

**Ю.Г. Бабаскин**

# **СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

---

**Расчеты земляного  
полотна**

**Для студентов  
учреждений высшего образования**

---

**Ю.Г. Бабаскин**

---

# **СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

## **Расчеты земляного полотна**

Допущено  
Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия  
для студентов учреждений высшего образования  
по специальности  
«Автомобильные дороги»

 Минск  
«Вышэйшая школа»  
2021

УДК 625.731:624.133(075.8)  
ББК 39.311я73  
Б12

Рецензенты: кафедра «Лесные машины, дороги и технологии лесопромышленного производства» УО «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук, доцент *М.Т. Насковец*; главный научный сотрудник государственного предприятия «БелдорНИИ» доктор технических наук, профессор *В.Н. Яромко*

**Бабаскин, Ю. Г.**

**Б12** Строительство автомобильных дорог : расчеты земляного полотна : учебное пособие / Ю. Г. Бабаскин. — Минск : Вышэйшая школа, 2021. — 336 с. : ил.

ISBN 978-985-06-3308-8.

Содержит основные разделы технологии строительства земляного полотна. Представлены расчеты по определению геометрических параметров конструкции земляного полотна; числа смен полезной работы и количества рабочих смен, необходимых для выполнения земляных работ ведущими землеройно-транспортными машинами; объемов земляных масс линейно-протяженных сооружений; объемов подготовительных работ и ресурсов для их выполнения; ресурсов при строительстве водопропускных железобетонных труб; объемов и ресурсов работ при выгорфовывании, планировке и срезке недобора, устройстве присыпной обочины; границ использования карьеров и их рекультивации, а также по разработке календарного плана строительства.

Для студентов учреждений высшего образования по специальности «Автомобильные дороги».

УДК 625.731:624.133(075.8)  
ББК 39.311я73

Учебное издание

**Бабаскин Юрий Георгиевич**

## **СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ РАСЧЕТЫ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА**

Учебное пособие

Редактор *Л.Н. Макейчик*. Художественный редактор *В.А. Ярошевич*. Компьютерная верстка *Н.В. Шабуни*.  
Корректор *Т.В. Кульнис*.

Подписано в печать 09.03.2021. Формат 70×100/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Newton». Печать офсетная. Усл. печ. л. 27,30.  
Уч.-изд. л. 22,5. Тираж 300 экз. Заказ 801.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Вышэйшая школа”». Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/3 от 08.07.2013. Пр. Победителей, 11, 220004, Минск. e-mail: market@vshph.com http://vshph.com

Открытое акционерное общество «Типография “Победа”». Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 2/38 от 29.01.2014. Ул. Тавлая, 11, 222310, Молодечно.

*Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.*

ISBN 978-985-06-3308-8

© Бабаскин Ю.Г., 2021  
© Оформление. УП «Издательство  
“Вышэйшая школа”», 2021

---

# Введение

---

Учебное пособие «Строительство автомобильных дорог. Расчеты земляного полотна» разработано для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности «Автомобильные дороги». Согласно учебному плану основной профилирующей дисциплиной этой специальности является «Строительство автомобильных дорог», которая читается на 3-м и 4-м курсах и состоит из таких видов учебных занятий, как лекции, практические работы и курсовые проекты. Дисциплина «Строительство автомобильных дорог» включает три основных раздела:

- 1) строительство земляного полотна;
- 2) строительство капитальных дорожных одежд;
- 3) строительство облегченных, переходных и низших типов дорожных одежд.

*Земляное полотно* – один из основных элементов дорожной конструкции, сооружаемый из местных грунтов, скальных пород, побочных продуктов различных производств (металлургических шлаков, многотоннажных сыпучих или кристаллических отходов) и предназначенный для восприятия напряжений, возникающих от колеса автомобиля и передающихся через многослойную дорожную одежду. Под действием этих напряжений в земляном полотне возникают сжимающие и сдвигающие напряжения, которые должны быть минимизированы до упругих деформаций, что позволяет сформулировать необходимые требования, предъявляемые к земляному полотну: прочность, устойчивость, долговечность, водо- и морозостойкость. Поскольку автомобильная дорога должна отвечать требованиям экономически оправданных грузоперевозок, а следовательно, соответствовать скоростному режиму и оптимальному расходу топлива, она выполняет функцию выравнивания профиля земной поверхности. В связи с этим земляное полотно может быть выполнено в виде насыпи или в виде выемки и, как правило, на равнинной местности имеет трапециевидную форму.

*Назначение земляного полотна* – воспринимать напряжения от подвижной нагрузки и перераспределять их на грунты естественного сложения, не допускать капиллярного поднятия воды от уровня грунтовых вод к слоям дорожной одежды, возвышать уровень проезжей части автомобильной дороги над окружающей местностью и над уровнем грунтовых и поверхностных вод, обеспечивать надежность конструкции при строительстве дороги на слабых грунтах, на заливных лугах, при преодолении болота или подъезде к крупным мостам через водные артерии, спрямлять профиль рельефа, способствовать отводу выпадающих осадков и обеспечивать стабильный водно-тепловой режим конструкции, соответствовать требованиям снегонезаносимости в зимнее время года, создавать условия для размещения многослойной конструкции дорожной одежды.

Удельный вес земляного полотна в общем объеме строительного производства автомобильных дорог изменяется в широких пределах: по объему

---

земляное полотно во много раз превышает объем дорожной одежды, по стоимости сравниваемые объекты могут быть или равны между собой или ненамного уступать дорожной одежде – в зависимости от стоимости битума, добавок, транспортных расходов на доставку щебня, по механовооруженности процесс сооружения земляного полотна полностью механизирован.

Учебное пособие «Строительство автомобильных дорог. Расчеты земляного полотна» предназначено для обучения студентов расчетам ресурсов и комплектования на их основе комплексных бригад и отрядов, обоснованию технологий, применяемых при строительстве земляного полотна автомобильной дороги.

*Ресурс* – это количественно измеряемая возможность выполнения определенной работы. *Инженерный ресурс* – это определение расчетным путем возможности выполнения установленного объема работы машинами и рабочими-строителями. На основании расчетов выявляют ресурсы, необходимые для выполнения земляных работ различными комплексными бригадами – бульдозерными, скреперными, экскаваторными, и на их основе определяют рациональное распределение земляных масс. Выполняемые расчеты направлены на обеспечение качественного состояния земляного полотна, которое зависит от правильного выбора конструкции (рационального размещения в теле полотна грунтов, различных по своим физико-механическим свойствам), правильного производства земляных работ (достижения необходимой плотности и влажности грунтов, устройства надежного основания под насыпями), рационального снабжения строительными материалами (снабжения грунтами различных карьеров), соблюдения требований нормативных документов и правил технических кодексов установившейся практики.

*Целью учебного пособия* является обучение методике выполнения расчетов:

- геометрических параметров конструкции земляного полотна (габаритные размеры, высота насыпи), сосредоточенного резерва;
- числа смен полезной работы, а также количества рабочих смен, необходимых для выполнения земляных работ ведущими землеройно-транспортными машинами;
- объемов земляных масс линейно-протяженных сооружений;
- объемов подготовительных работ и ресурсов для их выполнения;
- ресурсов для грейдерных, бульдозерных, экскаваторных работ;
- объемов и ресурсов при строительстве водопропускных железобетонных труб;
- объемов и ресурсов работ при выторфовывании, планировке и срезке недобора, устройстве присыпной обочины;
- границ использования карьеров и их рекультивации;
- календарного плана строительства.

Кроме перечисленных расчетов учебное пособие включает разделы, касающиеся контроля качества при строительстве земляного полотна, техники безопасности, охраны труда и окружающей среды.

Приведенные расчеты выполнены для участка автомобильной дороги протяженностью четыре километра на основании исходных данных (приложение 1,

---

табл. П.1.1, табл. П.1.2). В начале пособия осуществлен сравнительный анализ с применением расчетов по пропорции выполняемого объема и по производительности ведущей машины необходимого количества смен для выполнения земляных работ каждым видом землеройно-транспортной машины. На основании заданного количества смен выполнены расчеты ресурсов, которые имеют вполне определенную последовательность и закономерность вычислений, основанные на алгоритме определения требуемого количества машино-часов и человеко-часов, объемов земляных масс для отсыпки насыпи, сооружения присыпной обочины и заполнения грунтом траншеи на болоте. Все расчеты представлены для технологий возведения земляного полотна автогрейдером, бульдозером, скрепером, экскаватором и охватывают как возведение насыпей, так и устройство выемок, применение технологий полного и частичного выторфовывания на болотах I и II типов.

Структура каждого раздела включает краткое теоретическое обоснование рассматриваемой темы, постановку задачи и пример ее решения.

В разделе «Характеристика и общие требования к земляному полотну» приведены расчеты средних значений высоты насыпи и глубины выемки на отдельных участках, геометрические размеры насыпи, выемки и кювета. На основании проведенных расчетов выбраны типовые поперечные профили земляного полотна.

В разделе «Общая характеристика района строительства земляного полотна» выполнены расчеты по определению срока весенней распутицы, на основании чего построен график климатических характеристик, числа смен полезной работы для назначенного срока выполнения строительных работ. Даны характеристики температурного режима, количества выпадающих осадков, ветровая нагрузка для района строительства. Представлено описание продольного профиля строящегося участка дороги.

Раздел «Подготовительные работы» включает расчеты объемов работ, числа смен и ресурсов для выполнения подготовительных работ, которые позволили сформировать специализированные звенья для осуществления намеченного объема подготовительных работ. Весь ход вычислений проведен согласно разработанному алгоритму, позволившему на основании нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении (НРР 8.03.101-2017) определить количество машин и людей, необходимых для выполнения поставленной задачи.

В разделе «Строительство железобетонных труб» приведена технология строительства водопропускных труб, обозначены звенья для выполнения подготовительных, монтажных и изолировочных работ, произведены расчеты по определению длины труб, числа отрядов-смен, необходимых для строительства искусственных сооружений, а также ресурсов с использованием статей ресурсно-сметных норм на строительные конструкции и работы (РСН 8.03.130-2007. Сборник 30. Мосты и трубы).

Раздел «Сооружение земляного полотна» является основным разделом учебного пособия, поскольку он включает расчеты, выполненные на основании разработанного графика распределения земляных масс. Рассчитаны объемы грунта на пикетах, объем присыпной обочины, объем кювета, площади

---

планировки откосов и обочин, разработан алгоритм распределения грунтов при сооружении земляного полотна, выполнена схема перемещения земляных масс, произведен расчет распределения грунта по ведущим машинам. На основании данных о производительности бульдозера, скрепера, экскаватора и автогрейдера рассчитано количество ведущих машин и определено число смен, в течение которых будут выполнены земляных работы. Произведен расчет ресурсов при выполнении бульдозерных, скреперных, экскаваторных работ, земляных работ на выторфовывании, на планировке, срезке недобора, устройстве присыпной обочины.

В разделе «Технологии строительства земляного полотна» представлено девять технологий с устройством земляного полотна различными землеройно-транспортными машинами: автогрейдером, бульдозером, скрепером, экскаватором. Технологии включают положения типовых технологических карт и обосновывают принятые технологические схемы.

Каждая технология выполняется в соответствии с календарным графиком строительства, который представлен в разделе «Разработка календарного графика строительства».

Раздел «Расчет объема карьера, границ его использования и работы по рекультивации» включает расчеты по определению геометрических размеров карьера до и после рекультивации, площади рекультивации, объема растительного грунта, стоимости доставки на объект строительства единицы перевозимого груза из карьера и построение графика границ использования карьеров.

Структура учебного пособия предусматривает рассмотрение разделов «Контроль качества при строительстве земляного полотна», «Техника безопасности, охрана труда и окружающей среды», а также ряд приложений:

- исходные данные для выполнения расчетных работ;
- типовые поперечные профили земляного полотна;
- климатические характеристики для районов Беларуси;
- распространение грунтов на территориях административных областей Республики Беларусь;
- характеристика грунта на основании нормативных документов;
- показатели для расчета водопропускных железобетонных труб и статьи РСН 8.03.130-2007. Сборник 30. Мосты и трубы;
- статьи нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении на строительные конструкции и работы (НРР 8.03.101-2017. Сборник 1. Земляные работы).

Особенность учебного пособия состоит в том, что в нем приведены расчеты всех разделов на выбранном примере. Студенты, в особенности заочной формы обучения, смогут произвести расчеты, руководствуясь примером данного учебного пособия.

Приведенные расчеты применимы при выполнении практических задач, а также при курсовом и дипломном проектировании.

---

# Раздел 1

---

---

## ХАРАКТЕРИСТИКА И ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЗЕМЛЯНОМУ ПОЛОТНУ

---

### Введение

*Земляное полотно* автомобильной дороги – это грунтовое сооружение в виде насыпи, возводимой из местного или привозного грунта, или выемки, которое имеет трапециевидный профиль, является основанием для дорожной одежды и предназначено для распределения напряжений, передающихся от колеса автомобиля через дорожную одежду на грунты естественного залегания, а также обеспечивает продольные уклоны, согласно категории дороги.

*Категория дороги* – критерий значимости автомобильной дороги в транспортной инфраструктуре государства, который характеризуется интенсивностью движения и имеет определенные геометрические размеры и технические параметры.

*Поперечный профиль земляного полотна* – изображение сечения земляного полотна плоскостью, перпендикулярной к его оси. Поперечный профиль может быть в виде насыпи, выемки, полунасыпи-полувыемки, может иметь односкатный профиль – с уклоном от одной бровки к другой или двускатный – с симметричным уклоном от оси земляного полотна к бровкам.

*Насыпь* – земляное сооружение, имеющее форму трапеции, располагаемое выше окружающей местности, возводимое из местного или привозного грунта путем послышной отсыпки, разравнивания и уплотнения.

*Выемка* – земляное сооружение, выполненное путем срезки грунта естественного сложения, располагаемое ниже окружающей местности, имеющее, как правило, форму трапеции (при отсутствии подпорных стенок), у которой рабочим слоем являются грунты естественного сложения.

При сооружении земляного полотна на косогорах конструкция земляного полотна может быть выполнена в виде *полунасыпи-полувыемки*.

Земляное полотно характеризуется следующими элементами:

- *рабочий слой* – верхняя часть земляного полотна, расположенная непосредственно под дорожной одеждой примерно до глубины, равной 1,5 м;
- *откос* – поверхность, сопрягающая верх земляного полотна с прилегающей местностью. *Заложение откоса* – это отношение высоты насыпи к горизонтальной проекции поверхности откоса, обозначается как  $1 : m$  (где  $1$  – высота насыпи или выемки, а  $m$  – горизонтальная проекция наклонной линии откоса);

- *бровка* – крайняя точка пересечения верха земляного полотна и плоскости откоса;
- *ширина земляного полотна* – расстояние между бровками земляного полотна. Определяется расчетным путем с учетом толщины слоев дорожной одежды и заложения откоса;
- *берма* – площадка с наклоном в сторону основания насыпи или выемки, предназначенная для повышения устойчивости откоса, а также для прохода машин во время ремонта и содержания дороги;
- *кювет* – боковые водоотводные каналы, располагаемые вдоль основания земляного полотна;
- *основание земляного полотна* – массив грунта естественного сложения, на который опирается земляное полотно;
- *ядро насыпи* – часть насыпи, располагаемая между рабочим слоем и основанием;
- *дорожная одежда* – многослойная конструкция из дорожно-строительных материалов, на которой располагаются проезжая часть и укрепленная обочина автомобильной дороги и которая воспринимает нагрузку от колеса автомобиля и передает напряжения на земляное полотно;
- *ширина дорожного полотна* – ширина между бровками дорожной конструкции, состоящей из земляного полотна, на которое уложена дорожная одежда в виде проезжей части и отсыпаны обочины (табл. 1.1).

Таблица 1.1

**Ширина дорожного полотна и обочины**

Наименование параметра поперечного профиля	Значение параметра поперечного профиля (м) для категории дорог						
	I-а	I-б, I-в	II	III	IV	V	VI
Ширина дорожного полотна	24,5 + s 32 + s	22 + s 29 + s	13	12	10	8	VI-а: 6,5 VI-б: 4,5
Ширина обочины	3,75	3,0	3,0	2,5	2,0	1,25	VI-а: 1,5 VI-б: 0,75

Примечание: s – ширина барьерного ограждения, устанавливаемого на разделительной полосе.

При подсчете объемов земляных работ делают допущение, что тело земляного полотна ограничено равными плоскостями и отдельные неровности его фактической поверхности не оказывают значительного влияния на величину объема. Основными исходными данными для подсчета объемов земляных работ служат продольные и поперечные профили сооружений. Основным принципом определения объемов работ является разбивка земляного полотна на элементарные площадки, в пределах которых определяются объемы геометрических фигур по известным математическим выражениям. В характерных точках продольного профиля дороги, местах изменения уклона местности или проектной (красной) линии сооружение разбивается вертикальными плоскостями на участки, в пределах которых получаются геометрические тела – *призматойды*. Высота призматойда равна длине участка между сечениями, а осно-

ваниями служат профили сооружения в местах сечений. Этот способ называется способом поперечных профилей.

Объем земляного полотна рассчитывают как площадь поперечного профиля, умноженную на длину участка. Площадь определяют исходя из ширины земляного полотна, заложения откоса и высоты насыпи.

При назначении конструкции земляного полотна принимают во внимание:

- *категорию дороги*, от которой зависят выбранные параметры для проектирования (уклоны, радиусы, размеры дорожного полотна и т.д.);

- *допустимые продольные уклоны*, на основании которых назначают высоту насыпи и глубину выемки;

- *высоту насыпи или глубину выемки*, которые определяют объемы земляных работ;

- *гидрогеологические условия* строительства дороги, на основании которых корректируют высоту насыпи, глубину выемки, заложение откосов, назначают конструкции дренажных и водоотводных сооружений, а также принимают решение об использовании местных грунтов для возведения земляного полотна;

- *условия производства работ* по возведению земляного полотна, исходя из которых назначают ширину полосы отвода, зависящую от условий разработки притрассовых резервов или доставки грунта для отсыпки насыпи из карьеров.

Конструкция земляного полотна характеризуется типовыми поперечными профилями (приложение 2, рис. П.2.1...рис. П.2.12):

- тип 1 – при высоте насыпи до 2 м, возводимой с использованием грунта из притрассовых резервов;

- тип 2 – при высоте насыпи до 2 м, возводимой из привозного грунта;

- тип 3 – при высоте насыпи до 6 м, сооружаемой из привозного грунта с однокатным откосом;

- тип 4 – при высоте насыпи до 12 м, сооружаемой из привозного грунта с двукатным откосом, причем верхняя часть, измеряемая от бровки до глубины 6 м, – с более крутым заложением, а нижняя часть ( $H - 6$  м) – с более пологим;

- тип 5 и тип 6 – при высоте насыпи до 12 м, возводимой на косогоре при уклоне местности 1:5...1:10 (тип 5) и 1:3...1:5 (тип 6);

- тип 7 и тип 8 – при глубине выемки до 1 м на снегозаносимых участках в нестесненных и стесненных условиях;

- тип 9 – при глубине выемки от 1 до 5 м с уширенной обочиной или с устройством полки на снегозаносимых участках;

- тип 10 и тип 11 – при глубине выемки до 12 м, разрабатываемой в песчаных и глинистых грунтах твердой и полутвердой консистенции (тип 10), а также в пылеватых песках и глинистых грунтах тугопластичной и мягкопластичной консистенции (тип 11);

- тип 12, тип 13, тип 14 – при устройстве выемки на склоне (остальные типовые профили представлены в ТКП 200-2009 «Автомобильные дороги. Земляное полотно. Правила проектирования»).

Отдельные типовые профили разработаны:

- тип 15 – при устройстве полунасыпи-полувыемки на склоне круче 1:3;
- тип 16 и тип 17 – для лёссовых грунтов;
- тип 1-В...тип 5-В – для сооружения насыпей из грунтов повышенной влажности;
- тип 1-Р...тип 4-Р – для насыпей, сооружаемых в поймах рек;
- тип 5-Р, тип 6-Р – для насыпей, сооружаемых на старицах, озерах и водохранилищах;
- тип 7-Р, тип 8-Р – для насыпей, сооружаемых на пересечениях пойм рек со старицами и озерами;
- тип 1-Б...тип 9-Б – для насыпей, сооружаемых на болотах;
- тип 1-С – для насыпи, сооружаемой на слабом основании с геотекстилем.

Учебное пособие включает пример расчета по исходным данным, представленным в приложении 1, которые содержат параметры, необходимые для вычислений (табл. П.1.1), и характеристику продольного профиля с обозначением ситуации (табл. П.1.2).

Протяженность строящегося участка, *например*, составляет 4 км. Продольный профиль включает участки с насыпью и выемкой (численные значения соответствуют высоте насыпи или глубине выемки). Объем кювета в выемке определяется расчетным путем и записывается в табл. П.1.2 вместо обозначенных звездочек. Ситуация трассы включает лес, кустарник, болото, луг, пашню, выгон и неудобье. При этом лес и кустарник характеризуются по крупности, густоте, диаметрам ствола и пня, а болото – по глубине. Задание по продольному профилю индивидуально для каждого студента. Остальные исходные данные, в зависимости от варианта, принимаются по табл. П.1.1. Перед выполнением каждого раздела из этой таблицы выписывают необходимые для расчета исходные данные и выполняют расчет по схеме приведенного примера.

## Задание по разделу 1

1. Дать определение земляного полотна.
2. Определить вид грунта для сооружения земляного полотна.
3. Построить поперечный профиль земляного полотна для участка дороги, указанного в исходных данных, обозначить элементы земляного полотна и ширину дорожного полотна в соответствии с категорией дороги.
4. Рассчитать ширину земляного полотна в насыпи и выемке, ширину основания земляного полотна, площадь поперечного сечения для насыпи и выемки, объем кювета.

## Пример выполнения

### Исходные данные

1. Категория дороги – II.
2. Высота насыпи – принимается на основании исходных данных, выданных к проекту (приложение 1, табл. П.1.2).

3. Глубина выемки – принимается на основании исходных данных (приложение 1, табл. П.1.2).

4. Область строительства – Минская.

5. Метеостанция – Слуцк.

### Порядок выполнения

**1. Дают определение понятия земляного полотна.** Характеристику земляного полотна принимают по материалу, изложенному во введении раздела 1.

Например: *Земляное полотно* – это дорожное сооружение, возводимое из местных или привозных грунтов, имеющее трапециевидную форму в виде насыпи или выемки, опирающееся на грунты естественного залегания, служащее основанием для размещения конструктивных слоев дорожной одежды.

**2. Определяют вид грунта для сооружения земляного полотна.** Для определения вида грунта используют два показателя из исходных данных в зависимости от варианта.

*Например:*

- область строительства – Минская;
- метеостанция – Слуцк.

Из табл. П.4.6 приложения 4 выбирают строку для Слуцка и заполняют табл. 1.2.

Таблица 1.2

Залегание основных видов грунтов на территории Слуцкого района

Минская область					
Метеостанция	Вид грунта, %				
	Глина и суглинок тяжелый	Суглинок легкий и легкий пылеватый	Супесь	Песок	Торф
Слуцк	0	40	34,2	2,8	23,1

Наибольший процент залегания грунтов на территории, относящейся к метеостанции Слуцк, составляет суглинок легкий (40 %), который принимают для сооружения земляного полотна.

По табл. П.5.8 приложения 5 определяют, что суглинок легкий, в зависимости от величины морозного пучения относится к малопригодным грунтам, имеющим относительное морозное пучение в пределах 4...7 %.

Из табл. П.5.9 приложения 5 выписывают рекомендации по применению данного грунта (суглинка легкого) для возведения земляного полотна.

*Например.* Грунт земляного полотна – суглинок легкий – относится к малопригодным грунтам по величине морозного пучения.

При отсутствии песчаных и супесчаных грунтов насыпи могут возводиться из суглинистых грунтов, однородных по физико-механическим свойствам. Легкие и тяжелые суглинки применяют с соблюдением мер против избыточного увлажнения, в сухих местах они имеют плотное состояние. Чем больше

глинистых частиц, тем больше потеря несущей способности во влажных условиях. Обладают способностью к капиллярному подъему воды.

**3. Выполняют построение поперечного профиля земляного полотна.** На основании исходных данных (табл. П.1.2, приложение 1) выписывают рабочие отметки в табл. 1.3 и рассчитывают средние значения высоты насыпей и глубины выемок на участке протяженностью 4 км.

