислотности грунтов и нормы внесения известковых материалов для их раскисления 256
19. Определение степени засоленности грунтов и норм внесения гипса для ее устранения . . . 259
20. Определение качества дерна 261
21. Форма журнала контроля выполнения и качества укрепления откосов земляного полотна посевом трав 262
22. Акт освидетельствования готовности земляного полотна перед укладкой пути 262

Техн. редактор *В. С. Синицына*

Сдано в набор 03.09.92. Подп. в печать 29.01.93. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага АЦПУ. Гарнитура литерат. Печать высокая. Усл. печ. л. 15,58.+2 вкл. Усл. кр.-отт. 15,97. Уч.-изд. л. 17,20. Изд. № 6/92. Зак. 5698. Тир. 3010.

Проектный конструкторско-технологический институт транспортного строительства, 119819, Москва, 2-й Зачатьевский пер., д. 2, корп. 7

Малое предприятие «Вельти», 165100, г. Вельск Архангельской обл.

ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
32	11 сверху	...приведены в табл. п. 2.1.	...приведены в табл. п. 3.1.
79	4 снизу	Для выемки,...	Все выемки,...
100	5 графа	Разгрузка и погрузка грунта	Разработка и погрузка грунта
190	4 сверху	...грунта или торфа при	...грунта или торфа производится при
191	таблица 11.1, графа 2, 2 сверху	кг, на 1000 м...	кг, на 1000 м^2

Зак. 5698. Тир. 3010. Пособие по технологии сооружения земляного полотна железных дорог.

gost.e-ecolog.ru