Таблица 1.3

**Расчет средних значений высоты насыпей и глубины выемок**

Насыпь на 1-м километре

Километр	1								
ПК	0	1	2	3	4	5	6	7	Ср
Насыпь	1,80	2,10	4,93	6,00	5,31	3,45	1,67	0,63	<u>25,89</u> 3,69
Выемка									

Выемка на 1-м и 2-м километрах

Километр	1				2					
ПК	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Ср
Насыпь										
Выемка	3,32	5,41	2,84	3,40	3,80	4,54	3,62	2,54	1,42	<u>30,89</u> 3,43

Насыпь на 2-м и 3-м километрах и выемка на 3-м километре

Километр	2				3					
ПК	17	18	19	20	21	Ср	22	23	24	Ср
Насыпь	1,12	2,83	3,47	3,65	1,04	<u>12,11</u> 2,42				
Выемка							1,21	4,30	2,42	<u>7,93</u> 2,64

Насыпь на 3-м и 4-м километрах

Километр	3						4				
ПК	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	Ср
Насыпь	1,64	3,73	5,80	3,57	3,08	2,10	3,62	2,83	1,75	1,60	<u>29,72</u> 2,97
Выемка											

Выемка и насыпь на 4-м километре

Километр	4				4			
ПК	35	36	37	Ср	38	39	40	Ср
Насыпь					0,65	2,10	3,60	<u>6,35</u> 2,11
Выемка	1,50	3,52	2,90	<u>7,95</u> 2,65				

По результатам расчета средних значений высот насыпей выбирают поперечный профиль из приложения 2.

*Например:*

- насыпь на 1-м километре, средняя высота 3,69 м – тип 3;
- насыпь на 2-м и 3-м километрах и выемка на 3-м километре, высота 2,42 м – тип 2;

• насыпь на 3-м и 4-м километрах, высота 2,97 м – тип 2;

• насыпь на 4-м километре, высота 2,11 м – тип 2.

Аналогичным образом выбирают поперечный профиль из приложения 2 из расчета средней глубины выемки.

*Например:*

• выемка на 1-м и 2-м километрах, средняя глубина 3,43 м – тип 9;

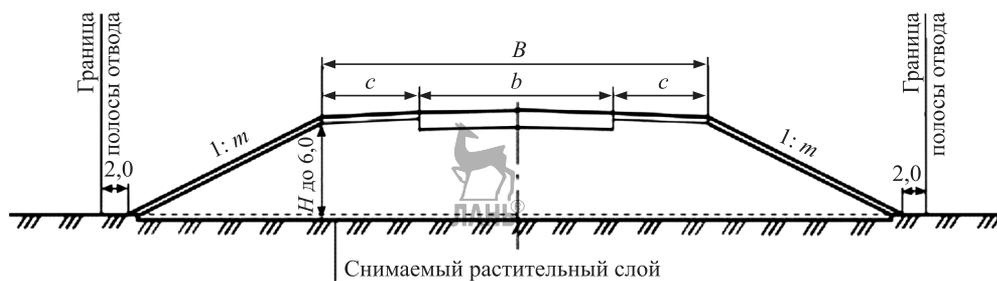
• выемка на 3-м километре, глубина 2,64 м – тип 9;

• выемка на 4-м километре, глубина 2,65 м – тип 9.

На миллиметровой бумаге формата А4 чертят поперечный профиль в масштабе 1:100 (в 1 см – 1 м) для наибольшей высоты насыпи – 3,69 м и наиболее глубокой выемки – 3,43 м (рис. 1.1):

- насыпь (высота 3,69 м) – тип 3;
- выемка (глубина 3,43 м) – тип 9.

Тип 3



Тип 9

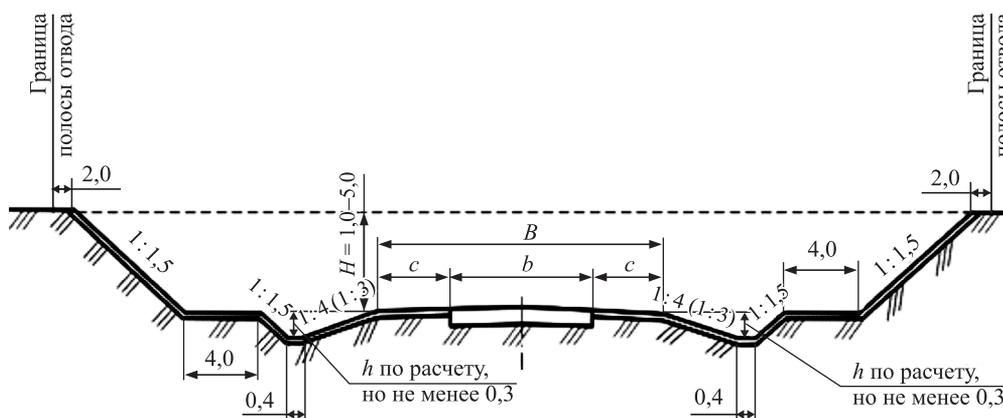


Рис. 1.1. Поперечные профили насыпи и выемки

**4. Рассчитывают ширину земляного полотна в насыпи и выемке, ширину основания земляного полотна, площадь поперечного сечения для насыпи и выемки, объем кювета.**

4.1. Вычерчивают схему земляного полотна с обозначением ее основных элементов. Например, рис. 1.2.

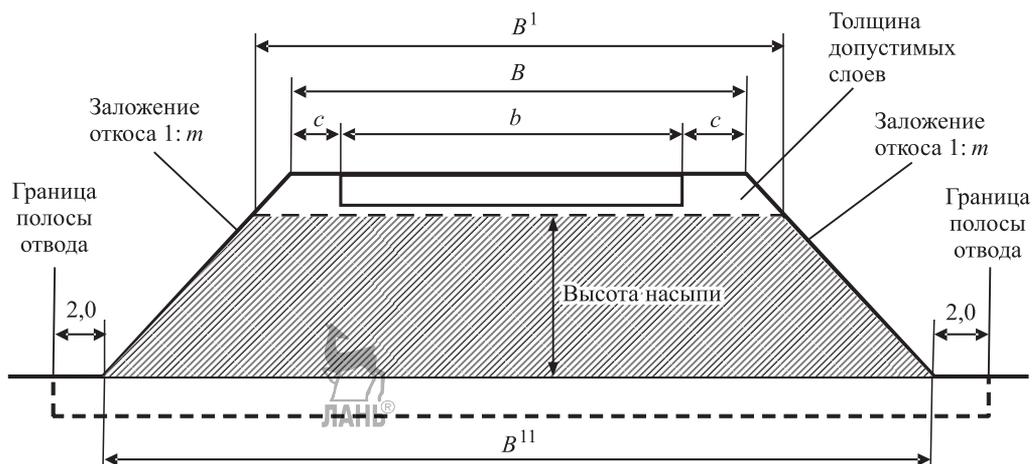


Рис. 1.2. Поперечный профиль насыпи земляного полотна:

$B$  – ширина дорожного полотна;  $B^1$  – ширина земляного полотна;  $B^{11}$  – ширина основания земляного полотна;  $b$  – ширина проезжей части;  $c$  – ширина обочины

4.2. Определяют ширину земляного полотна для насыпи из выражения

$$B_n^1 = B + 2hm = 13 + 2 \cdot 0,84 \cdot 1,75 = 15,94 \text{ м}, \quad (1.1)$$

где  $B$  – ширина дорожного полотна (принимают по табл. 1.1 в соответствии с категорией дороги); для II категории  $B = 13$  м;  $h$  – толщина минимально допустимых слоев дорожной конструкции; определяют по карте изолиний (рис. 1.3). Для района строительства автомобильной дороги – Слуцка  $h = 0,84$  м;  $m$  – заложение откоса; определяют по табл. 1.4 в зависимости от высоты насыпи и вида грунта. Среднее значение высоты насыпи равно 3,69 м; вид грунта – суглинок легкий (40%). По табл. 1.4  $m = 1,75$ .

4.3. Определяют ширину основания земляного полотна для насыпи средней высоты из выражения

$$B_n^{11} = B_n^1 + 2H_n m = 15,94 + 2 \cdot 3,69 \cdot 1,75 = 27,895 \text{ м}, \quad (1.2)$$

где  $B_n^1$  – ширина земляного полотна поверху;  $H_n$  – высота насыпи (для нашего примера 3,69 м);  $m$  – заложение откоса (принимаем равным 1,75).

Площадь поперечного сечения насыпи земляного полотна определяют как площадь трапеции из выражения

$$S_{з.п.н} = \frac{B_n^1 + B_n^{11}}{2} H_n = \frac{15,94 + 27,895}{2} 3,69 = 80,87 \text{ м}^2. \quad (1.3)$$

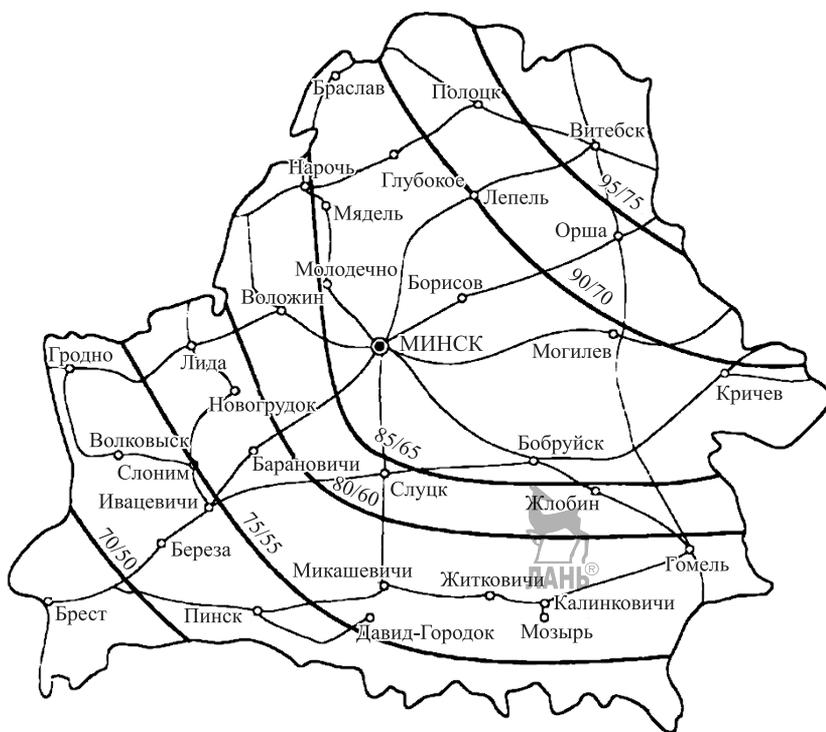


Рис. 1.3. Карта изолиний минимально допустимой толщины стабильных слоев дорожной конструкции:  
в числителе – для дорожных одежд капитального типа; в знаменателе – для дорожных одежд облегченного типа

**Крутизна откосов земляного полотна**

Таблица 1.4

Грунты насыпи	Наибольшая крутизна откосов при высоте откоса насыпи, м		
	До 6	До 12, в том числе	
		в нижней части	в верхней части
Крупнообломочные грунты, пески: крупные, средней крупности	1:1,5	1:1,5	1:1,5
Пески: мелкие, пылеватые	1:1,5	1:2	1:1,5
Глинистые грунты	1:1,75	1:2	1:1,75

4.4. Выполняют расчет выемки: ширину выемки понизу и ширину выемки поверху. Для определения ширины выемки понизу необходимо определить ширину кювета поверху: с учетом глубины кювета, равной 1 м, ширины полки (бермы), равной 4 м, и заложений внутреннего и внешнего откоса кювета (размеры кювета приняты из типового профиля – тип 9, представленного на рис. 1.1).

При отсутствии дренирующего слоя глубина кювета должна быть не менее:

- 0,3 м – в непылеватых песках;
- 0,6 м – в непылеватых супесях;
- 0,8 м – в суглинках и глинах;
- 0,9 м – в пылеватых грунтах.

В нашем случае грунт – суглинок легкий, глубину кювета трапецеидального сечения глубиной до 1,2 м (п. 9.2.10 ТКП 200–2009) принимают равной 1 м с учетом превышения глубины канавы (0,2 м) над расчетным уровнем воды. Конструкция кювета представлена на рис. 1.4.

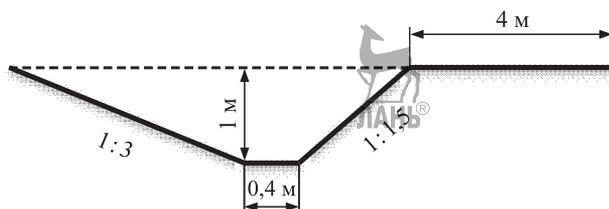


Рис. 1.4. Расчетная схема кювета

4.5. Определяют ширину кювета поверху исходя из размеров, представленных на типовом профиле – тип 9:

$$L_k^1 = (1 \cdot 3) + (0,4) + (1 \cdot 1,5) = 4,9 \text{ м.}$$

4.6. Определяют ширину кювета поверху вместе с полкой:

$$L_{к.п}^1 = L_k^1 + L_{п} = 4,9 + 4 = 8,9 \text{ м.}$$

4.7. Определяют ширину выемки понизу с учетом кюветов и полок из выражения

$$B_B^1 = B + 2(L_k^1 + L_{п}) = 13 + 2(4,9 + 4) = 30,8 \text{ м,} \quad (1.4)$$

где  $B$  – ширина дорожного полотна в зависимости от категории дороги (например, для II категории  $B = 13$  м);  $L_k^1$  – ширина кювета поверху с учетом заложения откосов кювета;  $L_{п}$  – длина полки (например, для поперечного профиля типа 9 длина полки равна 4 м).

4.8. Определяют ширину выемки поверху с учетом средней глубины выемки, равной 3,43 м:

$$B_B^{11} = B_B^1 + 2Hm = 30,8 + 2 \cdot 3,43 \cdot 1,5 = 41,09 \text{ м.} \quad (1.5)$$

Определяют площадь поперечного сечения выемки из выражения

$$S_{з.п.в} = \frac{B_B^1 + B_B^{11}}{2} H_B = \frac{30,8 + 41,09}{2} 3,43 = 123,3 \text{ м}^2. \quad (1.6)$$

4.9. Определяют объем грунта при устройстве кювета в выемке из выражения

$$V_{\text{к}} = 2 \frac{L_{\text{к}}^1 + 0,4}{2} H_{\text{к}} \cdot L_{\text{пикет}} = 2 \frac{4,9 + 0,4}{2} 1,0 \cdot 100 = 530 \text{ м}^3. \quad (1.7)$$

На основании выполненных расчетов определены:

- вид грунта для сооружения земляного полотна – суглинок легкий;
- средняя высота насыпи – 3,69 м;
- средняя глубина выемки – 3,43 м;
- ширина насыпи поверху – 15,94 м;
- ширина основания насыпи – 27,895 м;
- ширина выемки понизу – 30,8 м;
- ширина выемки поверху – 41,09 м;
- заложение откоса насыпи – 1,75;
- заложение откоса выемки – 1,5;
- ширина кювета понизу – 0,4 м;
- ширина кювета поверху – 4,9 м;
- объем грунта при устройстве кювета на участке протяженностью 100 м – 530 м<sup>3</sup>.

Объем кювета записывают в табл. П.1.2. приложения 1 на тех пикетах, где имеется выемка или пикет обозначен звездочкой.



---

# Раздел 2

---

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

---



### Введение

Раздел «Общая характеристика района строительства земляного полотна» состоит из четырех подразделов:

- 1) общие сведения о районе строительства;
- 2) климатическая характеристика района;
- 3) характеристика продольного профиля автомобильной дороги;
- 4) определение числа смен полезной работы.

В подразделе «Общие сведения о районе строительства» приводится краткая характеристика дорожной сети Республики Беларусь, дается обоснование необходимости строительства автомобильной дороги, приводятся характеристики рельефа местности, растительности и сведения о наличии водных ресурсов в районе строительства.

*Например.* Краткая характеристика дорожной сети.

*Протяженность* автомобильных дорог общего пользования (на 01.01.2019) составила 86 967 км. Плотность сети дорог равна 419 км на 1000 км<sup>2</sup>. Для стран СНГ эта цифра составляет: в России – 64 км, Казахстане – 36 км, Азербайджане – 219 км, Украине – 281 км, Польше – 1319 км, Литве – 1270 км, Латвии – 1078 км.

*Общая протяженность дорог с твердым покрытием* – 75 314 км, что составляет 86,7 %, из них с усовершенствованным покрытием – 48 533 км. Республиканские дороги (Р1...Р149) общей протяженностью 15 970 км имеют усовершенствованные покрытия на 15 752 км.

*Местные автомобильные дороги* имеют протяженность 71 061 км, из которых 11 500 км являются грунтовыми.

*Облегченные (усовершенствованные) дорожные одежды* имеют следующие виды покрытия:

- асфальтобетонные – 15 215 км (96,6 %);
- цементобетонные – 443 км (2,8 %);
- черные гравийные – 94 км (0,6 %).

*Протяженность международных маршрутов*, проходящих по территории Республики Беларусь, составляет 3900 км, в том числе дорог, входящих в международные транспортные коридоры, – 1600 км.

*Обоснование* необходимости строительства автомобильной дороги приводится на основании энциклопедических данных с использованием материала

энциклопедии Республики Беларусь или данных интернет-изданий. Обоснование составляют на основании следующих характеристик:

- транспортная сеть района строительства;
- характеристика основных отраслей народного хозяйства;
- перспективы развития экономики района и обоснование необходимости строительства дороги.

*Характеристика рельефа* местности, растительности и сведения о наличии водных ресурсов в районе строительства даются на основании энциклопедических данных.

В подразделе *«Климатическая характеристика района»* приводятся данные:

- по средней температуре воздуха для метеостанции, обозначенной в задании;
- по датам наступления средних суточных температур;
- о количестве выпадающих осадков;
- о направлении ветра в зимний и летний периоды.

Все эти данные необходимы для правильной организации работ по строительству автомобильной дороги. На основании этих данных строится график климатических характеристик и рассчитываются периоды наступления весенней и осенней распутиц, которые являются наиболее неблагоприятными для проведения дорожно-строительных работ.

В подразделе *«Характеристика продольного профиля автомобильной дороги»* приводятся сведения:

- о количестве участков дороги, на которых сооружаются насыпи и выемки;
- наибольшей высоте насыпи, привязанной к пикету;
- наибольшей глубине выемки, привязанной к пикету, и объеме кювета в выемке (согласно расчету в разделе 1);
- характеристике ситуации (лес, болото, кустарник и т.д.);
- количестве дорожных труб, запроектированных на обозначенном участке.

В подразделе *«Определение числа смен полезной работы»* приводятся расчеты по определению количества рабочих смен по месяцам строительства, а также в течение всего периода сооружения земляного полотна. Число смен полезной работы устанавливается на основании ТКП 45-1.03-213-2010 «Нормы продолжительности строительства объектов транспорта и транспортной инфраструктуры».

## **2.1. Общие сведения о районе строительства**

### **Задание по подразделу 2.1**

1. Представить краткую характеристику дорожной сети республики.
2. Обосновать необходимость строительства автомобильной дороги.

3. Охарактеризовать рельеф местности и растительность в районе строительства автомобильной дороги.

4. Дать краткие сведения о наличии водных ресурсов в районе строительства.

## Пример выполнения

### Исходные данные

1. Область строительства – Минская.
2. Метеостанция – Слуцк.

### Порядок выполнения

**1. Характеризуют дорожную сеть Республики Беларусь.** Характеристику дорожной сети представляют по материалу, изложенному во введении раздела 2.

**2. Обосновывают необходимость строительства автомобильной дороги.** Обоснование строительства автомобильной дороги составляют на основании энциклопедических данных по следующей схеме.

*Транспортная сеть района строительства.* Население Слуцкого района (на 01.01.2018) составляло 91 059 человек, в том числе в городских условиях проживали около 61 818 человек. Площадь района – 1796 км<sup>2</sup>.

Общая протяженность автомобильных дорог в Слуцком районе составляет 830,6 км, плотность дорожной сети – 462 км на 1000 км<sup>2</sup> территории. По территории района проходят автомобильные дороги: Р-23 Минск–Микашевичи, Р-43 Ивацевичи–Старые дороги, Р-91 Осиповичи–Барановичи. Среди международных маршрутов можно выделить: Москва–Бобруйск–Слуцк–Ивацевичи, Осиповичи–Несвиж–Барановичи (с переходом на магистраль М1).

*Характеристика основных отраслей народного хозяйства.* В г. Слуцке расположены такие крупные предприятия, как ОАО «Слуцкий сахарорафинадный завод», ОАО «Слуцкий льнозавод», ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат» и другие заводы и комбинаты, на которых работают жители г. Слуцка и окружающих регионов.

*Перспективы развития экономики района и обоснование необходимости строительства дороги.* Проектируемая автомобильная дорога предназначена для осуществления грузовых и пассажирских перевозок и имеет большое народно-хозяйственное значение. Строительство дороги позволит решить ряд экономических и социальных проблем района. В социальном плане дорога позволит улучшить транспортные сообщения малых населенных пунктов с районным административным центром, даст возможность перевозить грузы в кратчайшие сроки, увеличить объем грузооборота, а также увеличит объем транзитного груза, проходящего через район строительства автомобильной дороги, что позволит получить значительный экономический эффект.

**3. Характеризуют рельеф местности и растительность в районе строительства автомобильной дороги.** Характеристика представлена на основании энциклопедических данных по следующей схеме.

*Рельеф.* Территория района располагается в пределах Центральнорезинской равнины. Северо-западную часть занимает Копыльская гряда. Рельеф равнинный, наивысшая точка – 213 м над уровнем Балтийского моря.

*Полезные ископаемые* представлены месторождениями: торфа, мела, калийных солей (северная часть Старобинского месторождения), строительных песков, песчано-гравийного материала, глин.

*По лесорастительному районированию* территория района расположена в зоне грабово-дубово-темнохвойных лесов. Относительно теплый климат обеспечивает оптимальные условия для произрастания сосны, ели, березы, осины, ольхи. Лесистость района ниже среднереспубликанской.

**4. Представляют краткие сведения о наличии водных ресурсов в районе строительства. Например.** Главная водная артерия – река Случь с притоками Морочь, Лакня, Весейка, Сивельга. Наиболее крупные водохранилища около деревень Рудня и Горки, площадью соответственно 3,7 и 0,7 км<sup>2</sup>.

## 2.2. Климатическая характеристика района

### Задание по подразделу 2.2

1. Представить информацию в табличной форме о температуре наружного воздуха по месяцам, температуре перехода через определенные пределы, выпадающих осадках по месяцам и направлении ветра, построить розу ветров.
2. Рассчитать даты начала и окончания весенней распутицы.
3. Построить график климатических характеристик.
4. Определить даты начала и окончания осенней распутицы.

### Пример выполнения

#### Исходные данные

1. Область строительства – Минская.
2. Метеостанция – Слуцк.
3. Продолжительность строительства – 7 месяцев (приложение 1, табл. П.1.1).
4. Начало строительства – месяц май (приложение 1, табл. П.1.1).

#### Порядок выполнения

**1. Представляют информацию о температуре наружного воздуха, температуре перехода через определенные пределы, выпадающих осадках и направлении ветра, строят розу ветров.**

Информацию о температуре, осадках и направлении ветра представляют в табличной форме на основании приложения 3.

1.1. Определяют *среднюю температуру наружного воздуха* по месяцам для данного района строительства. Заполняют табл. 2.1 с учетом данных гидрометцентра,

представленных в приложении 3 (табл. П.3.1). Заполнение таблицы выполняют для всех месяцев текущего года.

Таблица 2.1

**Средняя температура наружного воздуха по месяцам для метеостанции Слуцк**

Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
T, °C	-6,3	-5,6	-1,3	6,2	13,1	16,1	17,8	16,6	12,1	6,4	0,9	-3,7

1.2. Определяют *даты наступления средних суточных температур воздуха выше определенных пределов*. Заполняют табл. 2.2 с учетом исходных данных по датам, представленным в приложении 3 (табл. П.3.2).

Таблица 2.2

**Даты наступления средних суточных температур воздуха выше определенных пределов для метеостанции Слуцк**

T, °C	0 °C	5 °C	10 °C	15 °C
Даты перехода	24/3 19/11	12/4 23/10	28/4 27/9	2/6 30/8

1.3. Определяют *сумму осадков* по месяцам. Заполняют табл. 2.3 с учетом данных гидрометцентра, представленных в приложении 3 (табл. П.3.3). Заполнение таблицы выполняют для всех месяцев текущего года.

Таблица 2.3

**Сумма осадков по месяцам для метеостанции Слуцк**

Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Осадки, мм	34	29	32	37	51	72	78	80	50	39	47	40

Климат района строительства автомобильной дороги умеренно-континентальный. Средняя температура января  $-6,3$  °C, июля  $+17,8$  °C. Среднегодовое количество осадков 589 мм (суммарное значение строки табл. 2.3).

1.4. Определяют *повторяемость направления ветра*. Заполняют табл. 2.4 с учетом исходных данных и данных гидрометцентра о ветровом режиме местности, представленных в приложении 3 (табл. П.3.4).

Таблица 2.4

**Повторяемость направления ветра для метеостанции Слуцк, %**

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь	9	8	10	18	15	16	15	9
Июль	13	9	7	7	10	12	22	20

Повторяемость направления ветра оценивается методами математической статистики, а полученные результаты выражаются в процентах от общего количества наблюдений за рассматриваемый период (например, месяц).

1.5. Строят *розу ветров*. Режим ветра в рассматриваемом месте для определенного периода изображают в виде розы ветров, которая представляет собой круговую диаграмму. В розе ветров повторяемость ветра выражают в виде отрезка, взятого в масштабе и отложенного в направлении частей света.

На отдельном листе в масштабе чертят розу ветров для января и июля (пример построения розы ветров приведен на рис. 2.1).

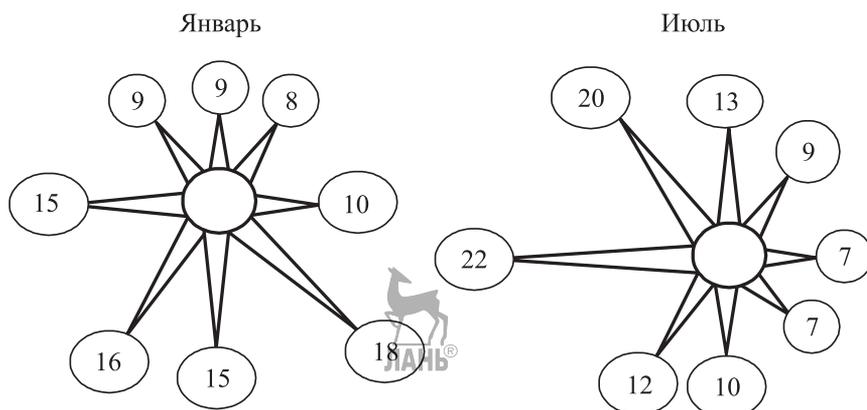


Рис. 2.1. Роза ветров для метеостанции Слущк

**2. Рассчитывают даты начала и окончания весенней распутицы.** Даты начала и окончания весенней распутицы ограничивают простои по метеорологическим условиям. Начало весенней распутицы определяют из выражения

$$Z_{\text{н}}^{\text{в}} = T_1 + \frac{5}{\alpha} = 24 / 03 + \frac{5}{2,5} = 26 / 03, \quad (2.1)$$

где  $T_1$  – дата перехода температуры воздуха через  $0^\circ\text{C}$  (см. табл. 2.2);  $\alpha$  – климатический коэффициент, характеризующий скорость оттаивания грунта;  $\alpha = 2,5$  см/сут; 5 – размороженный слой грунта, с которого начинается распутица, см.

Результат расчета расшифровывают как 26 марта (26/03).

Окончание весенней распутицы определяют из выражения

$$Z_{\text{к}}^{\text{в}} = Z_{\text{н}}^{\text{в}} + \frac{0,7h_{\text{пр}}}{\alpha} = 26 / 03 + \frac{0,7 \cdot 0,94}{0,025} = 26 / 03 + 26 \text{ сут} = 21 / 04, \quad (2.2)$$

где  $\alpha$  – климатический коэффициент, переведенный из см/сут в м/сут;  $h_{\text{пр}}$  – среднemaxимальная глубина промерзания почвы, определяемая из выражения

$$h_{\text{пр}} = \alpha_0 \sqrt{M_t}, \quad (2.3)$$

где  $\alpha_0$  – коэффициент, характеризующий величину промерзания грунтов ( $\alpha_0 = 0,34$  для крупнообломочных грунтов;  $\alpha_0 = 0,30$  для песков гравелистых,

крупных и средней крупности;  $\alpha_0 = 0,28$  для супесей, песков мелких и пылеватых;  $\alpha_0 = 0,23$  для суглинков и глин);  $M_t$  – коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму (см. табл. 2.1):

$$M_t = 3,7 + 6,3 + 5,6 + 1,3 = 16,9; \tag{2.4}$$

$$h_{пр} = \alpha_0 \sqrt{M_t} = 0,23 \sqrt{16,9} = 0,94 \text{ м.}$$

По календарю отсчитывают 26 суток от 26 марта и получают дату, например 21 апреля.

**3. Строят график климатических характеристик.** График состоит из двух частей: верхней, изображающей изменение температуры и количества осадков по месяцам, и нижней, отражающей периоды выполнения отдельных видов работ. График строят на миллиметровой бумаге формата А4 для полного текущего года (рис. 2.2).

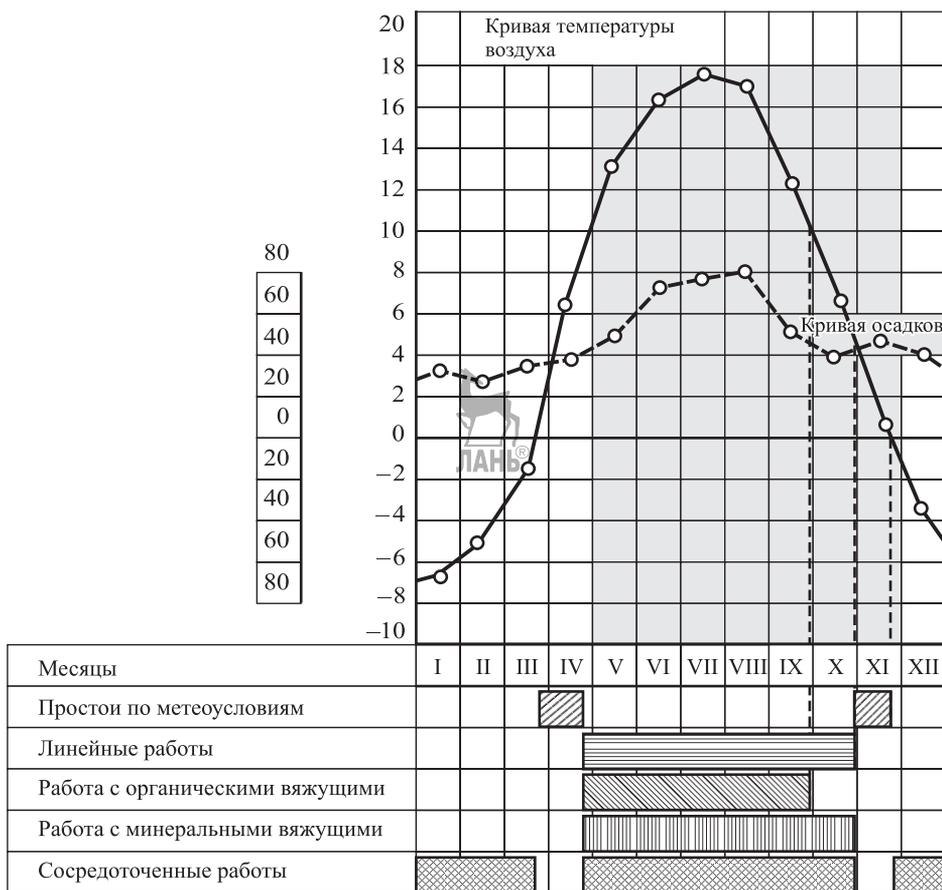


Рис. 2.2. График климатических характеристик по метеостанции Слуцк

Затемненным фоном показывают продолжительность строительного сезона в соответствии с заданием.

Вначале строят верхнюю часть графика, состоящую из прямоугольной системы координат. Для этого на отдельном листе миллиметровой бумаги вычерчивают вертикальную ось, на которой обозначают температуру. На дополнительной оси обозначают количество осадков. На горизонтальной оси обозначают месяцы (с января по декабрь). На полученном графике выделяют цветом или легкой штриховкой период, в течение которого выполняются строительные работы по сооружению земляного полотна в соответствии с заданием (*например*, в течение семи месяцев, с мая по декабрь).

На нижней части графика климатических характеристик (в строке «Простой по метеоусловиям») наносят обозначение начала и окончания весенней распутицы, для которых даты были определены в подразделе 2.2 (*например*, с 26.03 по 21.04).

**4. Определяют даты начала и окончания осенней распутицы.** Осеннюю распутицу определяют по графику климатических характеристик:

- начало – при переходе температуры через  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- окончание – при переходе температуры через  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Проецируют эти температуры на строку «Простой по метеоусловиям» и обозначают даты, *например*: начало – 27 октября, окончание – 17 ноября.

Обозначают период выполнения линейных работ. Для этого в строке «Линейные работы» заштриховывают строку от окончания весенней распутицы до начала осенней распутицы.

Обозначают период выполнения работ с органическими вяжущими. Учитывая, что работы с битумами и материалами на их основе заканчиваются осенью при наступлении температуры  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в строке «Работа с органическими вяжущими» заштриховывают период от окончания весенней распутицы до точки, спроецированной от графика температуры, соответствующей  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Обозначают период выполнения работ с минеральными вяжущими. В строке «Работа с минеральными вяжущими» заштриховывают период от окончания весенней распутицы до начала осенней распутицы.

Обозначают период сосредоточенных работ. В этот период выполняются работы по строительству искусственных сооружений, разработке выемок, работы на болоте, земляные работы, превышающие по объему средний объем на одном километре в 3 и более раза и др. При этом отрицательные температуры положительно сказываются на увеличении прочности грунтов, в результате чего подъемно-транспортные (краны, домкраты, молоты) и землеройно-транспортные машины (экскаваторы, бульдозеры) могут работать на устойчивом основании. В строке «Сосредоточенные работы» заштриховывают период в течение круглого года, за исключением периодов весенней и осенней распутиц.

## 2.3. Характеристика продольного профиля автомобильной дороги

### Задание по подразделу 2.3

1. Представить характеристику продольного профиля автомобильной дороги на основании выданного задания, в которой отразить следующие особенности трассы:

- количество участков дороги, на которых сооружаются насыпи и выемки;
- наибольшую высоту насыпи, привязанной к пикету;
- наибольшую глубину выемки, привязанной к пикету, и объем кювета на выемке (согласно расчету по разделу 1);
- характеристику ситуации (лес, болото, кустарник и т.д.);
- количество дорожных труб, запроектированных на обозначенном участке.

### Пример выполнения

#### Исходные данные

1. Задание по продольному профилю (приложение 1, табл. П.1.2).
2. Протяженность участка – 4 км (табл. П.1.2).
3. Глубина болота – 2 м (табл. П.1.1).

#### Порядок выполнения

1. *Характеризуют продольный профиль автомобильной дороги. Например:* протяженность строящегося участка составляет 4 км. Земляное полотно на участке сооружается

- в виде насыпей:
  - 1) ПК 0...ПК 7;
  - 2) ПК 17...ПК 21;
  - 3) ПК 25...ПК 34;
  - 4) ПК 38...ПК 40;
- и в виде выемок:
  - 1) ПК 8...ПК 16;
  - 2) ПК 22...ПК 24;
  - 3) ПК 35...ПК 37.

Рабочие отметки представляют собой разность между проектной отметкой (красной) и отметкой земли (черной). Отметка, проставленная с положительным знаком, соответствует насыпи, отметка с отрицательным знаком – выемке.

Профильный объем кювета, устраиваемого в выемках с обеих сторон от земляного полотна, согласно расчетам, выполненным в п. 4 раздела 1, равен 530 м<sup>3</sup>. Конструкция кювета представлена на рис. 1.4.

Лес на участке располагается на пикетах ПК 20...ПК 24, ПК 30...ПК 36. Общая протяженность 1000 м. По крупности лес относится к крупному, по густоте – к густому. Диаметр ствола составляет 34 см, диаметр пня – 36 см (результаты представлены в табл. П.1.2).

Кустарник располагается на пикетах ПК 6...ПК 15, ПК 16...ПК 18. Общая протяженность 1100 м. По густоте кустарник относится к редкому (результаты представлены в табл. П.1.2).

Болото имеет протяженность 500 м и располагается на пикетах ПК 25...ПК 30. Глубина болота 2 м (результаты представлены в табл. П.1.1, табл. П.1.2).

Луг, пашня, выгон и неудобье располагаются на пикетах ПК 0...ПК 6, ПК 15...ПК 30, ПК 24...ПК 25, ПК 38...ПК 40, составляя общую протяженность полосы отвода, равную 1400 м. На местности, на которой располагаются луг, пашня, выгон и неудобье, снимается растительный слой с ширины основания насыпи или ширины выемки поверху – с учетом дополнительных полос 2×2 м для работы построечного транспорта.

## **2.4. Определение числа смен полезной работы в расчетный период**

### **Задание по подразделу 2.4**

1. Определить количество рабочих дней по каждому отдельному месяцу.
2. Определить количество рабочих смен за весь период строительства.

### **Пример выполнения**

#### **Исходные данные**

1. Продолжительность строительства – 7 месяцев.
2. Начало строительства – месяц май.

#### **Порядок выполнения**

**1. Определяют количество рабочих дней по каждому отдельному месяцу.** В качестве расчетного срока принимают текущий год. По календарю определяют календарные дни с учетом выходных и праздничных дней. Для определения числа смен полезной работы, в течение которых должен быть построен объект, необходимо учесть выходные и праздничные дни, дни простоев по непредвиденным и климатическим обстоятельствам, простоев машин во время ремонта и технического обслуживания.

Результаты расчетов заносят в табл. 2.5. Таблица начинается с месяца мая согласно исходным данным.

Результаты расчета числа смен полезной работы

Месяц	$D_k$	$D_1$	$D_2$	$D_n$	$D$	$D_n$	$K_{см}$	$D_{рем}$	$D_p$	$D_{p,c}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	31	1,3	7	0,72	1,00	9,02	2,0	3,97	18,31	37
6	30	1,3	5	0,75	1,08	7,05	2,0	4,15	19,02	38
7	31	1,6	4	0,81	1,39	6,42	2,0	4,44	20,36	41
8	31	1,6	5	0,78	1,34	7,26	2,0	4,29	19,59	39
9	30	1,6	4	0,78	1,38	7,38	2,0	4,09	19,75	40
10	31	0,6	4	0,81	0,52	5,41	1,0	2,54	23,13	23
11	30	0,6	6	0,72	0,48	7,32	1,0	2,26	20,54	21
Итого										239

Примечание:  $D_k$  – число календарных дней в месяце;  $D_1$  – количество дождливых дней;  $D_2$  – количество выходных и праздничных дней в месяце;  $D_n$  – число дней простоев машин по непредвиденным причинам;  $D$  – количество дождливых, праздничных и выходных дней;  $D_n$  – сумма дней простоев по всем причинам, кроме ТО и ремонта;  $K_{см}$  – коэффициент сменности;  $D_{рем}$  – затраты на проведение ТО и ремонта;  $D_p$  – количество рабочих дней;  $D_{p,c}$  – количество рабочих смен.

Заполнение табл. 2.5 и расчеты выполняют по следующей схеме, с учетом календарных дней и формул для определения отдельных показателей.

**Столбец 1.** Заполняют месяцы в соответствии с заданием, начиная с месяца, указанного в исходных данных.

**Столбец 2.** На основании календаря проставляют последовательно количество календарных дней в месяце –  $D_k$ , начиная с месяца, указанного в исходных данных.

**Столбец 3.** Определяют количество дождливых дней –  $D_1$ , исходя из того, что на каждый месяц отношение дождливых дней к календарным составляет:

- для I квартала – 0,6, или по 0,2 на месяц;
- для II квартала – 3,9, или по 1,3 на месяц;
- для III квартала – 4,8, или по 1,6 на месяц;
- для IV квартала – 1,8, или по 0,6 на месяц.

**Столбец 4.** По календарю рассчитывают количество выходных и праздничных дней в месяце –  $D_2$ . Расчет ведут с учетом работы в весенне-летне-осеннем периоде с одним выходным в воскресенье.

**Столбец 5.** Определяют число дней простоев машин по непредвиденным причинам –  $D_n$ . Принимают равным 3 % от календарного времени, за вычетом выходных и праздничных дней. Расчет выполняют по формуле

$$D_n = 0,03(D_k - D_2). \quad (2.5)$$

**Столбец 6.** Определяют количество дождливых, праздничных и выходных дней за месяц –  $D$ . Расчет выполняют по формуле

$$D = D_1 \left( 1 - \frac{D_2}{D_k} \right). \quad (2.6)$$

Столбец 7. Определяют количество дней простоев по всем причинам, кроме ТО и ремонта, –  $D_{\text{п}}$ . Расчет выполняют по формуле

$$D_{\text{п}} = D_1 + D_2 + D_{\text{н}}. \quad (2.7)$$

Столбец 8. Устанавливают коэффициент сменности  $K_{\text{см}}$  из расчета, что для I и IV кварталов коэффициент сменности равен 1,0, а для II и III кварталов – 2,0.

Столбец 9. Определяют количество дней, необходимых на проведение ТО и ремонта, –  $D_{\text{рем}}$ . Расчет выполняют по формуле

$$D_{\text{рем}} = \frac{(D_{\text{к}} - D_{\text{п}}) K_{\text{см}} \cdot \Pi_{\text{см}} \cdot P_2}{1 + K_{\text{см}} \cdot \Pi_{\text{см}} \cdot P_2}, \quad (2.8)$$

где  $\Pi_{\text{см}}$  – продолжительность смены, равная 8 ч;  $P_2$  – количество дней нахождения машин в ремонте, приходящееся на 1 ч работы машин, принимают равным 0,0138.

Столбец 10. Определяют количество рабочих дней в каждом месяце –  $D_{\text{р}}$ . Расчет выполняют по формуле

$$D_{\text{р}} = D_{\text{к}} - (D + D_2 + D_{\text{н}} + D_{\text{рем}}). \quad (2.9)$$

Столбец 11. Определяют количество рабочих смен в каждом месяце –  $D_{\text{р.с}}$ . Расчет выполняют по формуле

$$D_{\text{р.с}} = D_{\text{р}} \cdot K_{\text{см}}. \quad (2.10)$$

## **2. Определяют количество рабочих смен за весь период строительства.**

В табл. 2.5 складывают результаты рабочих смен в течение всего периода строительства участка автомобильной дороги (столбец 11). Например, в течение семи месяцев строительства количество рабочих смен составляет 239. В течение этого срока должны быть выполнены подготовительные работы, сооружено земляное полотно. Кроме того, в этот срок входят работы по развертыванию потока, укрепительные работы и устройство присыпной обочины.

На основании выполненной работы получены следующие результаты:

- дана краткая характеристика дорожной сети;
- обоснована необходимость строительства автомобильной дороги;
- представлены характеристики природно-климатических факторов района строительства;
- рассчитаны даты начала и окончания весенней и осенней распутиц;
- построены розы ветров и график климатических характеристик для района строительства;
- дана характеристика продольного профиля дороги;
- рассчитано количество рабочих смен, необходимых для строительства участка автомобильной дороги.

---

# Раздел 3

---

## ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

---

### Введение

*Подготовительными работами* при строительстве земляного полотна называют работы, которые выполняют до начала основных работ по возведению насыпи и разработке выемки и главная цель которых — подготовка местности и полосы отвода к строительству автомобильной дороги.

В состав подготовительных работ входят:

- создание геодезической разбивочной основы;
- восстановление и закрепление трассы дороги;
- перенос коммуникаций;
- расчистка полосы отвода и снятие растительного слоя;
- расчистка территорий, отведенных под карьеры и резервы;
- строительство временных дорог и подъездов к карьерам.

Подготовительные работы подразделяются на внеплощадочные (перенос коммуникаций, строительство временных дорог) и внутриплощадочные (работы, проводимые в пределах полосы отвода).

*Полоса отвода* — это полоса земли, которая предназначена для размещения на ней всех сооружений, относящихся к автомобильной дороге, и ширина которой назначается в зависимости от категории дороги.

### 3.1. Создание геодезической разбивочной основы, восстановление и закрепление трассы, перенос коммуникаций

*Геодезической разбивочной основой* служат знаки, выносимые на местность:

- репёры — знаки, установленные вдоль оси трассы вне зоны земляных работ, обозначающие высотное положение данной точки на местности;
- знаки на прямых участках трассы, устанавливаемые не реже чем через 1 км;
- знаки, закрепляющие углы поворота и главные точки кривых.

*Трасса дороги* — положение оси дороги в пространстве, имеющее две проекции: горизонтальную — *план трассы* и вертикальную — *продольный профиль*. Трассу разбивают на *пикеты* (пикетаж трассы) — точки, имеющие фиксированное высотное положение и располагаемые через 100 м друг от друга или

через меньшее расстояние (плюсовые точки) в зависимости от наличия горизонтальных или вертикальных углов преломления оси трассы.

При *закреплении трассы* выполняют следующие работы:

- вынос на границу полосы отвода геодезических знаков, пикетов и плюсовых точек (рис. 3.1);
- установка дополнительных реперов у насыпей высотой более 3 м и выемок глубиной более 3 м, а также у искусственных сооружений;
- разбивка круговых и переходных кривых (рис. 3.2).

Пикеты выносят под прямым углом к оси трассы и закрепляют столбами или свайками.

Временные реперы и пикеты устраивают в виде столбиков (рис. 3.3).

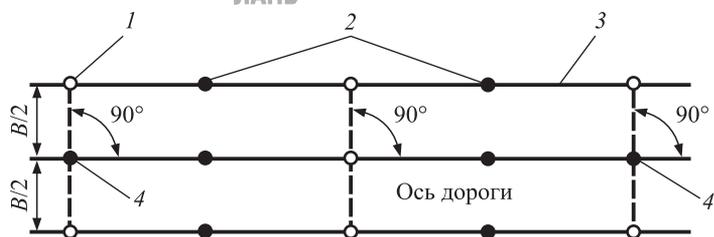


Рис. 3.1. Схема закрепления оси дороги на прямом участке трассы:

1 – выносной столб; 2 – выносные колья; 3 – граница полосы отвода; 4 – четные пикеты (точки со сторожками);  $B$  – ширина полосы отвода

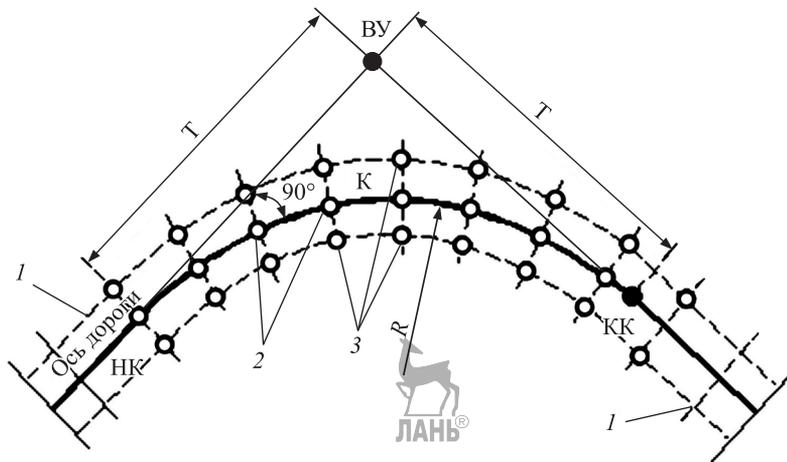


Рис. 3.2. Схема закрепления оси дороги на криволинейном участке трассы:

1 – граница полосы отвода; 2 – пикеты (точка и сторожок с надписью); 3 – выносные столбики с отметками; НК – начало кривой; КК – конец кривой; ВУ – вершина угла;  $T$  – тангенс кривой;  $R$  – радиус кривой;  $K$  – длина криволинейной линии

*Восстановление трассы* выполняют после расчистки полосы отвода. Заключается процедура в проверке и установке геодезических знаков и разметок, нарушенных в процессе выполнения подготовительных работ. Без проведения восстановительных работ невозможно начать выполнение разбивочных работ, касающихся

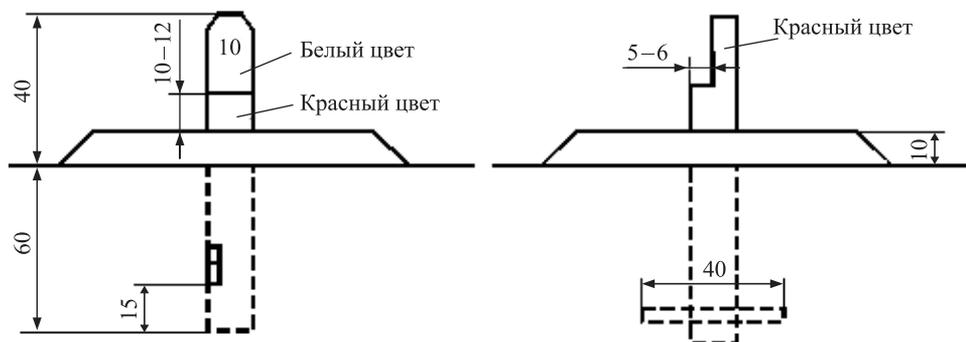


Рис. 3.3. Конструкция дополнительного репера и пикетного столбика

ширины полосы снятия растительного слоя, закрепления ширины земляного полотна понижу, закрепления осей дренажных сооружений, границ кюветов и т.д.

*Перенос коммуникаций* (линий электропередач, трубопроводов, зданий, попадающих в полосу отвода, и др.) выполняют специализированные организации.

### 3.2. Расчистка полосы отвода и снятие растительного слоя

После прокладывания оси дороги и закрепления ее с помощью вешек или кольев откладывают от оси дороги под прямым углом вправо и влево половину ширины полосы отвода и устанавливают вешки. Таким образом, обозначают границы полосы отвода, с которой должны быть убраны деревья, кусты, пни, камни, порубочные остатки, строительный мусор и др. Наибольший объем при подготовительных работах составляет удаление лесной растительности. Расчистка полосы отвода представлена на рис. 3.4.

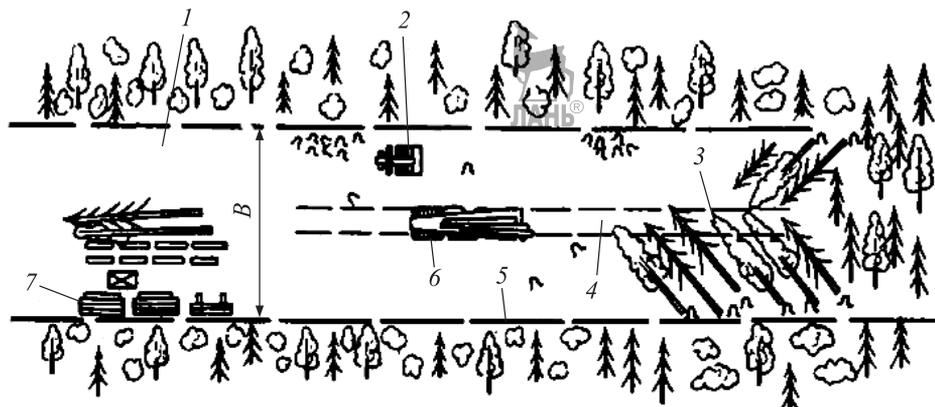


Рис. 3.4. Расчистка полосы отвода от леса:

1 – разделочная площадка; 2 – корчеватель; 3 – поваленные деревья; 4 – трелевочный валок; 5 – граница полосы отвода; 6 – трелевочный трактор; 7 – штабеля сортиментов; B – ширина полосы отвода

Валку деревьев выполняют бензомоторными пилами (рис. 3.5, *а*), а при большом объеме – лесовальными машинами (рис. 3.5, *б*). Трелевку хлыстов к месту разделки на сортименты выполняют трелевочными тракторами (рис. 3.6, *а*), корчевку пней – корчевателями (рис. 3.6, *б*), а при небольших объемах допускается производить корчевку экскаватором, а срезку пней вровень с землей – мульчерами (рис. 3.7, *а*). Срезку кустарника и мелколесья при толщине ствола 10...15 см производят кусторезами (рис. 3.7, *б*).

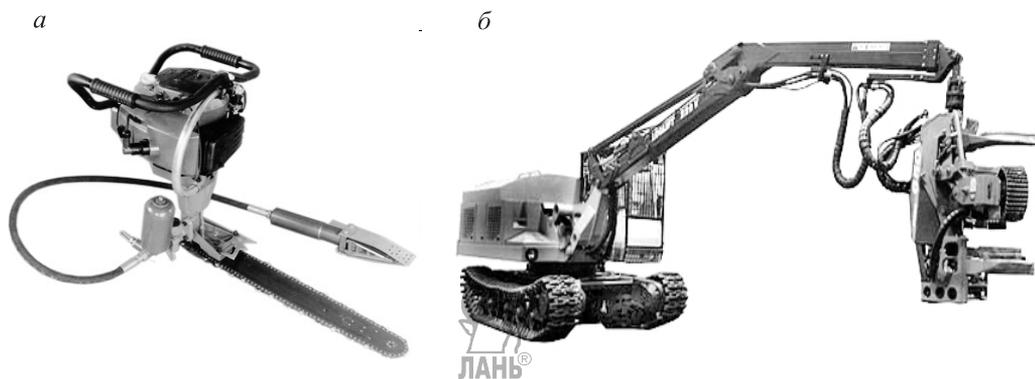


Рис. 3.5. Механизмы для валки деревьев:  
*а* – бензомоторная пила; *б* – лесовальная машина

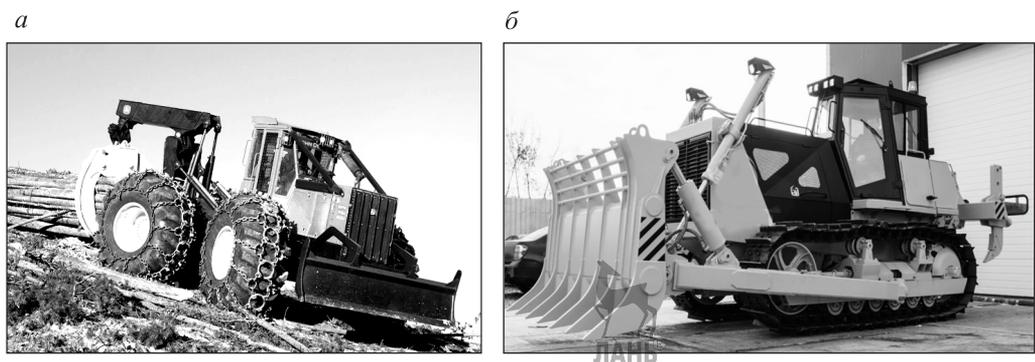


Рис. 3.6. Механизмы для очистки полосы отвода:  
*а* – трелевочный трактор; *б* – корчеватель-собиратель

Пни выкорчевывают при высоте насыпи до 2 м и оставляют в основании земляного полотна при высоте насыпи более 1,5 м на дорогах III..VI категорий (п. 8.2.6 ТКП 059-2012). При насыпях от 1,5 до 2 м пни срезают вровень с землей, а при насыпи более 2 м – на высоте 10 см от земли. Ямы, оставшиеся после корчевания пней, засыпают с послойным уплотнением. Крупные камни сдвигают за пределы полосы отвода бульдозером.

Объемы работ по валке леса устанавливают в соответствии с НРР 8.03.101-2017 (п. 1.54 табл. 7). Согласно нормативам объем древесины, получаемый с 1 га леса, принимают в зависимости от густоты леса, его крупности, диаметра ствола и пня (табл. 3.1).



Рис. 3.7. Механизмы для срезки пней и кустарника:  
*a* – мульчер; *б* – кусторез



Таблица 3.1

Число деревьев, растущих на 1 га, в зависимости от характеристики леса

Крупность леса	Диаметр, см		Густота леса	Число деревьев на 1 га
	ствола	пня		
Крупный	Более 32	Более 34	Густой	300
			Средней густоты	190
			Редкий	70
Средней густоты	До 32	До 34	Густой	530
			Средней густоты	350
			Редкий	170
Мелкий	До 24	До 26	Густой	960
			Средней густоты	600
			Редкий	420
Очень мелкий	До 16	До 18	Густой	1550
			Средней густоты	1000
			Редкий	570

После расчистки полосы отвода на территории, занятой лесом, проводят восстановление геодезических знаков, если они были нарушены, осевой линии трассы, разбивочных точек кривых. Растительный грунт на территории, занятой лесом, и на болоте не удаляют. Почвенный слой удаляют на территориях, занятых пашней, лугом, выгоном, неудобьем (участок местности, неудобный для механизированной обработки почвы).

Для определения ширины полосы снятия растительного слоя определяют ширину земляного полотна понизу (раздел 1, формула (1.2)) и прибавляют по 2 м с каждой стороны для работы построечного транспорта. Вначале границу полосы снятия растительного слоя обозначают колышками, которые устанавливают через 20...25 м, а затем автогрейдер пропахивает небольшую канаву.

Растительный слой почвы снимают бульдозером, при этом в зависимости от ширины полосы снятия растительного грунта применяют способы:

- при ширине до 25 м – челночный (рис. 3.8, *а*);
- при ширине 25...40 м – поперечный от оси в каждую сторону (рис. 3.8, *б*);
- при ширине 40 м и более – продольно-поперечный (рис. 3.8, *в*);
- при разработке глубоких выемок, когда полоса имеет ширину 30...40 м и более, – поперечно-участковый (рис. 3.8, *г*).

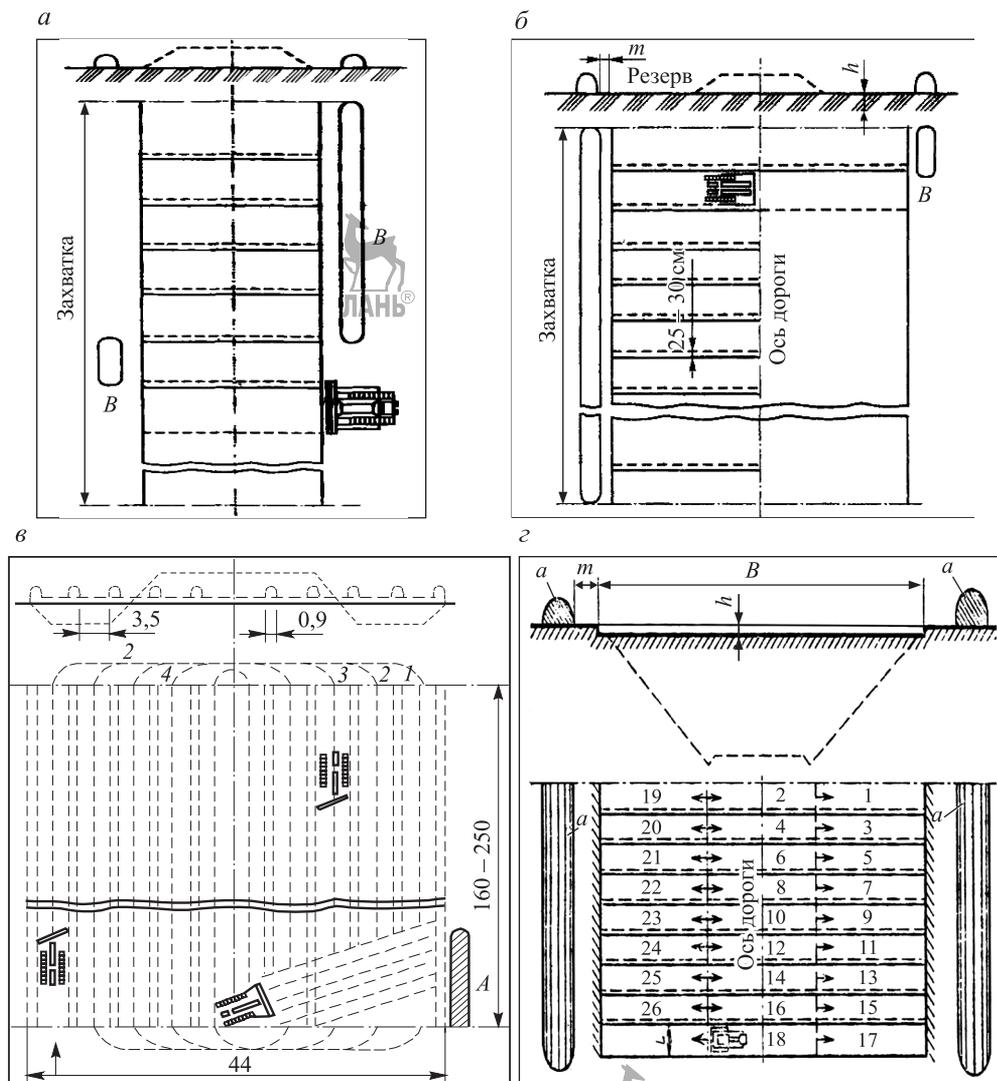


Рис. 3.8. Схемы снятия плодородного слоя почвы:

*а* – челночным способом при ширине полосы до 25 м; *б* – поперечным способом от оси в каждую сторону при ширине полосы более 25 м; *в* – продольно-поперечным способом при ширине полосы более 40 м, 1, 2, 3, 4 – продольные проходы автогрейдера; *г* – поперечно-участковым способом для разработки выемки, 1...26 – последовательность полос снятия растительного грунта; *A, B* – валы растительного грунта; *m* – расстояние, обеспечивающее продольный проход землеройных машин; *h* – толщина снимаемого слоя растительного грунта

Толщина снимаемого слоя составляет:

- на задернованных участках – 8...12 см;
- на пахотных землях – 15...18 см.

Аналогичными способами расчищают территорию под карьеры и резервы.

После снятия растительного слоя восстанавливают осевую линию дороги и производят разбивочные работы.

### 3.3. Разбивка земляного полотна

Разбивочные работы проводят по этапам: вначале выполняют привязку и закрепление трассы к опорной сети, а затем производят детальную разбивку сооружения.

При разбивке насыпей колышки с высотными отметками должны находиться на оси насыпи и на бровке, фиксируя разбивочную и проектную отметки. Эти отметки дублируются соответствующими колышками или вешками на обрезах, за пределами резервов (рис. 3.9).

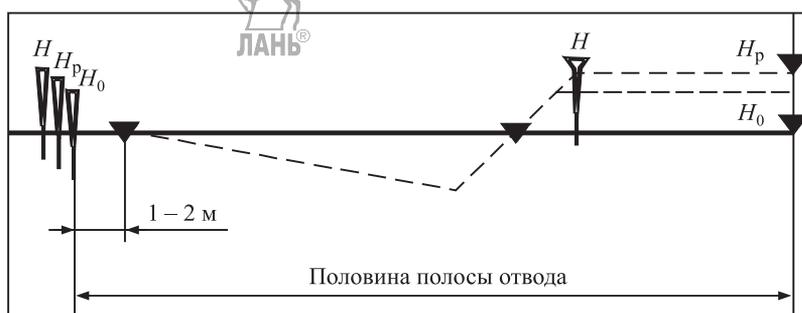


Рис. 3.9. Схема разбивки насыпи и резерва:

$H$  – отметка насыпи на бровке, м;  $H_p$  – разбивочная отметка по оси насыпи, м;  $H_0$  – проектная отметка по оси насыпи, м;  $\nabla$  – основание насыпи и граница резерва обозначены пропаханной канавкой

Разбивочные работы включают:

- разбивку границ подошвы земляного полотна (рис. 3.10, а);
- разбивку круговых и переходных кривых (см. рис. 3.2);
- разбивку земляного полотна на косогоре;
- разбивку выемок (рис. 3.10, б).

Отметки на оси закрепляют забитыми кольями, вехами-визирками или колышками с выносами за пределы зоны работ землеройно-транспортных машин. На прямых участках колья и вехи располагаются на расстоянии не менее чем через 100 м, а на кривых – не менее чем через 10 м. Вехи-визирки – это деревянные колья с обозначением на них определенной высоты, соответствующей толщине отсыпки грунта в насыпи. Их устанавливают таким образом, чтобы они не мешали движению землеройно-транспортной техники (как правило, по осевой линии) и одновременно постоянно показывали высоту отсыпаемой насыпи.

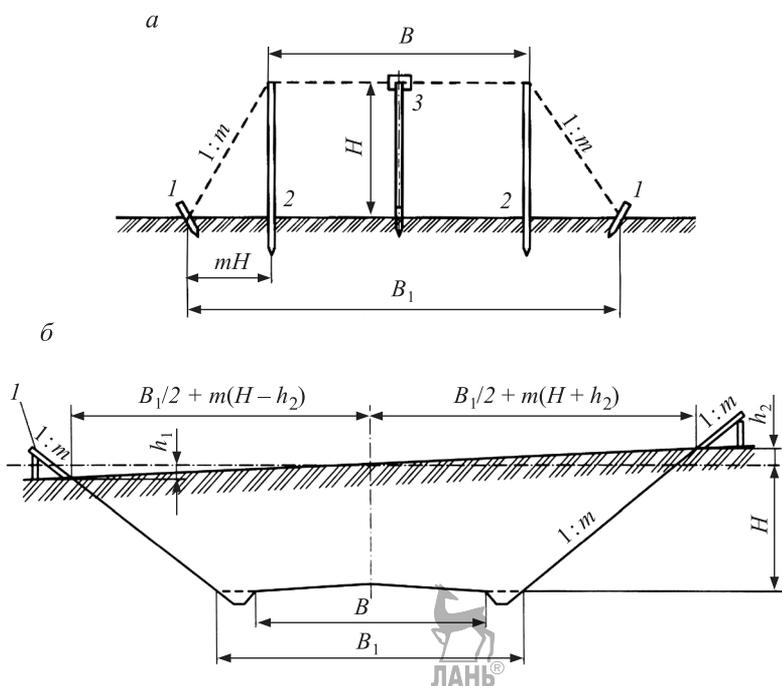


Рис. 3.10. Разбивка земельного полотна:

*a* – в насыпи: 1 – колья; 2 – вешки; 3 – визирка; *b* – в выемке на косогоре: 1 – откосное лекало;  $B$  – ширина земельного полотна;  $B_1$  – ширина земельного полотна с кюветами в выемке;  $h_1$  – превышение осевой точки над нижней поверхностью выемки;  $h_2$  – превышение верхней точки поверхности выемки над осевой точкой;  $H$  – глубина выемки

Углы поворота трассы закрепляют вкопанными угловыми столбами (диаметр столба не менее 0,1 м, высота 0,5...0,7 м), которые располагаются на продолжении биссектрисы угла на расстоянии 0,5 м от его вершины.

### 3.4. Строительство временных дорог

Объездные дороги строят при переносе автомобильного потока, в случае закрытия движения на строящемся или реконструируемом участке. Подъездные дороги строят для подвоза материалов и техники к строящемуся участку. Такие дороги должны обеспечить круглогодичное транспортное движение, а дорожная одежда рассчитана на действующую осевую нагрузку. Лучше всего этим требованиям удовлетворяют сборные покрытия (сплошные или колеянные покрытия из цементобетонных плит).

Подъездные и внутриобъектные дороги обеспечивают перевозку материалов на период строительства. Временные дороги устраивают, если движение транспортных средств осуществляется за пределами полосы отвода, а перевозка грузов (например, грунта для отсыпки насыпи) по дорогам общего пользования невозможна или нецелесообразна. Ширина проезжей части временных автомобильных дорог зависит от грузоподъемности автомобиля:

- при грузоподъемности до 12 т:
  - при двухстороннем движении – 7,0 м;
  - при одностороннем движении – 4,0 м;
- при грузоподъемности свыше 12 т – определяется расчетным путем.

Ширина обочины должна быть не менее 1 м, а в стесненных условиях – не менее 0,5 м. Продольный уклон составляет не более 80 ‰, а при кольцевом движении для порожнего направления – не более 120 ‰. При затяжных уклонах через каждые 600 м устраивают вставки длиной 50 м с уклоном не более 30 ‰.

На временных дорогах создают грунтовое (как вариант, улучшенное) покрытие с профилированием (рис. 3.11, а) или сборное (колейного типа из сборных железобетонных плит) (рис. 3.11, б) покрытие.



Рис. 3.11. Временные дороги:  
а – грунтовые профилированные; б – колейные из сборных железобетонных плит

### Задание по разделу 3

1. Представить характеристику подготовительных работ и начертить схемы:

- закрепления оси дороги на прямолинейном и криволинейном участках;
- расчистки дорожной полосы от леса;
- снятия плодородного слоя грунта;
- разбивки насыпи и выемки.

2. Рассчитать объем подготовительных работ.
3. Определить число смен для подготовительных работ.
4. Рассчитать ресурсы для выполнения подготовительных работ.
5. Произвести комплектование специализированных звеньев.

### Пример выполнения

#### Исходные данные

1. Протяженность строящегося участка – 4 км (приложение 1, табл. П.1.2).

2. Ситуация: территория, занятая лесом, кустарником, пашней, лугом, неудобьем, — в соответствии с заданием (табл. П.1.2).

3. Характеристика болота: месторасположение, глубина — в соответствии с заданием (табл. П.1.1, табл. П.1.2).

4. Категория дороги — II (табл. П.1.1).

## Порядок выполнения

**1. Дают характеристику подготовительных работ и чертят схемы.** Характеристику подготовительных работ приводят на основании материала, изложенного в подразделах 3.1...3.4. Для глубокой проработки данного вопроса можно использовать материал ТКП 200-2018 «Автомобильные дороги. Земляное полотно. Правила проектирования», ТКП 313-2011 «Автомобильные дороги. Земляное полотно. Правила устройства» и ТКП 45-3.03-19-2006 «Автомобильные дороги. Нормы проектирования».

По подразделу 3.1 «Создание геодезической разбивочной основы, восстановление и закрепление трассы, перенос коммуникаций» составляют краткую аннотацию теоретической части и выполняют иллюстрации, приведенные на рис. 3.1 и рис. 3.2.

По подразделу 3.2 «Расчистка полосы отвода и снятие растительного слоя» составляют краткую аннотацию теоретической части и выполняют иллюстрации, приведенные на рис. 3.3 и рис. 3.4. Схему 3.4 выбирают в зависимости от результата расчета в разделе 1 (формула (1.2)) плюс 4 м (по 2 м с каждой стороны).

*Например.* При расчете основания земляного полотна при высоте насыпи, равной 3,69 м, ширина земляного полотна понизу составила 27,89 м. Прибавляя по 2 м с каждой стороны основания для прохода землеройной техники, получают ширину полосы снятия плодородного слоя, равную  $27,89 + 2 \cdot 2 = 31,89$  м.

При такой ширине полосы способ снятия плодородного слоя почвы — поперечный от оси в каждую сторону (чертят схему, см. рис. 3.8, б).

По подразделу 3.3 «Разбивка земляного полотна» составляют краткую аннотацию теоретической части, которую дополняют схемами по разбивке земляного полотна в насыпи и выемке (см. рис. 3.10).

По подразделу 3.4 «Строительство временных дорог» характеризуют назначение временных дорог и приводят технические данные по ширине проезжей части и уклонам.

**2. Рассчитывают объем подготовительных работ.** При выполнении этого раздела руководствуются «Нормативами расхода ресурсов в натуральном выражении на строительные конструкции и работы. Сборник 1. Земляные работы. (НРР 8.03.101-2017)».

При определении ширины полосы отвода учитывают положения Закона Республики Беларусь «Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности» от 28 августа 2013 г. Согласно этому Закону (статья 23) «размеры полосы отвода определяются на основании проектной документации автомобильной дороги с учетом ее категории, но не должны составлять менее двух метров с каждой

стороны автомобильной дороги от подошвы насыпи или внешней бровки выемки (кювета)». Размеры полосы отвода приведены в табл. 3.2.

Размеры полосы отвода

Таблица 3.2

№ п/п	Категория дороги	Размеры полосы отвода	
		от оси в обе стороны	общая ширина
1	I	32	64
2	II	16	32
3	III	14	28
4	IV	13	26
5	V	12	24

Учитывая, что при срезке кустарника и мелколесья в грунтах естественного залегания затраты труда машинистов (в чел.-ч) и механизмов (в маш.-ч) принимаются в зависимости от площади, объем расчистки трассы от кустарника исчисляются в гектарах (га). *Гектар* – единица измерения площади, равная площади квадрата со стороной 100 м. 1 га = 10 000 м<sup>2</sup> = 100 соток = 0,01 км<sup>2</sup>.

На основании исходных данных (табл. П.1.2, приложение 1) заполняют ведомость объемов подготовительных работ (табл. 3.3).

Ведомость объемов подготовительных работ

Таблица 3.3

№ п/п	Характеристика полосы отвода	Пикетное положение		Длина участка, м	Ширина полосы отвода, м	Площадь, га	Число деревьев на 1 га, шт.	Количество деревьев, шт.
		от ПК	до ПК					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Лес крупный, густой, шт.	20+00	24+00	400 3-й км – нас. + выем.	32	3,2	300	960
		30+00	36+00	600 нас. + выем.				
2	Корчевка пней, шт.	20+00	24+00	400 4-й км – нас. + выем.	32	3,2	300	960
		30+00	36+00	600 нас. + выем.				
3	Засыпка ям после корчевки, га	20+00	24+00	400	32	3,2		
		30+00	36+00	600				
4	Кустарник, га	6+00	15+00	900 нас. + выем.	32	3,52	–	–
		36+00	38+00	200 нас. + выем.				
5	Удаление растительного слоя, га	0+00	6+00	600 1-й км – нас.	32	1,92	Общая площадь, Σ 4,24	–
		15+00	20+00	500 3-й км – нас. + выем.	29	1,45		
		24+00	25+00	100 3-й км – нас.	31	0,31		
		38+00	40+00	200 4-й км – нас.	28	0,56		

2.1. *Например.* Лес растет на двух участках вдоль трассы (подраздел 2.3, табл. П.1.2 приложения 1) протяженностью 1000 м. Характеризуется лес по густоте – густой, по крупности – крупный, диаметр ствола 34 см, диаметр пня 36 см. Ширина полосы отвода для дороги II категории – 32 м (см. табл. 3.2). Площадь срезаемых деревьев рассчитывают путем умножения длины участка на ширину полосы. Для перевода м<sup>2</sup> в гектары (га) применяют выражение

$$S_{\text{лес}} = \frac{L_{\text{лес}} \cdot h_{\text{лес}}}{10\,000} \text{ га}, \quad (3.1)$$

где  $L_{\text{лес}}$  – протяженность участка, занимаемого лесом, м;  $h_{\text{лес}}$  – ширина участка, занимаемого лесом, м; 10 000 – перевод из м<sup>2</sup> в га.

$$S_{\text{лес-1}} = 400 \cdot 32 = 12\,800 \text{ м}^2 : 10\,000 = 1,28 \text{ га};$$

$$S_{\text{лес-2}} = 600 \cdot 32 = 19\,200 \text{ м}^2 : 10\,000 = 1,92 \text{ га};$$

$$S_{\text{лес общ}} = 1,28 + 1,92 = 3,2 \text{ га}.$$

Число деревьев на 1 га принимают из табл. 3.1 (*например*, 300 деревьев).

Количество деревьев, подлежащих спиливанию, определяют путем умножения площади в гектарах на число деревьев на 1 га (*например*, 3,2 га · 300 = 960 шт.).

2.2. Корчевку пней планируют произвести на всей площади, занимаемой лесом. Следовательно, для этой статьи расчет принимают такой же, как и для валки леса (выражение (3.1)).

2.3. При засыпке ям после корчевки затраты труда машинистов (в чел.-ч) и механизмов (в маш.-ч) принимают в зависимости от площади, измеряемой в га (выражение (3.1)).

2.4. Срезку кустарника выполняют на площади полосы отвода, на которой произрастает кустарник, поэтому расчет ведут так же, как и для определения площади срезаемых деревьев (выражение (3.1)).

$$S_{\text{куст-1}} = 900 \cdot 32 = 28\,800 \text{ м}^2 : 10\,000 = 2,88 \text{ га};$$

$$S_{\text{куст-2}} = 200 \cdot 32 = 6\,400 \text{ м}^2 : 10\,000 = 0,64 \text{ га};$$

$$S_{\text{куст общ}} = 2,88 + 0,64 = 3,52 \text{ га}.$$

2.5. Удаление растительного слоя производят на площадях, занятых пашней, выгоном, лугом и неудобьем. На основании исходных данных (табл. П.1.2) заполняют пикетное положение (столбцы 3 и 4 табл. 3.3) (*например*, ПК0+00... ПК6+00; ПК15+00...ПК20+00; ПК24+00...ПК25+00; ПК38+00...ПК40+00). На основании пикетов заполняют протяженность участков, подлежащих снятию растительного слоя. По данным пикетов определяют протяженность участков (*например*, 600, 500, 100, 200 м). Результаты записывают в столбец 5 табл. 3.3.

Для определения ширины полосы снятия растительного слоя грунта выполняют расчеты, результаты которых заносят в табл. 3.4. Заполнение табл. 3.4 производят по следующей схеме.

Результаты расчета ширины полосы снятия растительного слоя

№ участка	Длина участка, м	Вид земляного полотна		Ширина поверху $B^I$ , м (формула (1.1))	Ширина понизу $B^{II}$ (формула (1.2))	Ширина с учетом полос $B^{II}+2\cdot 2$	Ширина снятия растительного слоя, м
		высота насыпи, м	глубина выемки, м				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	600	3,69	—	15,94	27,89	31,89	32,00
2	500	2,42	В расчет не принимают	15,94	24,41	28,41	29,00
3	100	2,97	—	15,94	26,33	30,33	31,00
4	200	2,11	—	15,94	23,32	27,32	28,00

*Столбец 2.* Длину участков переносят из столбца 5 табл. 3.3.

*Столбцы 3 и 4.* На основании исходных данных (табл. П.1.2) и табл. 1.3 раздела 1 переносят средние значения высоты насыпи и глубины выемки на тех участках, на которых планируется снятие растительного слоя грунта.

*Столбец 5.* Ширину поверху определяют из выражения (1.1) раздела 1. Эта величина для всех участков одинакова (*например*, 15,94 м).

*Столбец 6.* Ширину понизу определяют из выражения (1.2) раздела 1 с учетом высоты насыпи (столбец 3) и глубины выемки (столбец 4).

*Столбец 7.* Определяют ширину полосы насыпи понизу с учетом 2 м с каждой стороны от основания насыпи.

*Столбец 8.* Предыдущие значения округляют в большую сторону и получают ширину снятия растительного слоя грунта. Полученные значения переносят в столбец 6 табл. 3.3.

Таким образом, на первом участке ширина снятия растительного слоя равна ширине полосы отвода и составляет 32 м; на втором участке – 29 м; на третьем участке – 31 м; на четвертом участке – 28 м.

Определяют площадь снятия растительного слоя грунта в га для каждого участка, например:

$$S_{p,гр-1} = 600 \cdot 32 = 19\,200 \text{ м}^2 : 10\,000 = 1,92 \text{ га.}$$

Общая площадь (столбец 7 табл. 3.3) составляет:

$$S_{p,гр} = 1,92 + 1,45 + 0,31 + 0,56 = 4,24 \text{ га.}$$

**3. Определяют число смен для подготовительных работ.** Устанавливают продолжительность подготовительных работ с таким расчетом, чтобы они опережали работы по строительству дорожных труб и возведению земляного полотна. Обычно подготовительные работы по времени занимают 6...10 %, при строительстве автомобильных дорог эта цифра составляет 8 % от числа смен полезной работы –  $D_{p,c}$ . В разделе 2 определено число смен полезной работы (см. табл. 2.5) за расчетный период, продолжительность которого приведена в исходных данных. В результате число смен, необходимых для проведения подготовительных работ, определяют из выражения

$$D_{p.c} \cdot 0,08 = 239 \cdot 0,08 = 19 \text{ смен.} \quad (3.2)$$

**4. Рассчитывают ресурсы для выполнения подготовительных работ.** Для систематизации расчетных данных составляют таблицу, в которой помещают все виды работ, проводимых в подготовительный период (табл. 3.5). В столбце 2 таблицы приводят наименование производственных процессов от валки деревьев до удаления растительного слоя. В верхней графе (шапке таблицы) помещают: объем работ, источник норм, расход ресурсов для рабочей силы и для машин, используемых на подготовительных работах. Следует заметить, что при подготовительных работах принимают два бульдозера, которые используют в зависимости от сложности и объема выполняемых работ:

- бульдозер мощностью 79 кВт – для засыпки ям после корчевки пней;
- бульдозер мощностью 96 кВт – для удаления растительного слоя грунта.

Объем работ принимают в соответствии с ведомостью объемов подготовительных работ (см. табл. 3.3) (например, расчетный объем работ на валке леса составляет 9,6 при единицах измерения 100 шт.). Необходимо учитывать, что нормы расхода в НРР 8.03.101-2017 приведены для следующих единиц измерения:

- для валки деревьев, трелевки, разделки хлыстов и корчевки пней – из расчета на 100 деревьев;
- расчистки трассы от кустарника – из расчета на 1 га;
- засыпки ям после корчевки – на 100 ям;
- удаления растительного слоя – на 1000 м<sup>3</sup>.

При расчете ресурсов в столбце 5 табл. 3.5 ставят код ресурса согласно НРР 8.03.101-2017, по которому взята норма расхода.

Нормативные показатели сметных норм и расценок исчисляются на 1 маш.-ч среднесменного времени эксплуатации машин, которое включает:

- время выполнения технологических операций, в том числе время перемещения машин с базы механизации на строительную площадку (или со строительной площадки на базу механизации) для машин на автомобильном шасси;
- время замены быстроизнашивающихся частей, режущего инструмента и сменной (рабочей) оснастки;
- время перемещения машин по фронту работ в пределах строительной площадки;
- время технологических перерывов при выполнении строительно-монтажных работ;
- время подготовки машин к работе и их сдачи по окончании работы;
- время на ежесменное техническое обслуживание машин;
- перерывы в работе машиниста, регламентируемые законодательством о труде.

Требуемое количество рабочих-строителей, выполняющих отдельные операции, или количество механизмов, задействованных при выполнении данного вида работ, определяют из выражения

$$N_{\text{чел. (маш)}} = \frac{\text{треб. чел.-ч (маш.-ч)}}{\text{количество смен} \cdot \text{продолжительность смены}} = \text{чел. (маш.).} \quad (3.3)$$

Ведомость

Номер строки	№ п/п	Наименование производственных процессов	Объем работ		Источник норм 8-03-101-2017	Требуемые ресурсы									
			ед. изм.	кол-во (табл. 3.2)		Рабочая сила			Машины и оборудование						
						норма времени	требуется		Мотопила			Трелевочный трактор 79 кВт (108 л.с.)			
							чел.-ч	чел.-ч	чел.	н. вр.	требуется		н. вр.	требуется	
										маш.-ч	маш.-ч	маш.	маш.-ч	маш.-ч	маш.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1	1	Валка деревьев диаметром 34 см	100 шт.	9,6	Е 1-191-6	23,84	228,8 (4,6)	-	1,35	12,96 (4,9)					
2		Итого					228,8	1,5		12,96	0,08				
3	2	Трелевка деревьев с диаметром ствола 34 см	100 шт.	9,6	Е 1-192-6	21,28	204,3					12,21	117,2		
4		Итого					204,3	1,3					117,2	0,8	
5	3	Разделка хлыстов диаметром 34 см	100 шт.	9,6	Е 1-193-7	93,62	898,7		8,97	86,1					
6		Итого					898,7	5,9		86,1	0,6				
7	4	Корчевка пней диаметром 36 см	100 шт	9,6	Е 1-197-3										
8		Итого													
9	5	Расчистка трассы от кустарника редкого	1 га	3,52	Е 1-203-3 1-205-3 1-207-3										
10		Итого													
11	6	Засыпка ям после корчевки пней	100 ям	9,6	Е 1-199-1										
12		Итого													
13	7	Удаление растительного слоя бульдозером мощностью 96 кВт (130 л.с.) с перемещением до 20 м	1000 м <sup>3</sup>	42400 × 0,12 = 5,0	Е 1-25-2 (7,92) Е 1-25-10 (6,27) Σ14,19										
14		Итого													
15		Всего						8,7			0,68			0,8	
		Округленные цифры						9			1			1	



Расчет ресурсов выполняют в следующем порядке.

4.1. Определяют нормы времени в чел.-ч при валке деревьев определенного диаметра (*например*, диаметр ствола 34 см) мягких или твердых пород. Для этого по НРР 8.03.101-2017 открывают раздел 07 «Подготовительные работы, связанные с валкой леса и расчисткой площадей и трасс» (табл. 1-191) и по наименованию работ выбирают необходимый номер норматива Е1-191-1... Е1-191-12 (*например*, Е1-191-6, согласно которому затраты труда рабочих на валке деревьев мягких пород с диаметром ствола более 32 см составляют 23,84 чел.-ч). Полученное значение записывают в столбец 6 строки 1.

*Человеко-час* – фактическое время работы рабочего-строителя, измеренное в часах.

4.2. Определяют количество чел.-ч, необходимое для выполнения всего объема по валке леса. Для этого объем работ умножают на полученную норму времени (*например*,  $9,6 \cdot 23,84 = 228,8$  чел.-ч; т.е. столбец 4 умножают на столбец 6) и записывают в столбец 7.

4.3. Определяют норму времени для механизма, используемого на валке леса. Согласно тому же нормативу (Е1-191-6) валка леса выполняется механической пилой, для которой норма расхода составляет 1,35 маш.-ч.

*Машино-час* – фактическое время работы трактора, машины, механизма или оборудования, измеренное в часах.

4.4. Определяют количество маш.-ч, необходимое для выполнения валочных работ. Для этого объем работ умножают на полученную норму времени (*например*,  $9,6 \cdot 1,35 = 12,96$  маш.-ч; т.е. столбец 4 умножают на столбец 9) и записывают в столбец 10.

4.5. Числа, стоящие в столбцах 7 и 10, переносят в строку «Итого» (строка 2 табл. 3.5).

4.6. Определяют количество рабочих-строителей, выполняющих отдельные виды работ, и количество машин из выражения

$$N_{\text{чел}} = \frac{\text{треб. чел.-ч}}{\text{количество смен} \cdot \text{продолжительность смены}} = \frac{228,8}{19 \cdot 8} = 1,5 \text{ чел.};$$

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{\text{количество смен} \cdot \text{продолжительность смены}} = \frac{12,96}{19 \cdot 8} = 0,08 \text{ маш.},$$

где в числителе ставят цифру из столбца 7 или 10 (*например*, 228,8 чел.-ч или 12,96 маш.-ч); в знаменателе – количество смен принимают из расчета числа смен, необходимых для проведения подготовительных работ (формула (3.2)) (*например*, 19 см); продолжительность смены – 8 ч.

Полученные цифры ставят в строку «Итого» (строка 2 табл. 3.5) столбца 8 и столбца 11.

На основании проведенных вычислений разработан алгоритм, включающий последовательность вычисления ресурсов, необходимых для выполнения определенного объема работ (рис. 3.12).

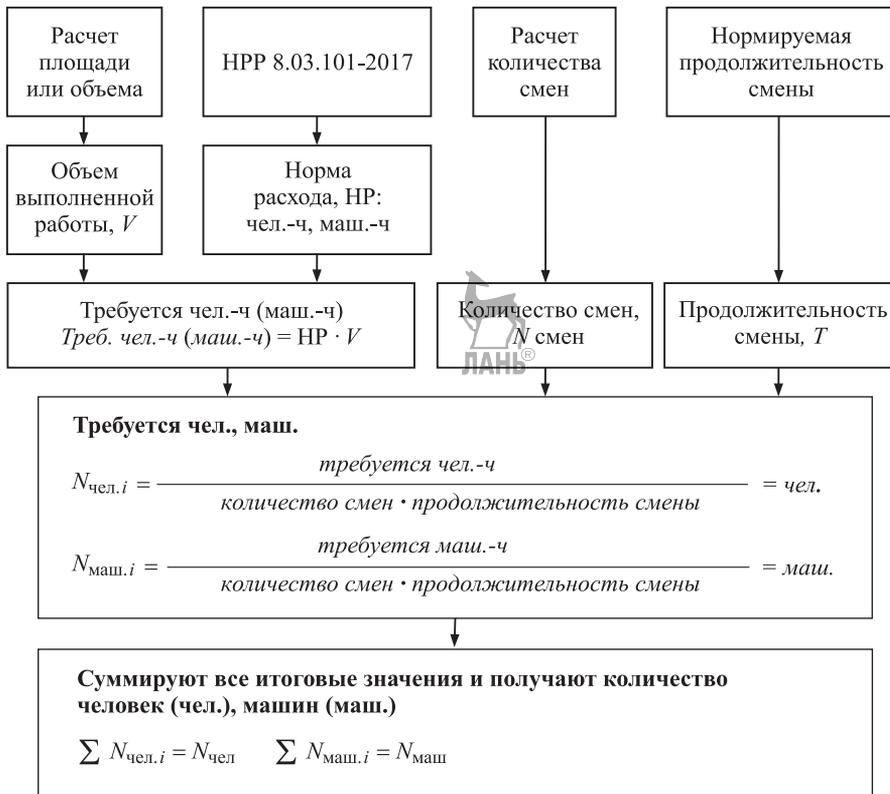


Рис. 3.12. Алгоритм вычисления ресурсов

4.7. Трелевка деревьев. Объем работ принимают такой же, как и для валки деревьев (см. табл. 3.3) (например, расчетный объем работ на трелевке деревьев составляет 9,6).

4.8. Определяют нормы времени в чел.-ч при трелевке деревьев. Для этого по табл. 1-192 «Трелевка древесины» из номеров норматива Е1-192-1...Е1-192-12 для трелевки на расстояние до 300 м и более тракторами мощностью 59 и 79 кВт выбирают необходимый номер (например, для трелевочного трактора мощностью 79 кВт при трелевке деревьев с диаметром ствола свыше 30 см норма расхода составила (Е1-192-6)):

- затраты рабочих – 21,28 чел.-ч (столбец 6);
- норма эксплуатации трелевочного трактора – 12,21 маш.-ч (столбец 12).

4.9. Определяют количество чел.-ч и маш.-ч, необходимое для выполнения всего объема по трелевке деревьев. Для этого объем работ умножают на полученные нормы времени (столбец 4 умножают на столбец 6 или 12) и записывают в столбцы 7 и 13.

Полученные значения переносят в строку «Итого» (строка 4 табл. 3.5).

4.10. Определяют количество рабочих-строителей и машин, необходимое для выполнения этого вида работ. По формуле (3.3) рассчитывают число

человек и тракторов и записывают в строку «Итого» (строка 4 табл. 3.5) столбца 8 и столбца 14.

4.11. Аналогичным образом рассчитывают показатели для разделки хлыстов с помощью мотопилы. Для этого по табл. 1-193 из нормативов Е1-193-1... Е1-193-14 разделки древесины, полученной от валки леса мягких и твердых пород, выбирают номер норматива (*например*, Е1-193-7 по разделке древесины, полученной от валки мягких пород с диаметром ствола более 32 см). Для этого норматива норма расхода затрат труда рабочих составила 93,62 чел.-ч, а норма эксплуатации пилы механической – 8,97 маш.-ч.

4.12. По тому же алгоритму (рис. 3.12) объем умножают на норму расхода, определяют количество рабочих-строителей и количество механизмов.

4.13. Норму расхода на корчевке пней в грунтах естественного залегания корчевателями-собирающими на тракторе мощностью 79 и 118 кВт с перемещением пней до 5 м и более принимают по номерам нормативов Е1-197-1... Е1-197-9 (табл. 1-197). В нашем случае на корчевке пней задействован корчеватель-собирающий мощностью 79 кВт. Расчеты ведут по следующей схеме (*например*):

- норма расхода для корчевки пней диаметром 36 см (более 32 см) с перемещением пней до 5 м, взятая по Е1-197-3, составила для корчевателя-собирающего 7,1 маш.-ч;

- полоса отвода для II категории равна 32 м (см. табл. 3.1), но, учитывая, что работы ведутся от осевой линии к границам полосы отвода, расстояние перемещения пней от осевой линии до границы полосы отвода составит 16 м;

- добавляют на каждые последующие 10 м корчевки и перемещения пней в грунтах естественного залегания корчевателем-собирающим на тракторе мощностью 79 кВт пней диаметром свыше 32 см (Е1-197-6) норму расхода 1,23 маш.-ч;

- определяют общую норму расхода, которая составит:  $7,1 + 1,23 = 8,33$  маш.-ч. Ставят эту норму в столбец 15.

Дальнейшие расчеты ведут по общепринятой схеме:

- умножают норму времени на объем работ – результат вычисления ставят в столбец 16;

- переносят эту цифру в строку «Итого» (строка 8 табл. 3.5);

- по выражению (3.3) определяют количество машин и ставят в столбец 17.

4.14. На расчистке трассы от кустарника задействованы следующие механизмы:

- корчеватель-собирающий, смонтированный на тракторе мощностью 79 кВт;

- трактор мощностью 79 кВт;

- грабли кустарниковые;

- кусторез навесной на тракторе мощностью 79 кВт.

Определяют нормы расхода затрат труда при расчистке трассы от кустарника. При этом виде деятельности выполняют следующие работы:

- срезку кустарника и мелкокося в грунтах естественного залегания (табл. 1-203, номера нормативов Е1-203-1...Е1-203-9) выполняют навесным

кусторезом на тракторе мощностью 79 кВт. *Например*, норма эксплуатации при срезке редкого кустарника (Е1-203-3) составляет 1,51 маш.-ч. Полученную норму записывают для навесного кустореза (столбец 24) и для трактора (столбец 27);

- сгребание срезанного и выкорчеванного кустарника и мелкоколосья кустарниковыми граблями (табл. 1-207, номера нормативов Е1-207-1...Е1-207-12) выполняют навесными граблями на тракторе мощностью 79 кВт. *Например*, норма эксплуатации на сгребании редкого кустарника Е1-207-3 составляет 2,2 маш.-ч. Полученную норму записывают для навесных граблей (столбец 18) и для трактора на гусеничном ходу 79 кВт (столбец 27).

Корчевку кустарника и мелкоколосья в грунтах естественного залегания (табл. 1-205, номера нормативов Е1-205-1...Е1-205-6) выполняют корчевателем-собирателем на тракторе мощностью 79 кВт. *Например*, норма эксплуатации при корчевке редкого кустарника Е1-205-3 составляет 6,31 маш.-ч. Полученную норму записывают в столбец 15.

Следует учитывать, что гусеничный трактор мощностью 79 кВт задействован на работе с навесным оборудованием – кусторезом и граблями, поэтому его норма времени складывается из двух значений:

- при работе с кусторезом – 1,51 маш.-ч;
- при работе с граблями – 2,2 маш.-ч;
- итого:  $1,51 + 2,2 = 3,71$  маш.-ч, записывают в столбец 27.

Умножают норму расхода на объем. Полученные значения (столбцы 16, 19, 25 и 28) переносят в строку «Итого» (строка 10 табл. 3.5).

По вышеобозначенному алгоритму рассчитывают количество машин, задействованных на отдельных операциях.

4.15. Определяют норму эксплуатации машины при засыпке ям после корчевки. Норму расхода определяют из табл. 1-199 по номерам нормативов Е1-199-1...Е1-199-4. Работу выполняют бульдозером мощностью 79 кВт, для которого норма эксплуатации составляет 2,46 маш.-ч (Е1-199-1). При объеме, равном количеству срезанных деревьев и выкорчеванных пней (например, 9,6 для единиц измерения – 100 ям), определяют, сколько требуется маш.-ч на выполнение всего объема. Найденное значение записывают в столбец 22. Переносят полученное значение в строку «Итого» (строка 12 табл. 3.5).

4.16. Определяют работу, выполняемую при снятии растительного слоя грунта. Норму эксплуатации бульдозера мощностью 96 кВт при разработке грунта с перемещением растительного слоя на расстояние до 20 м определяют из табл. 1-25 по номерам нормативов Е1-25-1...Е1-25-16.

До выбора нормы расхода необходимо обозначить номер группы грунта. По табл. 3.6 или по табл. 1 НРР 8.03.101-2017 «Распределение грунтов на группы в зависимости от трудности их разработки» находят группу грунта. Растительный грунт с корнями кустарника и деревьев при разработке бульдозером относится ко 2-й группе.

Учитывая, что ширина полосы снятия растительного слоя грунта (см. табл. 3.4) составляет:

- при высоте насыпи 3,69 м – 32 м;
- при высоте насыпи 2,42 м – 29 м;

- при высоте насыпи 2,97 м – 31 м;
  - при высоте насыпи 2,11 м – 28 м,
- принимают технологию работы по снятию растительного слоя грунта.

Таблица 3.6

**Распределение грунтов на группы в зависимости от трудности их разработки**

Наименование грунта	Средняя плотность в естественном залегании, кг/м <sup>3</sup>	Группа трудности при разработке бульдозером	Толщина снимаемого слоя, м
Грунт растительного слоя: а) без корней кустарника и деревьев: пашня задернованный участок	1200	1	0,15...0,18 0,08...0,12
б) с корнями кустарника и деревьев: задернованный участок	1200	2	0,08...0,12
в) с примесью щебня, гравия или строительного мусора	1400	2	

Технология снятия – поперечная от оси полосы, следовательно, перемещение грунта равно ширине:  $32 : 2 = 16$  м, а для  $29 : 2 = 14,5$  м, значит, норма расхода состоит из двух чисел – при перемещении на 10 м и плюс перемещение на каждые последующие 10 м. Согласно табл. 1-25 (НПП 8.03.101-2017 «Разработка грунта бульдозерами») определяют норму расхода:

- при разработке грунта 2-й группы бульдозером мощностью 96 кВт при перемещении до 10 м (Е1-25-2) – 7,92 маш.-ч;
- добавляют на каждые последующие 10 м грунта 2-й группы (Е1-25-10) – 6,27 маш.-ч;
- в результате общая норма расхода составляет:  $7,92 + 6,27 = 14,19$  маш.-ч (записывают в столбец 30).

Определяют объем работ при удалении растительного слоя грунта. Площадь полосы удаления растительного слоя для четырех участков составляет 4,24 га, или 42 400 м<sup>2</sup> (см. табл. 3.3). Согласно табл. 3.5 толщина снимаемого слоя составляет 0,12 м. В результате объем грунта составляет:  $42\ 400 \cdot 0,12 = 5088$  м<sup>3</sup> или в единицах 1000 м<sup>3</sup> – 5,0.

Умножают объем на норму времени и получают требуемое количество маш.-ч, которое заносят в столбец 31. По известному алгоритму вычисляют количество задействованных бульдозеров мощностью 96 кВт.

4.17. Определяют требуемое количество рабочих, а также машин и оборудования, для этого складывают числа по столбцам: 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29 и 32 и заносят в строку «Всего» (строка 15 табл. 3.5). Полученные значения округляют в большую сторону до целого числа (строка «Округленные цифры» табл. 3.5).

**5. Производят комплектование специализированных звеньев.** В строке «Округленные цифры» табл. 3.5 представлены данные о количестве необходимой рабочей силы и механизмов для выполнения подготовительных работ в установленные сроки. На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

• валку леса, трелевку деревьев и разделку хлыстов выполняют 9 рабочих;

• для выполнения работ необходимы механизмы:

– мотопила – 1 шт.;

– трелевочный трактор – 1 ед.;

– корчеватель-собирачитель на гусеничном тракторе мощностью 79 кВт – 1 ед.;

– гусеничный трактор мощностью 79 кВт – 1 ед., с навесным кусторезом – 1 ед. и навесными граблями – 1 ед.;

– бульдозер мощностью 79 кВт для засыпки ям после корчевки – 1 ед.;

– бульдозер мощностью 96 кВт для снятия растительного слоя почвы – 1 ед.

На основании полученных данных и в соответствии с «ТТК. Типовая технологическая карта. Производство работ по расчистке полосы отвода под строительство линейного сооружения от лесорастительности» комплектуется численный и профессиональный состав специализированных звеньев и комплексных бригад (табл. 3.7).

Специализированное звено на валке леса выполняет следующие работы: уборку валежника; вырубку кустарника, мешающего валке; уборку сухостоев; валку деревьев; расчистку лесосеки от порубочных остатков. Эти работы выполняет звено, состоящее из вальщика и двух лесорубов.

Специализированное звено на трелевке древесины выполняет следующие работы: строповку хлыстов и их отцепку; трелевку хлыстов на расстояние до 5 км. Эти работы выполняет звено, состоящее из машиниста и двух чокеровщиков (строповщиков).

Специализированное звено на разделке хлыстов выполняет следующие работы: обрубку сучьев; раскряжевку хлыстов на сортименты; укладку бревен в штабеля; разделку коротья на дрова; очистку мест от порубочных остатков. Эти работы выполняет звено, состоящее из вальщика и двух штабелевщиков.

Специализированное звено на расчистке полосы отвода выполняет следующие работы: корчевку пней; засыпку ям после корчевки; срезку и корчевку кустарника и мелколесья; сгребание срезанного и выкорчеванного кустарника и мелколесья с перемещением и укладкой в валы. Эти работы выполняют машинисты, работающие на тракторах и бульдозерах.

Специализированное звено на разработке с перемещением растительного грунта включает машиниста, работающего на бульдозере.

На основании табл. 3.7 комплексная бригада по выполнению подготовительных работ включает 13 механизаторов и рабочих, которые обеспечивают работу 7 машин с двумя комплектами навесного оборудования.

На основании выполненных расчетов получены следующие результаты:

- определены объемы подготовительных работ;
- установлено число смен для выполнения подготовительных работ;
- рассчитаны ресурсы для подготовительных работ;
- разработан алгоритм вычисления;
- скомплектованы специализированные звенья.

## Комплектование специализированных звеньев

Звено	№ операции	Наименование работ	Обслуживающий персонал			Наименование машины	Количество машин
			Профессия	Разряд	Количество человек		
Комплексная бригада по расчистке полосы отвода от леса							
Специализированное звено валыщиков							
1	1	Валка леса с корня	Вальщик	VI	1	Мотопила	1
			Лесоруб	IV	1		
			Лесоруб	II	1		
		Итого			3		1
Специализированное звено на трелевке леса							
1	2	Трелевка древесины	Машинист	VI	1	Трелевочный трактор 79 кВт	1
			Чокеровщик	III	2		
		Итого			3		1
Специализированное звено на разделке хлыстов							
1	3	Разделка древесины	Вальщик	VI	1	Мотопила	1
			Штабелевщик	III	2		
		Итого			3		1
Специализированное звено на расчистке полосы отвода							
2	1	Корчевка пней	Машинист	VI	1	Корчеватель-собиратель с трактором 79 кВт	1
2	2	Засыпка ям после корчевки	Машинист	VI	1	Бульдозер 70 кВт	1
2	3	Расчистка полосы отвода от кустарника и мелколесья	Машинист	VI	1	Трактор на гусеничном ходу 79 кВт: кусторез навесной, грабли кустарниковые навесные	1 нав. нав.
		Итого			3		3 + 2 нав.
Специализированное звено на срезке растительного грунта с перемещением							
3	1	Разработка и перемещение растительного грунта	Машинист	VI	1	Бульдозер 96 кВт	1
		Итого			1		1
		Всего			13		7+2 нав.

---

# Раздел 4

---

## СТРОИТЕЛЬСТВО ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТРУБ

---

### Введение

**Водопропускная труба** — это малое искусственное инженерное сооружение, устраиваемое в теле насыпи автомобильной дороги для беспрепятственного пропуска поверхностной воды (постоянно действующих водотоков с расходом воды до 100...130 м<sup>3</sup>/с, а также ливневых и талых вод) под земляным полотном. Конструкция трубы рассчитывается в зависимости от расхода воды в расчетный период, скорости ее движения, грунтовых условий и рельефа местности.

Водопропускные трубы различают по режиму работы:

- *безнапорные*, работающие на всем протяжении неполным сечением;
- *полунапорные*, работающие вблизи входа полным сечением, а на остальном протяжении — неполным;
- *напорные* — затопленные по всей длине.

Водопропускные трубы, как правило, проектируют на безнапорный режим работы. Полунапорный и напорный режимы работы возникают при большом количестве воды. В этом случае необходимо произвести технико-экономические расчеты, влияющие на выбор конструкции трубы. При этом под оголовками и звеньями предусматривают фундаменты, а при необходимости и противофильтрационные экраны.

В соответствии с ТКП 45-3.03-232-2011 «Мосты и трубы. Строительные нормы проектирования» трубы классифицируют:

- по числу отверстий (одноочковые и многоочковые);
- виду поперечного сечения (прямоугольные (ЗП), круглые (ЗКЦ), круглые конические для оголовков (ЗКК));
- материалам (железобетонные, металлические);
- назначению (для пропуска водного потока, животных).

Согласно СТБ 2061-2010 «Изделия железобетонные для водопропускных труб под насыпи автомобильных и железных дорог» внутренний диаметр цилиндрических труб равен: 500, 600, 750, 800, 1000, 1200, 1250, 1400, 1500, 1600, 2000 мм.

Размер отверстия труб назначают (ГОСТ 32871-2014) не менее:

- 1500 мм — при длине трубы более 30 м;
- 1250 мм — при длине трубы свыше 20 до 30 м включительно;
- 1000 мм — при длине трубы до 20 м (на автомобильных дорогах III...V категорий);

- от 500 до 750 мм – на съездах (при соответствующем технико-экономическом обосновании).

При длине трубы более 30 м принимается проектное решение на основе сравнения технико-экономических показателей вариантов.

Труба как сооружение состоит из тела трубы и двух оголовков: входного и выходного (рис. 4.1). *Тело трубы* собирается из сборных железобетонных, как правило цилиндрических, звеньев (рис. 4.2). *Оголовок трубы* – это крайний, конструктивно замыкающий тело трубы, элемент, удерживающий откос насыпи по концам и обеспечивающий необходимые условия входа водного потока в трубу и выхода из нее.

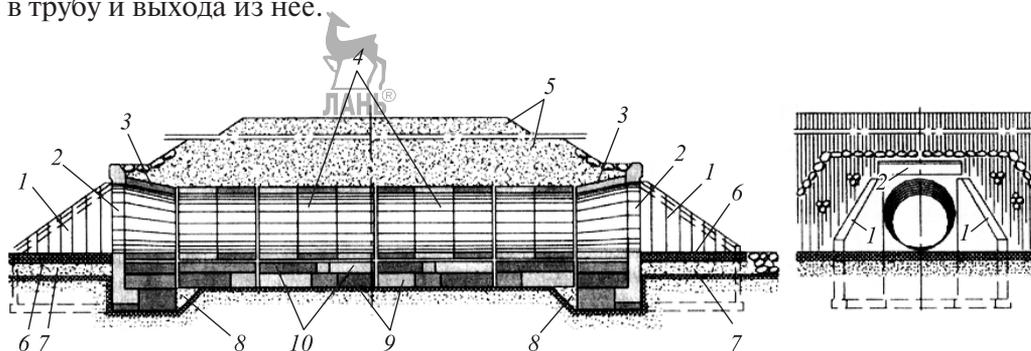


Рис. 4.1. Конструкция типовой сборной железобетонной трубы:

1 – раскрылки оголовков; 2 – порталные звенья оголовков; 3 – конические звенья; 4 – цилиндрические звенья; 5 – насыпь; 6 – монолитный бетонный лоток; 7 – гравийно-песчаная подушка; 8 – щебеночная подготовка, залитая цементным раствором; 9 – блоки фундамента; 10 – лекальные блоки фундамента

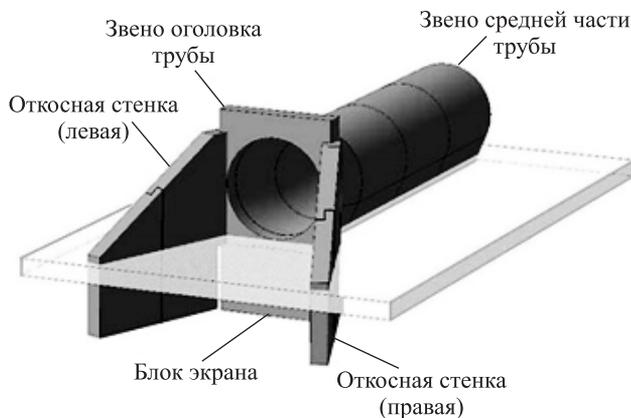


Рис. 4.2. Составные части водопропускной железобетонной трубы

Труба может быть устроена как бесфундаментная, а при недостаточной несущей способности грунта – с фундаментом (рис. 4.3), в качестве которого используют лекальные блоки или монолитный бетон.



6) монтаж звеньев трубы с заделкой стыков. Монтаж звеньев трубы выполняют в направлении от выходного (смонтированного) оголовка к входному. Продольный уклон трубы 0,005 ‰;

7) изготовление оголовков (если они предусмотрены проектом);

8) устройство окрасочной и оклеенной гидроизоляции (ТКП 201-2009 «Мосты и трубы. Правила устройства гидроизоляции»);

9) засыпка трубы грунтом вручную, экскаватором и бульдозером с перемещением грунта на расстояние до 20 м;

10) уплотнение с послойным трамбованием (выполняют по мере отсыпки грунта).

При наличии действующего водотока перекрывают русло, устраивают обводную канаву и обваловывают строительную площадку.

До начала отрывки котлована выполняют разбивочные работы. Промерами от оси трубы намечают контур котлована и обозначают его кольешками. Размеры котлована в плане должны соответствовать размерам фундамента с запасом 0,5 м в каждую сторону.

Котлован отрывают бульдозером продольными проходами, а грунт, выбранный из котлована, перемещают за пределы площадки. Дорабатывают котлован экскаватором, но не добирают грунт до проектной отметки на 10 см. Окончательную доработку котлована до проектной отметки производят вручную с учетом продольного уклона и строительного подъема трубы. Стенки котлована должны быть не круче чем 1:1.

На строительную площадку доставляют и складировать сборные элементы. По спланированному и зачищенному дну котлована устраивают щебеночную (гравийную) подушку толщиной 10 см под фундамент из лекальных блоков и под блоки оголовков. Щебень, доставляемый автомобилями-самосвалами, разгружают непосредственно в котлован, разравнивают и уплотняют.

При монтаже элементов трубы автокран перемещается вдоль котлована на расстоянии 2,5 м от края котлована. Монтажные работы начинают с выходного оголовка. Звенья трубы устанавливают на деревянные (не удаляемые) клинья. Чтобы между звеном и фундаментом не образовывалось пустот, под днище звена заливают раствор.

Монтаж блоков и звеньев (рис. 4.5) ведут в следующем порядке:



Рис. 4.5. Установка лекальных блоков и звеньев трубы

1) устанавливают лекальные блоки и на них укладывают звенья, начиная с первого, например конического;

2) с этой же стоянки автокрана укладывают цилиндрические звенья трубы последующих секций;

3) после завершения работ на первой стоянке автокран перемещают на следующую стоянку, с которой продолжают устанавливать блоки и укладывать звенья.

Гидроизоляционные работы выполняют в сухую погоду при температуре воздуха не ниже + 5 °С. В комплекс изоляционных работ входят заделка швов между звеньями трубы, оклеечная изоляция швов и обмазочная изоляция трубы.

По окончании монтажных и гидроизоляционных работ пазухи засыпают с обеих сторон фундамента слоями по 15 см на всю длину котлована с трамбованием каждого слоя электротрамбовками. Вначале засыпку осуществляют вручную, чтобы не нарушить положение звеньев. После ручной засыпки трубу засыпают экскаватором, снабженным грейферным ковшом, на высоту не менее 0,5 м над верхом трубы для сохранности конструкции трубы и изоляции. После отсыпки насыпи над трубой на высоту 0,5 м грунт надвигают бульдозером. Грунт при всех операциях отсыпают горизонтальными слоями толщиной 15...20 см одновременно с обеих сторон трубы. Каждый слой разравнивают лопатами и уплотняют пневмотрамбовками по обеим сторонам от трубы для создания плотного грунтового слоя вокруг звеньев.

Работы по строительству водопропускных труб ведут поточным методом.

## 4.2. Состав звеньев

Для выполнения работ формируют бригаду рабочих, состоящую из трех звеньев.

1. *Звено подготовительного цикла*, которое выполняет разбивочные работы, устройство обноски, прием и размещение оборудования, прием и складирование железобетонных блоков и звеньев трубы, окончательную планировку и зачистку дна котлована после отрывки бульдозером и экскаватором, устройство щебеночной подготовки в котловане. В это звено входят монтажники следующей квалификации:

- 4-го разряда – 1 (складирование блоков и звеньев);
- 3-го разряда – 1 (складирование блоков и звеньев);
- землекоп 2-го разряда – 1 (зачистка дна котлована).

2. *Звено монтажников*, которое выполняет разбивочные работы, прием и складирование элементов трубы, участвует в выравнивании дна котлована и устройстве щебеночной подушки на дне котлована. Для временной работы звену придают трех машинистов, работающих на бульдозере, экскаваторе и автокране. В это звено входят монтажники следующей квалификации:

- 4-го разряда – 1 (установка блоков и звеньев);
- 3-го разряда – 2 (установка блоков и звеньев);
- 2-го разряда – 1 (заполнение швов);
- временно придаются машинисты: бульдозера, экскаватора и автокрана.

3. *Звено изолировщиков*, которое выполняет бетонирование лотков у выходного и входного оголовков, засыпку пазух, устройство оклеечной и обмазочной гидроизоляции трубы. В это звено входят гидроизолировщики следующей квалификации:

- 4-го разряда – 1 (оклеечная изоляция швов);
- 3-го разряда – 1 (законопачивание швов между звеньями);
- 2-го разряда – 2 (оклеечная изоляция швов);
- машинист передвижного распылительного агрегата 4-го разряда – 1.

### 4.3. Расчет ресурсов

Длину трубы определяют расчетным путем из выражения

$$L_{\text{расч}} = B^1 + 2m(H - d - \delta), \quad (4.1)$$

где  $B^1$  – ширина земляного полотна поверху (без дорожной одежды), м;  $m$  – заложение откоса;  $H$  – высота насыпи, м;  $d$  – внутренний диаметр трубы, м;  $\delta$  – толщина стенки трубы, м.

Характеристика труб типа Т, ТФ, ТС, ТБ, ТВ составлена на основе «Типовых строительных конструкций, изделий и узлов, серия БЗ.008.1-2.08. Трубы железобетонные диаметром 500 – 2000 мм для водопропускных сооружений на автомобильных дорогах» с учетом СТБ 2061-2010 «Изделия железобетонные для водопропускных труб под насыпи автомобильных и железных дорог» и представлена в табл. П.6.1 (приложение 6). По этой таблице определяют объем бетона и расход стали на изготовление одной трубы. Маркировка водопропускных труб включает:

- Т – железобетонная безнапорная с круглым отверстием;
- ТФ – фальцевая армированная;
- ТС – цилиндрическая со ступенчатой стыковкой;
- ТБ – безнапорная вибропрессованная;
- ТВ – железобетонная дорожная усиленная.

При устройстве трубы из цилиндрических звеньев руководствуются «Расчетными показателями для составления проекта организации строительства. Часть 10 (Раздел 12. Показатели объемов работ, затрат труда и потребности в материально-технических ресурсах по устройству автомобильных дорог. Б. Строительство водопропускных труб)».

Расчетные показатели составлены для основных видов работ (приложение 6) и включают:

- показатели водопропускных труб (табл. П.6.1);
- потребность в материально-технических ресурсах бесфундаментных железобетонных труб из расчета на 1 м длины трубы. По табл. П.6.2 определяют число отрядов-смен, затраты на гидроизоляцию, рытье котлована и устройство подушки из гравия;
- длину двух оголовков в зависимости от внутреннего диаметра отверстия трубы (табл. П.6.3);

---

- потребность в материально-технических ресурсах для строительства оголовков круглых труб с нормальным и коническим входным отверстием (табл. П.6.4);

- потребность в материально-технических ресурсах для укрепления русел и откосов у круглых труб из расчета на 1 трубу (табл. П.6.5);

- составы специализированных звеньев (табл. П.6.6).

## Задание по разделу 4

1. Представить назначение и характеристику основных частей водопропускной железобетонной трубы.

2. Кратко изложить технологию строительства водопропускной трубы.

3. Рассчитать длину водопропускных труб.

4. Определить число смен и объем работ при строительстве водопропускных труб.

5. Рассчитать потребность в материально-технических ресурсах.

6. Произвести комплектование специализированных звеньев.

## Пример выполнения

### Исходные данные

1. Количество водопропускных круглых железобетонных бесфундаментных труб – 8 шт. (приложение 1, табл. П.1.2).

2. Марка звена трубы – Т100.25-2,3 (приложение 1, табл. П.1.1).

3. Тип оголовка – с нормальным входным звеном (приложение 1, табл. П.1.1).

4. Укрепление русел и откосов – монолитным бетоном (приложение 1, табл. П.1.1).

### Порядок выполнения

**1. Дают характеристику водопропускной железобетонной трубы.** Назначение и характеристику основных частей водопропускной железобетонной трубы представляют на основании материала, изложенного во введении. Для глубокой проработки этого материала можно использовать данные ТКП 45-3.03-232-2011 «Мосты и трубы. Строительные нормы проектирования».

**2. Излагают технологию строительства водопропускной трубы** по материалу, представленному в подразделе 4.1.

**3. Рассчитывают длину водопропускных труб.** Результаты расчета представляют в табличной форме (табл. 4.1). Расчет ведут по следующей схеме.

**Столбец 2.** Определяют месторасположение водопропускных труб. В задании (табл. П.1.2) отдельные пикеты обозначены темным цветом. На этих пикетах необходимо построить водопропускные трубы. *Например*, в задании

темным цветом обозначен второй пикет, выбирают расстояние в пределах пикета. Ставят ПК1 + 80.

*Столбец 3.* Ширину земляного полотна поверху принимают по выражению (1.1). *Например*, 15,95 м.

*Столбец 4.* Высоту насыпи принимают по заданию (табл. П.1.2) с учетом месторасположения трубы. После обозначения всех высот на пикетах, на которых располагаются трубы, рассчитывают среднюю высоту, которую определяют путем деления суммы высот на обозначенных пикетах на количество пикетов. *Например*:

$$H_{\text{ср}} = \frac{\sum H}{n} = \frac{33,31}{8} = 4,1 \text{ м.} \quad (4.2)$$

*Столбец 5.* Ширину земляного полотна понизу вычисляют по выражению (1.2). *Например*:

$$B^{II} = B^I + 2Hm = 15,95 + 2 \cdot 4,93 \cdot 1,75 = 33,2 \text{ м,}$$

где  $B^I$  – ширина земляного полотна поверху (столбец 3 табл. 4.1);  $H$  – высота насыпи (для нашего примера 4,93 м – столбец 4 табл. 4.1);  $m$  – заложение откоса принимают равным 1,75 (см. табл. 1.4).

*Столбец 6.* Расчетную длину трубы определяют из выражения (4.1) с учетом маркировки звеньев (исходные данные, табл. П.1.1 приложения 1, табл. П.6.1 приложения 6). *Например*, согласно заданию трубу строят из звеньев Т100.25-2,3. По табл. П.6.1 характеризуют тип Т – труба водопропускная железобетонная безнапорная раструбная с круглым отверстием 1000 мм. Изготавливают из тяжелого бетона марки не ниже В20. Звенья Т100.25-2,3 характеризуются:

- длиной – 2500 мм;
- диаметром внутреннего отверстия – 1000 мм;
- толщиной стенки – 100 мм.

Исходя из этих данных рассчитывают длину трубы:

$$L_{\text{расч}} = B^I + 2m(H - d + \delta) = 15,95 + 2 \cdot 1,75(4,93 - 1,0 - 0,1) = 29,3 \text{ м,}$$

где  $H$  – высота насыпи, м (столбец 4 табл. 4.1);  $d$  – внутренний диаметр трубы, м (столбец 3 табл. П.6.1);  $\delta$  – толщина стенки трубы, м (столбец 4 табл. П.6.1).

*Столбец 7.* Учитывая, что длина звена равна 2,5 м, округление расчетной длины производят до целого числа, кратного 2,5. В данном случае 29,3 м округляют до 30 м. При делении расчетной длины на длину звена получают количество звеньев в трубе:  $30 : 2,5 = 12$  звеньев.

После определения конструктивной длины для каждой трубы (столбец 7 табл. 4.1) определяют среднюю конструктивную длину по выражению (4.2). *Например*, 26,8 м. Данное значение округляют в большую сторону до величины, кратной 2,5, получают 27,5 м.

Таблица 4.1

## Расчет водопропускных труб

№ п/п	Пикет ПК	Ширина земляного полотна поверху $B$ , м	Высота насыпи $H$ , м	Ширина земляного полотна понизу $B_1$ , м	Длина трубы, м		Марка звена трубы	Размер звена трубы, мм			Число звеньев, шт.
					расчетная	конструктивная		длина звена	диаметр отверстия	толщина стенки	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ПК1+80	15,95	4,93	33,2	29,3	30,0	Т100.25-2,3	2500	1000	100	12
2	ПК3+60	15,95	5,31	34,5	30,7	30,0	Т100.25-2,3	2500	1000	100	12
3	ПК19+50	15,95	3,65	28,7	24,8	25,0	Т100.25-2,3	2500	1000	110	10
4	ПК26+45	15,95	5,80	36,2	32,4	32,5	Т100.25-2,3	2500	1000	110	13
5	ПК27+90	15,95	3,57	28,4	24,5	25,0	Т100.25-2,3	2500	1000	110	10
6	ПК30+55	15,95	3,62	28,6	24,7	25,0	Т100.25-2,3	2500	1000	110	10
7	ПК31+90	15,95	2,83	25,8	22,0	22,5	Т100.25-2,3	2500	1000	110	9
8	ПК39+50	15,95	3,60	28,5	24,7	25,0	Т100.25-2,3	2500	1000	110	10
	Итого		33,31			215					86
Средняя высота насыпи				Средняя длина трубы		26,8 → 27,5 м					

$$L_{\text{конс. ср}} = \frac{\sum L_{\text{конс}}}{n} = \frac{215}{8} = 26,8 \text{ м} \rightarrow 27,5 \text{ м.}$$

*Столбец 8.* Согласно табл. П.6.1 записывают марку звена. *Например,* Т100.25-2,3.

*Столбцы 9, 10, 11.* Из табл. П.6.1 выписывают размеры звена для данной марки. *Например,* длина звена 2500 мм, диаметр отверстия 1000 мм, толщина стенки 100 мм.

*Столбец 12.* В результате расчета определяют число звеньев, необходимых для строительства каждой трубы:

$$n_{\text{зв}} = \frac{L_{\text{конс}}}{l_{\text{зв}}} = \frac{30}{2,5} = 12 \text{ шт.},$$

где  $L_{\text{конс}}$  – конструктивная длина трубы (столбец 7 табл. 4.1);  $l_{\text{зв}}$  – длина звена (столбец 9 табл. 4.1).

В итоговой строке ставят суммарное значение всех звеньев, необходимых для строительства восьми труб.

На основании табл. 4.1 можно заключить, что для строительства восьми водопропускных железобетонных труб потребуются звенья типа Т100.25-2,3 в количестве 86 шт.

**4. Определяют число смен и объемы работ при строительстве водопропускных труб.** Вычерчивают и заполняют табл. 4.2. Расчет объемов и сроков выполнения работ ведут для следующих работ:

- строительство трубы;
- строительство оголовков;
- укрепление русел и откосов.

4.1. *Строительство трубы.* Вначале заполняют табл. 4.2 для вида работ – строительство трубы, по следующей схеме.

*Столбец 1.* Порядковый номер строительства трубы.

*Столбец 2.* Пикетное положение трубы. Переносят значения из табл. 4.1, столбца 2.

*Столбец 3.* Марку звена трубы переносят из табл. 4.1, столбца 8.

*Столбец 4.* Внутренний диаметр отверстия трубы переносят из табл. 4.1, столбца 10.

*Столбец 5.* Результат записывают в виде дроби, где в числителе ставят длину трубы (переносят из табл.4.1, столбца 7), а в знаменателе ставят длину звена (переносят из табл.4.1, столбца 9).

*Столбец 6.* Число звеньев переносят из табл. 4.1. столбца 12.

*Столбцы 7...12* заполняют в виде дроби.

*Столбец 7.* Определяют объем железобетона по табл. П.6.1. *Например,* для трубы Т100.25-2,3 объем бетона составляет 1,0 м<sup>3</sup> из расчета на одно звено. Ставят это значение в числитель столбца 7. Звено имеет длину 2,5 м, длина всей трубы 30 м, следовательно, необходимо 12 звеньев. Умножают объем 1,0 м<sup>3</sup> на 12 звеньев, получают объем на всю трубу, равный 12,0 м<sup>3</sup>. Ставят этот объем в знаменатель столбца 7.

*Столбец 8.* Аналогичным образом рассчитывают расход арматуры. *Например*, для трубы Т100.25-2,3 расход стали составляет 82,67 кг (столбец 7 табл. П.6.1) из расчета на одно звено. Ставят это значение в числитель столбца 8. Умножают этот расход на 12 звеньев, получают 992,04 кг на всю трубу. Ставят это значение в знаменатель столбца 8.

*Столбец 9.* Число отрядо-смен принимают по табл. П.6.2 в зависимости от размера отверстия трубы. *Например*, для круглой трубы с внутренним диаметром 1,0 м число отрядо-смен составляет 0,06 из расчета на 1 м трубы. Ставят это значение в числитель столбца 9. Труба имеет длину 30 м, умножают на это число значение 0,06, получают количество отрядо-смен на устройство трубы длиной 30 м:  $0,06 \cdot 30 = 1,8$  смены.

*Столбец 10.* Гидроизоляцию, измеряемую в  $\text{м}^2$  на 1 м длины трубы, принимают по табл. П.6.2. *Например*,  $3,8 \text{ м}^2$  – ставят в числитель, умножают это число на длину трубы 30 м:  $30 \cdot 3,8 = 114 \text{ м}^2$  – ставят в знаменатель.

*Столбец 11.* Рытье котлована, измеряемое в  $\text{м}^3$  на 1 м длины трубы, принимают по табл. П.6.2. *Например*,  $0,5 \text{ м}^3$  – ставят в числитель, умножают это число на длину трубы 30 м:  $30 \cdot 0,5 = 15 \text{ м}^3$  – ставят в знаменатель.

*Столбец 12.* Устройство подушки из гравия, измеряемого в  $\text{м}^3$ , принимают по табл. П.6.2. *Например*,  $0,6 \text{ м}^3$  – ставят в числитель, умножают это число на длину трубы 30 м:  $30 \cdot 0,6 = 18 \text{ м}^3$  – ставят в знаменатель.

В столбцах 7...12 суммируют показатели знаменателей и итоговую цифру по столбцам ставят в строке «Итого».

4.2. *Строительство оголовков.* Следующим в табл. 4.2 заполняют вид работ – строительство оголовков.

*Столбцы 1...4* заполняют так же, как в предыдущем виде работ – строительство трубы.

*Столбец 5.* Длину оголовка принимают по табл. П.6.3 с учетом диаметра внутреннего отверстия трубы. *Например*, для трубы диаметром 1,0 м длина двух оголовков составляет 6,9 м. Ставят это значение в столбец 5.

*Столбец 6.* Заполняют так же, как и при виде работы – строительство трубы.

*Столбцы 7...15.* Заполняют по данным табл. П.6.4 с учетом исходных данных, касающихся типа оголовка (с нормальным или коническим входным звеном) и размера отверстия трубы. *Например*, при размере отверстия трубы, равном 1,0 м, и нормальном входном звене принимают показатели:

- железобетон –  $6,0 \text{ м}^3$ ;
- арматура – 320,4 кг;
- число отрядо-смен – 4,2 и т.д.

4.3. *Укрепление русел и откосов.* Следующим в табл. 4.2 заполняют вид работ – укрепление русел и откосов. Заполнение столбцов зависит от отверстия трубы и вида укрепления (табл. П.6.5):

- монолитным бетоном;
- блоками П-1;
- блоками П-2;
- мощением на цементном растворе.

### Расчет сроков выполнения объемов работ

№ п/п	Пикетное положение труб	Марка трубы	Диаметр трубы, м	Длина трубы звена, м	Число звеньев	Звенья		Число отрядосмен	Гидро-изоляция, м <sup>2</sup>
						железобетон, м <sup>3</sup>	арматура, кг		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Строительство</b>									
1	ПК1+80	T100.25-2,3	1,0	<u>30,0</u> 2,5	12	<u>1,0</u> 12,0	<u>82,67</u> 992,04	<u>0,06</u> 1,8	<u>3,8</u> 114
2	ПК3+60	T100.25-2,3	1,0	<u>30,0</u> 2,5	12	<u>1,0</u> 12,0	<u>82,67</u> 992,04	<u>0,06</u> 1,8	<u>3,8</u> 114
3	ПК19+50	T100.25-2,3	1,0	<u>25,0</u> 2,5	10	<u>1,0</u> 10,0	<u>82,67</u> 827	<u>0,06</u> 1,5	<u>3,8</u> 95
4	ПК26+45	T100.25-2,3	1,0	<u>32,5</u> 2,5	13	<u>1,0</u> 13,0	<u>82,67</u> 1074	<u>0,06</u> 1,95	<u>3,8</u> 97,5
5	ПК27+90	T100.25-2,3	1,0	<u>25,0</u> 2,5	10	<u>1,0</u> 10,0	<u>82,67</u> 827	<u>0,06</u> 1,5	<u>3,8</u> 95
6	ПК30+55	T100.25-2,3	1,0	<u>25,0</u> 2,5	10	<u>1,0</u> 10,0	<u>82,67</u> 827	<u>0,06</u> 1,5	<u>3,8</u> 95
7	ПК31+90	T100.25-2,3	1,0	<u>22,5</u> 2,5	9	<u>1,0</u> 9,0	<u>82,67</u> 744	<u>0,06</u> 1,35	<u>3,8</u> 85,5
8	ПК39+50	T100.25-2,3	1,0	<u>25,0</u> 2,5	10	<u>1,0</u> 10,0	<u>82,67</u> 827	<u>0,06</u> 1,5	<u>3,8</u> 95
	<b>Итого</b>					<b>86,0</b>	<b>7110</b>	<b>12,9</b>	<b>791</b>
<b>Строительство</b>									
1	ПК1+80	T100.25-2,3	1,0	6,9	12	6,0	320,4	4,2	30
2	ПК3+60	T100.25-2,3	1,0	6,9	12	6,0	320,4	4,2	30
3	ПК19+50	T100.25-2,3	1,0	6,9	10	6,0	320,4	4,2	30
4	ПК26+45	T100.25-2,3	1,0	6,9	13	6,0	320,4	4,2	30
5	ПК27+90	T100.25-2,3	1,0	6,9	10	6,0	320,4	4,2	30
6	ПК30+55	T100.25-2,3	1,0	6,9	10	6,0	320,4	4,2	30
7	ПК31+90	T100.25-2,3	1,0	6,9	9	6,0	320,4	4,2	30
8	ПК39+50	T100.25-2,3	1,0	6,9	10	6,0	320,4	4,2	30
	<b>Итого</b>					<b>48,0</b>	<b>2563,2</b>	<b>33,6</b>	<b>240</b>
<b>Укрепление русел</b>									
1	ПК1+80	T100.25-2,3	1,0	30,0	12	—	86	—	—
2	ПК3+60	T100.25-2,3	1,0	30,0	12	—	86	—	—
3	ПК19+50	T100.25-2,3	1,0	25,0	10	—	86	—	—
4	ПК26+45	T100.25-2,3	1,0	32,5	13	—	86	—	—
5	ПК27+90	T100.25-2,3	1,0	25,0	10	—	86	—	—
6	ПК30+55	T100.25-2,3	1,0	25,0	10	—	86	—	—
7	ПК31+90	T100.25-2,3	1,0	22,5	9	—	86	—	—
8	ПК39+50	T100.25-2,3	1,0	25,0	10	—	86	—	—
	<b>Итого</b>						<b>688</b>		
	<b>Всего</b>					<b>133,02</b>	<b>9257,2</b>	<b>46,5</b>	<b>1031</b>

Таблица 4.2

## при сооружении водопропускных труб

Рытье котлована, м <sup>3</sup>	Подушка из гравия, щебня, м <sup>3</sup>	Засыпка котлована, м <sup>3</sup>	Монолитный бетон, м <sup>3</sup>	Цементный раствор, м <sup>3</sup>	Планировка откосов, м <sup>2</sup>	Земляные работы, м <sup>3</sup>	Затраты труда, чел.-дн.	Ссылка на нормативный документ
11	12	13	14	15	16	17	18	19
<b>трубы</b>								
0,5 15	0,6 18	—	—	—	—	—	—	Табл. 33 РП ПОС Табл. 3.2
0,5 15	0,6 18	—	—	—	—	—	—	-«-
0,5 12,5	0,6 15	—	—	—	—	—	—	-«-
0,5 16,25	0,6 19,5	—	—	—	—	—	—	-«-
0,5 12,5	0,6 15							-«-
0,5 12,5	0,6 15							-«-
0,5 11,25	0,6 13,5							-«-
0,5 12,5	0,6 15							-«-
107,5	129							
<b>ОГОНКОВ</b>								
38	10	22	1,0	0,2	—	—	—	Табл. 38 РП ПОС Табл. 3.3
38	10	22	1,0	0,2	—	—	—	-«-
38	10	22	1,0	0,2	—	—	—	-«-
38	10	22	1,0	0,2	—	—	—	-«-
38	10	22	1,0	0,2	—	—	—	-«-
38	10	22	1,0	0,2	—	—	—	-«-
38	10	22	1,0	0,2	—	—	—	-«-
304	80	176	8,0	1,6				
<b>И ОТКОСОВ</b>								
—	3,9	—	4,6	—	39,2	7,2	6,7	Табл. 41 РП ПОС Табл. 3.4
—	3,9	—	4,6	—	39,2	7,2	6,7	-«-
—	3,9	—	4,6	—	39,2	7,2	6,7	-«-
—	3,9	—	4,6	—	39,2	7,2	6,7	-«-
—	3,9	—	4,6	—	39,2	7,2	6,7	-«-
—	3,9	—	4,6	—	39,2	7,2	6,7	-«-
—	3,9	—	4,6	—	39,2	7,2	6,7	-«-
	31,2		36,8		313,6	57,6	53,6	
411,5	240,2	176	44,8	1,6	313,6	57,6	53,6	

На основании табл. П.6.5 можно заключить, что при различном способе укрепления русел и откосов применяются различные материалы и виды работ. В связи с этим заполнение шапки табл. 4.2 в столбцах 16...18 должно соответствовать видам работ и применяемых материалов.

*Например*, при укреплении русел и откосов монолитным бетоном у круглых труб диаметром 1,0 м заполнение касается следующих столбцов в табл. 4.2.

*Столбцы 1...5.* Заполняют так же, как и в виде работ – строительство трубы. В столбце 5 ставят значения длины трубы (числитель столбца 5 вида работ – строительство трубы).

*Столбец 6.* Заполняют аналогично заполнению столбца 6 в виде работ – строительство оголовков.

*Столбец 7.* Не заполняют, поскольку железобетон при укреплении русел не применяют.

*Столбец 8.* Арматура применяется при укреплении откосов и русел в количестве 86 кг (следует учитывать, что в табл. П.6.5 эта единица дана в тоннах – 0,086 т).

*Столбцы 9...11.* Не заполняют, поскольку они отсутствуют в табл. П.6.5.

*Столбцы 12, 14, 16...18.* Заполняют по данным табл. П.6.5.

В столбцах 8, 12, 14, 16...18 суммируют значения и записывают в строку «Итого». В заключение складывают строки «Итого» и полученные значения записывают в строку «Всего».

Если русло и откосы укрепляют не монолитным бетоном, а другими видами, упомянутыми выше, то шапку табл. 4.2 заполняют с учетом материалов, применяемых при данном виде укрепления, взятых из шапки табл. П.6.5.

На основании табл. 4.2 можно заключить, что для строительства восьми железобетонных водопропускных труб необходимо:

- блоки оголовков в количестве 48 шт. ( $3 \text{ блока} \cdot 2 \text{ оголовка} = 6 \text{ блоков} \times 8 \text{ труб} = 48 \text{ блоков}$ ), на изготовление которых требуется  $48 \text{ м}^3$  бетона и 2,56 т арматуры;
- срок выполнения работ по строительству 8 труб = 46,5 смен. Принимают 47 смен (столбец 9 табл. 4.2);
- для укрепления русел и откосов необходимо отсыпать подушку из щебня объемом  $31,2 \text{ м}^3$  (столбец 12) и уложить монолитный бетон в количестве  $36,8 \text{ м}^3$  (столбец 14).

**5. Рассчитывают потребность в материально-технических ресурсах.** Для расчета количества необходимой техники и численности рабочих-строителей составляют табл. 4.3.

5.1. *Расчет объема работ* по строительству водопропускных железобетонных труб (столбец 4 табл. 4.3).

5.1.1. *Разгрузка и сортировка блоков оголовков* (строка 1) – единица измерения 1 блок – 48 блоков (п. 4.3). Один оголовок состоит из 1 порталного блока (блок № 35), 1 блока левого открылка (№ 39Л), 1 блока правого открылка (№ 39П), итого 3 блока. На одной трубе два оголовка: входной и выходной. (Итого расчет блоков:  $3 \text{ блока} \cdot 2 \text{ оголовка} = 6 \text{ блоков} \cdot 8 \text{ труб} = 48 \text{ блоков}$ .)

*Разгрузка и сортировка звеньев трубы* (строка 2) – единица измерения 1 звено – 86 звеньев (табл. 4.1, столбец 12, строка «Итого»).

5.1.2. *Разработка грунта 2-й группы* (строки 4...6). Земляные работы при строительстве водопропускных труб включают:

- рытье котлована под трубу и оголовки –  $411,5 \text{ м}^3$  (табл. 4.2, столбец 11, строка «Всего»);

- земляные работы при укреплении русел и откосов –  $57,6 \text{ м}^3$  (табл. 4.2, столбец 17, строка «Всего»).

Итого объем земляных работ составляет  $411,5 + 57,6 = 469,1 \text{ м}^3$ . Эти работы выполняют бульдозером (45 %), экскаватором (50 %) и вручную (5 %).

*Разработка грунта 2-й группы бульдозером* (строка 4) – единица измерения  $1000 \text{ м}^3 - 469,1 \cdot 0,45 = 211,1 \text{ м}^3$ , или 0,211 единиц.

*Разработка грунта 2-й группы экскаватором* (строка 5) – единица измерения  $1000 \text{ м}^3 - 469,1 \cdot 0,55 = 258,0 \text{ м}^3$ , или 0,258 единиц.

*Доработка грунта вручную* (строка 6) – единица измерения  $100 \text{ м}^3 - 469,1 \times 0,05 = 23,5 \text{ м}^3$ , или 0,235 единиц.

5.1.3. *Основные работы*, включающие устройство щебеночного слоя, сооружение оголовков и укладку звеньев.

*Устройство щебеночного подготовительного слоя* в котловане (строка 8) – единица измерения  $1 \text{ м}^2$  – подушка из щебня отсыпается под трубу ( $129 \text{ м}^3$  – табл. 4.2, столбец 12, строка «Итого»), под оголовки ( $80 \text{ м}^3$  – табл. 4.2, столбец 12, строка «Итого») и под укрепление русла ( $31,2 \text{ м}^3$  – табл. 4.2, столбец 12, строка «Итого»). Всего расход щебня составляет  $240,2 \text{ м}^3$ . Следует учитывать, что этот расход дан в объемных единицах, а в табл. 4.3 единицы должны быть представлены в  $\text{м}^2$ .

В подразделе 4.1 указано, что толщина щебеночной подушки под лекальные блоки составляет 10 см. Поскольку в качестве примера сооружаются бесфундаментные трубы, толщину щебеночной подушки увеличивают до толщины 0,2 м:

- подушка из щебня под трубу –  $129 : 0,2 = 645 \text{ м}^2$ ;
- подушка из щебня под оголовки –  $80 : 0,2 = 400 \text{ м}^2$ ;
- подушка из щебня при укреплении русел –  $31,2 : 0,2 = 156 \text{ м}^2$ .

Итого:  $645 + 400 + 156 = 1201 \text{ м}^2$  (строка 8, столбец 4 табл. 4.3).

*Сооружение оголовков круглых труб* (строка 9) – единица измерения  $\text{м}^3 - 48 \text{ м}^3$  (табл. 4.2, столбец 7, строка «Итого»).

*Укладка звеньев одноочковых труб* диаметром 1,0 м под насыпь до 4 м (строка 10) – единица измерения  $\text{м}^3 - 86,0 \text{ м}^3$  (табл. 4.2, столбец 7, строка «Итого»).

5.1.4. *Гидроизоляция*. Устройство оклеечной гидроизоляции в 2 слоя. Определяют внешний диаметр трубы с учетом толщины стенки  $h$ :  $D + 2 \cdot h = 1,0 \text{ м} + 2 \cdot 0,1 \text{ м} = 1,2 \text{ м}$ . Радиус внешней окружности трубы = 0,6 м. Рассчитывают внешнюю длину окружности круглой трубы:  $2\pi \cdot R = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,6 = 3,8 \text{ м}$ . Определяют внешнюю площадь всех труб при средней длине трубы  $L_{\text{ср}} = 27,5 \text{ м}$  (табл. 4.1, столбец 7):  $S = 2\pi \cdot R \cdot L_{\text{ср}} \cdot 8 = 3,8 \cdot 27,5 \cdot 8 = 836 \text{ м}^2$ .

Устройство оклеечной гидроизоляции в 2 слоя (строка 12) – единица измерения  $100 \text{ м}^2 - 8,36$  единиц.

**Ведомость расчета**

Номер строки	№ п/п	Наименование производственных процессов	Объем работ		Источник норм	Требуемые ресурсы					
			ед. изм.	кол-во		Рабочая сила			Машины		
						норма времени	требуется		Кран КС-35719-5-02, груз. 16 т, шасси МАЗ		
							чел.-ч	чел.-ч	чел.	н. вр.	требуется
					чел.-ч	чел.-ч	чел.	маш.-ч	маш.-ч	маш.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	Разгрузка и сортировка блоков оголовков	1 блок	48	ЕНИР 4-4-92 №1	0,44	21,12		0,22	10,56	
2	2	Разгрузка и сортировка звеньев трубы	1 звено	86	ЕНИР 4-4-92 №7	0,29	24,94		0,145	12,47	
3		Итого Кол-во смен – 4					46,66	1,4		23,03	0,7
4	1	Разработка грунта 2-й группы бульдозером (45%)	1000 м <sup>3</sup>	0,211	Е1-24-6 Е1-24-14						
5	2	Разработка грунта 2-й группы экскаватором (50%)	1000 м <sup>3</sup>	0,258	Е1-12-14	13,57	3,5				
6	3	Доработка грунта вручную (5%)	100 м <sup>3</sup>	0,235	Е1-164-2	179,09	42,08				
7		Итого Кол-во смен – 4					45,58	1,4			
8	1	Устройство щебеночного подготовительного слоя в котловане	1 м <sup>2</sup>	1201	ЕНИР 4-4-1 № 2в	0,49	588,5				
9	2	Сооружение оголовков круглых труб	м <sup>3</sup>	48	Е30-62-3	3,65	175,2		0,8	38,4	
10	3	Укладка звеньев одноочковых труб диаметром 1,0 м под насыпь до 4 м	м <sup>3</sup>	86,0	Е-30-54-3	10,33	888,4		2,54	218,4	
11		Итого Кол-во смен – 21					1652,1	9,8		256,8	1,5
12		Устройство оклеечной гидроизоляции в 2 слоя	100 м <sup>2</sup>	8,36	Е30-78-2	119,12	995,8				
13		Итого Кол-во смен – 14					995,8	8,9			
14	1	Засыпка вручную с трамбованием	100 м <sup>3</sup>	0,31	Е1-166-2	113,03	35,0				
15	2	Засыпка на 0,5 м грейфером	1000 м <sup>3</sup>	0,134	Е1-12-14 × 1,45	19,67	2,63				
16	3	Перемещение грунта бульдозером до 20 м	1000 м <sup>3</sup>	0,528	Е1-24-6 Е1-24-10						
17		Уплотнение грунта пневмотрамбовками	100 м <sup>3</sup>	6,62	Е1-134-1	12,53	82,9				
18		Итого Кол-во смен – 4					120,53	3,7			
19		Всего						25,2		276,8	2,2
								26			3

Таблица 4.3

## ресурсов

Требуемые ресурсы														
Машины и оборудование														
Бульдозер 79 кВт Д-271			Экскаватор 0,5 м <sup>3</sup>			Экскаватор-грейфер			Компрессор передвижной			Трамбовка пневматическая		
н. вр.	требуется		н. вр.	требуется		н. вр.	требуется		н. вр.	требуется		н. вр.	требуется	
маш.-ч	маш.-ч	маш.	маш.-ч	маш.-ч	маш.	маш.-ч	маш.-ч	маш.	маш.-ч	маш.-ч	маш.	маш.-ч	маш.-ч	маш.
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
21,4	4,51													
			29,5	7,6										
	4,51	0,14		7,6	0,23									
										3,93	32,8			
											32,8	0,3		
						42,77	5,73							
21,4	11,3													
									12,18	80,6		12,18	80,6	
	11,3	0,35					5,73	0,18		80,6	2,5		80,6	2,5
		0,49			0,23			0,18			2,8			2,5
		1			1			1			3			3

5.1.5. Засыпка трубы (строки 14...17). Для расчета объема грунта, необходимого для засыпки трубы, чертят схему, изображенную на рис. 4.6.

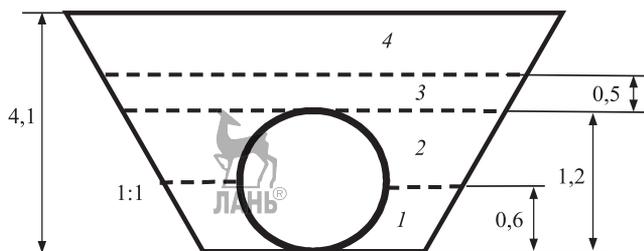


Рис. 4.6. Схема засыпки котлована после укладки звеньев:  
1–4 – объемы грунта

Котлован под трубу представляет собой трапецию с заложением откоса 1:1. Глубина котлована равна высоте насыпи на пикете установки трубы. Например, средняя высота насыпи равна 4,1 м (табл. 4.1, столбец 4), средняя длина котлована равна 27,5 м (табл. 4.1, столбец 7). На дне котлована установлена труба с внешним диаметром 1,2 м (диаметр отверстия равен 1 м и толщина стенки 0,1 м – табл. 4.1, столбцы 10, 11). Для безопасной работы строителей-строповщиков принимают карманы с двух сторон от трубы, равные по 0,5 м.

Итого, ширина котлована понизу равна:  $1,2 + (2 \cdot 0,5) = 2,2$  м.

Ширина котлована поверху равна:  $2,2 + (2 \cdot 4,1) = 10,4$  м.

Объем котлована составляет:  $(2,2 + 10,4) : 2 \cdot 4,1 \cdot 27,5 = 710,3$  м<sup>3</sup>.

Объем трубы ( $\pi \cdot R^2$ )  $L_{\text{сп}} = 3,14 \cdot 0,6^2 \cdot 27,5 = 31,1$  м<sup>3</sup>.

Объем грунта, необходимый для засыпки трубы, составляет:  $710,3 - 31,1 = 679,2$  м<sup>3</sup>.

Объем грунта, необходимый для засыпки, разделен на четыре объема (рис. 4.6).

Расчет 1-го объема толщиной 0,6 м (диаметр трубы  $1,2 : 2 = 0,6$  м):

- ширина 1-го объема поверху:  $2,2 + 2 \cdot 0,6 = 3,4$  м;
- объем нижней трапеции:  $(2,2 + 3,4) : 2 \cdot 0,6 \cdot 27,5 = 46,2$  м<sup>3</sup>;
- половина объема трубы:  $31,1 : 2 = 15,55$  м<sup>3</sup>;
- объем грунта:  $46,2 - 15,55 = 30,65$  м<sup>3</sup>.

Объем грунта 30,65 м<sup>3</sup> записывают в строку 14 – засыпка вручную с трамбованием (табл. 4.3, столбец 4) – единица измерения 100 м<sup>3</sup> – 0,31 единиц.

Расчет 2-го объема толщиной 0,6 м – до верха трубы диаметром 1,2 м:

- ширина 2-го объема поверху:  $3,4 + 2 \cdot 0,6 = 4,6$  м;
- объем второй трапеции:  $(3,4 + 4,6) : 2 \cdot 0,6 \cdot 27,5 = 66,0$  м<sup>3</sup>;
- половина объема трубы:  $31,1 : 2 = 15,55$  м<sup>3</sup>;
- объем грунта:  $66,0 - 15,55 = 50,45$  м<sup>3</sup>.

Расчет 3-го объема (толщина грунта над трубой составляет 0,5 м):

- ширина 3-го объема поверху:  $4,6 + 2 \cdot 0,5 = 5,6$  м;
- объем третьей трапеции:  $(4,6 + 5,6) : 2 \cdot 0,5 \cdot 27,5 = 84,15$  м<sup>3</sup>;
- объем грунта: 84,15 м<sup>3</sup>.

Общий объем второй и третьей трапеций составляет:  $50,45 + 84,15 = 134,6$  м<sup>3</sup>. Объем грунта 134,6 м<sup>3</sup> записывают в строку 15 – засыпка экскаватором, снаб-

женным грейферным ковшом, второй половины трубы и на высоту 0,5 м над трубой (табл. 4.3, столбец 4) — единица измерения  $1000 \text{ м}^3 - 0,134$  единиц.

*Расчет 4-го объема* (толщина слоя равна разности между средней высотой насыпи и суммой предыдущих слоев):

- толщина 4-го объема:  $4,1 - (1,2 + 0,5) = 2,4 \text{ м}$ ;
- ширина 4-го объема поверху:  $5,6 + 2 \cdot 2,4 = 10,4 \text{ м}$ ;
- объем четвертой трапеции:  $(5,6 + 10,4) : 2 \cdot 2,4 \cdot 27,5 = 528,0 \text{ м}^3$ ;
- объем грунта:  $528,0 \text{ м}^3$ .

Объем грунта  $528,0 \text{ м}^3$  записывают в строку 16 — перемещение грунта бульдозером до 20 м — единица измерения  $1000 \text{ м}^3 - 0,528$  единиц (табл. 4.3, столбец 4).

Объем грунта второй, третьей и четвертой трапеции ( $50,45 + 84,15 + 528,0 = 662,6 \text{ м}^3$ ) уплотняют пневматическими трамбовками и записывают общий объем в строку 17 — единица измерения  $100 \text{ м}^3 - 6,62$  единиц.

5.2. *Расчет ресурсов при строительстве водопропускных железобетонных труб.* После заполнения столбца объемов в табл. 4.3 приступают к расчету ресурсов.

5.2.1. *Разгрузка и сортировка блоков оголовков* (строка 1). По § 4-4-92 ЕНиР. Сборник 1. Монтаж сборных труб. № 1 (табл. П.6.7, приложение 6) принимают норму времени, состоящую из нормы монтажника конструкций. *Например*, 0,44 чел.-ч. Норму времени записывают в столбец 6 строки 1. Умножают норму времени на объем работ, получают требуемое значение нормы времени:  $0,44 \times 48 = 21,12$  чел.-ч.

Данная норма времени рассчитана на установку одного блока и включает следующие работы:

- строповка элементов;
- подъем и подача элементов;
- расстроповка элементов.

Данную работу выполняют с помощью крана, например КС-35719-5-02 грузоподъемностью 16 т. В столбце 9 строки 1 ставят норму времени машиниста крана, равную 0,22 (табл. П.6.7). Умножают норму 0,22 на количество единиц, получают требуемую норму времени, необходимую для выполнения полного объема работ:  $0,22 \cdot 48 = 10,56$  маш.-ч.

*Разгрузка и сортировка звеньев трубы* (строка 2). По § 4-4-92 ЕНиР. Сборник 1. Монтаж сборных труб. № 7 (табл. П.6.7, приложение 6) принимают норму времени, состоящую из нормы монтажника конструкций. *Например*, 0,29 чел.-ч. Данная норма времени рассчитана на разгрузку и сортировку одного звена трубы и включает те же работы, что и при сортировке блоков оголовков.

Умножают норму времени на объем работ (столбец 4 умножают на столбец 6), получают количество чел.-ч, необходимых на выполнение всего объема работ. *Например*:  $0,29 \cdot 86 = 24,94$  чел.-ч, (табл. 4.3, столбец 7).

Данную работу, как и предыдущую, выполняют с помощью крана. В столбец 9 строки 2 ставят норму времени машиниста крана, равную 0,145 (табл. П.6.7). Умножают норму 0,145 на количество единиц, получают требуемую норму времени, необходимую для выполнения полного объема работ:  $0,145 \times 86 = 12,47$  маш.-ч.

5.2.2. *Разработка грунта 2-й группы бульдозером* (строка 4). По НРР 8.03.101-2017. Сборник 1. Земляные работы (табл. 1-24, приложение 7) принимают норму времени для бульдозера мощностью 79 кВт при перемещении грунта до 10 м, грунт 2-й группы – 11,63 маш.-ч (Е1-24-6) плюс норму времени на добавление каждые 10 м грунта 2-й группы – 9,77 маш.-ч (Е1-24-14). *Например:*  $11,63 + 9,77 = 21,4$  маш.-ч (столбец 12).

Умножают норму времени на объем работ (столбец 4 умножают на столбец 12), получают количество маш.-ч, необходимое на выполнение всего объема работ. *Например:*  $0,211 \cdot 21,4 = 4,51$  маш.-ч (столбец 13).

*Разработка грунта 2-й группы экскаватором* (строка 5). По тем же нормативным расходам ресурсов в натуральном выражении (НРР 8.03.101-2017) по табл.1-12 (приложение 7) для экскаватора с ковшом 0,5 м<sup>3</sup>, грунт 2-й группы (Е1-12-14), принимают затраты труда рабочих – 13,57 чел.-ч (столбец 6) и норму эксплуатации машины, равную 29,5 маш.-ч (столбец 15).

Умножают норму времени на объем работ, получают требуемое количество чел.-ч и маш.-ч. *Например:*

$$0,258 \cdot 13,57 = 3,5 \text{ чел.-ч (столбец 7);}$$

$$0,258 \cdot 29,5 = 7,6 \text{ маш.-ч (столбец 16).}$$

*Доработка грунта вручную* (строка 6). По НРР 8.03.101-2017 (табл.1-164, приложение 7) определяют затраты труда рабочих при разработке грунта 2-й группы (Е1-164-2) – 179,09 чел.-ч (столбец 6). При данном виде выполняют следующие работы:

- разработка грунта с выбрасыванием на бровку;
- зачистка дна и поверхности;
- откидка грунта от бровки.

Умножают норму времени на объем работ, получают требуемое количество чел.-ч. *Например:*  $0,235 \cdot 179,09 = 42,08$  чел.-ч (столбец 7).

5.2.3. *Устройство щебеночного подготовительного слоя в котловане* (строка 8). По § 4-4-1 ЕНиР. Сборник 1. Устройство щебеночной подготовки. № 2в для работы «С бровки котлована с перекидкой» (табл. П.6.8, приложение 6) принимают норму времени, равную 0,49 чел.-ч на 1 м<sup>2</sup> (столбец 6). При данном виде выполняют следующие работы:

- подача щебня с перекидкой до 3 м;
- разравнивание щебня с планировкой лопатами;
- трамбование щебня.

Умножают норму времени на объем работ, получают требуемое количество чел.-ч. *Например:*  $1201 \text{ м}^2 \cdot 0,49 = 588,5$  чел.-ч (столбец 7).

*Сооружение оголовков круглых труб* (строка 9). По РСН 8.03.130-2007, табл. 30-62 «Сооружение оголовков круглых труб отверстием 1–2 м» (табл. П.6.9, приложение 6) определяют затраты труда рабочих – 3,65 чел.-ч (столбец 6) и затраты для крана на гусеничном ходу 25 т (Е30-62-3) – 0,8 маш.-ч (столбец 9). При данном виде выполняют следующие работы:

- подача и сортировка блоков оголовков;
- установка конструкций оголовков на цементном растворе;
- конопатка, заливка и расшивка швов;
- заполнение пазух бетоном;
- устройство бетонного лотка.

Умножают норму времени на объем работ, получают требуемое количество чел.-ч и маш.-ч. *Например:*

$$48 \cdot 3,65 = 175,2 \text{ чел.-ч (столбец 7);}$$

$$48 \cdot 0,8 = 38,4 \text{ маш.-ч (столбец 10).}$$

*Укладка звеньев одноочковых труб диаметром 1,0 м под насыпь до 4 м (строка 10).* По РСН 8.03.130-2007, табл. 30-54 «Укладка звеньев одноочковых труб отверстием 1 м под насыпь высотой до 4 м» (табл. П.6.10, приложение 6) определяют затраты труда рабочих – 10,33 чел.-ч (Е30-54-3) и затраты для крана гусеничного 25 т – 2,54 маш.-ч (столбец 9). При данном виде выполняют следующие работы:

- подача и сортировка звеньев;
- очистка поверхности лекальных блоков;
- укладка звеньев труб на цементном растворе;
- конопатка, заливка и затирка швов.

Умножают норму времени на объем работ, получают требуемое количество чел.-ч и маш.-ч. *Например:*

$$86,0 \cdot 10,33 = 888,4 \text{ чел.-ч (столбец 7);}$$

$$86,0 \cdot 2,54 = 218,4 \text{ маш.-ч (столбец 10).}$$

5.2.4. *Устройство оклеечной гидроизоляции в 2 слоя (строка 12).* По РСН 8.03.130-2007, табл. 30-78 «Устройство оклеечной гидроизоляции в 2 слоя» (табл. П.6.11, приложение 6) определяют затраты труда рабочих (Е30-78-2) – 119,12 чел.-ч (столбец 6) и затраты для компрессора передвижного – 3,93 маш.-ч (столбец 21). При данном виде выполняют следующие работы:

- очистка поверхности;
- укладка подготовительного слоя;
- приготовление битумной мастики;
- подготовка рулонных материалов;
- перекрытие деформационных швов;
- устройство битумной гидроизоляции;
- устройство защитного слоя;
- приготовление эпоксидной мастики;
- нанесение обмазочной гидроизоляции.

Умножают норму времени на объем работ, получают требуемое количество чел.-ч и маш.-ч. *Например:*

$$8,36 \cdot 119,12 = 995,8 \text{ чел.-ч (столбец 7);}$$

$$8,36 \cdot 3,93 = 32,8 \text{ маш.-ч (столбец 22).}$$

Переносят расчетные цифры в соответствующие столбцы строки 12.

5.2.5. *Засыпка вручную с трамбованием (строка 14).* По НРР 8.03.101-2017. Сборник 1. Земляные работы, табл. 1-166 «Засыпка вручную траншей, пазух котлованов и ям» (табл. 1-166, приложение 7) определяют затраты труда рабочих (Е1-166-2) – 113,03 чел.-ч. При данном виде выполняют следующие работы:

- засыпка ранее выброшенным грунтом с трамбованием;
- поливка водой при необходимости.

Умножают норму времени на объем работ, получают требуемое количество чел.-ч. *Например:*  $0,31 \cdot 113,03 = 35,0$  чел.-ч.

*Засыпка на 0,5 м экскаватором с грейферным оборудованием* (строка 15). По НРР 8.03.101-2017. Сборник 1. Земляные работы, табл. 1-12 «Разработка грунта в отвал экскаватором», работы выполняют экскаватором с емкостью ковша 0,5 м<sup>3</sup> (Е1-12-14) (табл. 1-12, приложение 7) с учетом коэффициента к нормативам (п. 3.34. Разработка грунта экскаватором с грейферным ковшом в грунтах 2-й группы), равным 1,45. Норма затрат составляет:

- для рабочих  $13,57 \cdot 1,45 = 19,67$  чел.-ч (столбец 6);
- норма для экскаватора одноковшового дизельного на гусеничном ходу  $0,5 \text{ м}^3 - 29,5 \cdot 1,45 = 42,77$  маш.-ч (столбец 18).

Умножают норму времени на объем работ, получают требуемое количество чел.-ч и маш.-ч. *Например:*

$$0,134 \cdot 19,67 = 2,63 \text{ чел.-ч (столбец 7);}$$

$$0,134 \cdot 42,77 = 5,73 \text{ маш.-ч (столбец 19).}$$

*Перемещение грунта бульдозером до 20 м* (строка 16). По НРР 8.03.101-2017. Сборник 1. Земляные работы, табл. 1-24 (приложение 7) принимают норму времени для бульдозера мощностью 79 кВт при перемещении грунта до 10 м, грунт 2-й группы – 11,63 маш.-ч (Е1-24-6) плюс норму времени на добавление каждые 10 м грунта 2-й группы – 9,77 маш.-ч (Е1-24-14). *Например:*  $11,63 + 9,77 = 21,4$  маш.-ч (столбец 12).

Умножают норму времени на объем работ (столбец 4 умножают на столбец 12), получают количество маш.-ч, необходимое на выполнение всего объема работ. *Например:*  $0,528 \cdot 21,4 = 11,3$  маш.-ч (столбец 13).

*Уплотнение грунта пневмотрамбовками* (строка 17). По НРР 8.03.101-2017. Сборник 1. Земляные работы, табл. 1-134 (приложение 7) определяют затраты труда рабочих (Е1-134-1) – 12,53 чел.-ч (столбец 6), затраты для компрессора передвижного – 12,18 маш.-ч (столбец 21), затраты для трамбовки пневматической – 12,18 маш.-ч (столбец 24). Уплотнению подлежит грунт во 2-м, 3-м и 4-м объемах (см. рис. 4.6):  $50,45 + 84,15 + 528,0 = 662,6 \text{ м}^3$ . Единица измерения 100 м<sup>3</sup>, количество единиц – 6,62. Умножают норму времени на объем работ, получают требуемое количество чел.-ч и маш.-ч. *Например:*

$$6,62 \cdot 12,53 = 82,9 \text{ чел.-ч (столбец 7);}$$

$$6,62 \cdot 12,18 = 80,6 \text{ маш.-ч (столбец 22);}$$

$$6,62 \cdot 12,18 = 80,6 \text{ маш.-ч (столбец 25).}$$

**5.3. Определяют количество смен, необходимое на выполнение вышеописанных работ.** Для определения количества людей и машин, необходимо количество смен, в течение которых должно быть выполнено строительство восьми водопропускных труб (47 смен, см. табл. 4.2, столбец 9), распределить на выполнение отдельных видов работ в соответствии с их трудозатратами. Поскольку трудозатраты рассчитывались отдельно для чел.-ч и маш.-ч, а для расчета приняты затраты в чел.-ч, то данный расчет можно считать ориентировочным. Результаты расчета по ориентировочному распределению количества смен заносят в табл. 4.4.

Распределяют общее количество смен на виды работ в соответствии с их трудозатратами (табл. 4.4).

**Ориентировочное распределение количества смен по видам работ в зависимости от трудозатрат в чел.-ч**

№ п/п	Вид работ	Объем работ	%	Смены	
				расчетные	принимаемые
1	Разгрузка и сортировка	46,06	1,6	0,7	4
2	Разработка грунта	45,58	1,6	0,7	4
3	Строительство трубы	1652,1	57,7	27,1	21
4	Гидроизоляция	995,8	34,8	16,3	14
5	Засыпка трубы	120,53	4,3	2,2	4
	Итого	2860,07	100	47,0	47,0

5.3.1. *Определяют количество чел.-ч и маш.-ч, необходимое для выполнения разгрузочных и сортировочных работ.* Складывают значения столбцов 7 и 10 и записывают в итоговую строку (строка 3) тех же столбцов.

*Например:*  $21,12 + 24,94 = 46,06$  чел.-ч и  $10,56 + 12,47 = 23,03$  маш.-ч.

Определяют количество людей и машин (кран КС-35719-5-02), необходимое для разгрузки элементов трубы по выражению (3.3):

$$N_{\text{чел}} = \frac{\text{треб. чел.-ч}}{\text{количество смен} \cdot \text{продолжительность смены}} = \frac{46,06}{4 \cdot 8} = 1,4 \text{ чел.};$$

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{\text{количество смен} \cdot \text{продолжительность смены}} = \frac{23,03}{4 \cdot 8} = 0,72 \text{ маш.}$$

5.3.2. *Определяют количество чел.-ч и маш.-ч, необходимое для выполнения разработки котлована под трубу.*

Складывают значения столбца 7 и записывают в итоговую строку (строка 7) того же столбца. *Например:*  $3,5 + 42,08 = 45,58$  чел.-ч.

Складывают значения столбца 13 и записывают в итоговую строку (строка 7) того же столбца. *Например:*  $4,51$  маш.-ч.

Складывают значения столбца 16 и записывают в итоговую строку (строка 7) того же столбца. *Например:*  $7,6$  маш.-ч.

Определяют количество людей и машин, необходимое для разработки котлована:

$$N_{\text{чел}} = \frac{\text{треб. чел.-ч}}{\text{количество смен} \cdot \text{продолжительность смены}} = \frac{45,58}{4 \cdot 8} = 1,4 \text{ чел.};$$

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{\text{количество смен} \cdot \text{продолжительность смены}} = \frac{4,51}{4 \cdot 8} = 0,14 \text{ маш.};$$

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{\text{количество смен} \cdot \text{продолжительность смены}} = \frac{7,6}{4 \cdot 8} = 0,23 \text{ маш.}$$

5.3.3. *Определяют количество чел.-ч и маш.-ч, необходимое для укладки трубы.*

Складывают значения столбца 7 и записывают в итоговую строку (строка 11) того же столбца. *Например:*  $588,5 + 175,2 + 888,4 = 1652,1$  чел.-ч.

Складывают значения столбца 10 и записывают в итоговую строку (строка 11) того же столбца. *Например:*  $38,4 + 218,4 = 256,8$  чел.-ч.

$$N_{\text{чел}} = \frac{\text{треб. чел.-ч}}{\text{количество смен} \cdot \text{продолжительность смены}} = \frac{1652,1}{21 \cdot 8} = 9,8 \text{ чел.};$$

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{\text{количество смен} \cdot \text{продолжительность смены}} = \frac{256,8}{21 \cdot 8} = 1,5 \text{ маш.}$$

5.3.4. *Определяют количество чел.-ч и маш.-ч, необходимое для гидроизоляции (строка 12).*

Складывают значения столбца 7 и записывают в итоговую строку (строка 13) того же столбца. *Например:*  $995,8$  чел.-ч.

Складывают значения столбца 22 и записывают в итоговую строку (строка 13) того же столбца. *Например:*  $32,8$  чел.-ч.

$$N_{\text{чел}} = \frac{\text{треб. чел.-ч}}{\text{количество смен} \cdot \text{продолжительность смены}} = \frac{995,8}{14 \cdot 8} = 8,9 \text{ чел.};$$

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{\text{количество смен} \cdot \text{продолжительность смены}} = \frac{32,8}{21 \cdot 8} = 0,3 \text{ маш.}$$

5.3.5. *Определяют количество чел.-ч и маш.-ч, необходимое для засыпки трубы (строка 18).*

Складывают значения столбца 7 и записывают в итоговую строку (строка 18) того же столбца. *Например:*  $35,0 + 2,63 + 82,9 = 120,53$  чел.-ч.

Значение столбца 13 записывают в итоговую строку (строка 18) того же столбца. *Например:*  $11,3$  маш.-ч.

Значение столбца 19 записывают в итоговую строку того же столбца. *Например:*  $5,73$  маш.-ч.

Значение столбца 22 записывают в итоговую строку того же столбца. *Например:*  $80,6$  маш.-ч.

Значение столбца 25 записывают в итоговую строку того же столбца. *Например:*  $80,6$  маш.-ч.

$$N_{\text{чел}} = \frac{\text{треб. чел.-ч}}{\text{количество смен} \cdot \text{продолжительность смены}} = \frac{120,53}{4 \cdot 8} = 3,7 \text{ чел.};$$

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{\text{количество смен} \cdot \text{продолжительность смены}} = \frac{11,3}{4 \cdot 8} = 0,35 \text{ маш.};$$

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш.} \cdot \text{ч}}{\text{количество смен} \cdot \text{продолжительность смены}} = \frac{5,73}{4 \cdot 8} = 0,18 \text{ маш.};$$

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш.} \cdot \text{ч}}{\text{количество смен} \cdot \text{продолжительность смены}} = \frac{80,6}{4 \cdot 8} = 2,5 \text{ маш.}$$

Складывают итоговые значения столбцов 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26 и записывают суммы в соответствующие столбцы строки «Всего». *Например:*

- столбец 8:  $1,4 + 1,4 + 9,8 + 8,9 + 3,7 = 25,2$  чел.; принимают 25 чел.;
- столбец 11:  $0,72 + 1,5 = 2,2$  маш.; принимают 3 маш. (кран);
- столбец 14:  $0,14 + 0,35 = 0,49$  маш.; принимают 1 маш. (бульдозер);
- столбец 17: 0,23 маш.; принимают 1 маш. (экскаватор  $0,5 \text{ м}^3$ );
- столбец 20: 0,18 маш.; принимают 1 маш. (экскаватор-грейфер);
- столбец 23:  $0,3 + 2,5 = 2,8$  маш.; принимают 3 маш. (компрессор);
- столбец 26: 2,5 маш.; принимают 3 маш. (трамбовка).

Результаты расчетов показали, что для строительства восьми водопропускных железобетонных труб с отверстием 1,0 м необходимы следующие машины при условии выполнения всех работ одновременно (единиц):

- кран грузоподъемностью 16 т на шасси МАЗ – 3;
- бульдозер 79 кВт – 1;
- экскаватор  $0,5 \text{ м}^3$  – 1;
- экскаватор, снабженный грейферным оборудованием, – 1;
- компрессор передвижной – 3;
- трамбовка пневматическая – 3.

**6. Производят комплектование специализированных звеньев.** Работы по строительству восьми труб, как было указано ранее, ведутся поточным методом. В подразделе 4.2 приведены составы звеньев, выполняющих следующие виды работ: подготовительные, монтажные и изолировочные. Для расчета количества звеньев составлена табл. 4.5.

В результате расчетов, выполненных по табл. 4.3, и составов звеньев, приведенных в подразделе 4.2, строительство восьми водопропускных железобетонных труб за 47 рабочих смен выполняет бригада, состоящая из 7 звеньев (2 подготовительных звена, 3 звена монтажников и 2 звена изолировщиков) с общим количеством строителей 26 человек.

Для выполнения работ по строительству водопропускных труб прилагаются 10 единиц техники вместе с водителями и мотористами. Общий состав специализированного отряда приведен в табл. 4.6.

На основании выполненных расчетов определены:

- количество рабочих смен, в течение которых построены восемь труб, – 47 смен;
- количество рабочих-строителей – 26 человек;
- количество единиц техники – 10 машин.

Таблица 4.5

## Расчет количества звеньев

№ п/п	Виды работ (табл. 4.3)	Расчетное кол-во людей (табл. 4.3, столбец 8)	Подраздел 4.2			
			Название звена	Кол-во звеньев	Состав бригады	
					разряд	кол-во
1	Разгрузка и сортировка	1,4	Подготовительное	1	4	1
2	Разработка грунта	1,4			3	1
					2	1
	Количество звеньев – 1; состав звена, чел.			1		3
3	Монтажные работы	9,8	Монтажников	1	4	1
					3	2
					2	1
				2	4	1
					3	2
					2	1
				3	4	1
					3	2
					2	1
					Количество звеньев – 2; состав двух звеньев, чел.	
4	Гидроизоляция	8,9	Изолировщиков	1	4	1
					3	1
					2	2
				2	4	1
					3	1
					2	2
	Количество звеньев – 2; состав двух звеньев, чел.					8
5	Засыпка с уплотнением	3,7	Подготовительное	1	4	1
					3	1
					2	1
	Количество звеньев – 1; состав звена, чел.					3
	Итого	25,2				26

Таблица 4.6

## Состав специализированного отряда

Наименование	Ед. измерения	Количество
<i>Личный состав</i>		
Строительные рабочие, в том числе:		
подготовительное звено (2 звена)	чел.	6
звено монтажников (3 звена)	чел.	12
звено изолировщиков (2 звена)	чел.	8
Итого	чел.	26
Водители дорожных машин и мотористы	чел.	12
Всего		38
<i>Машины и оборудование</i>		
Автокран КС-35719-5-02, грузоподъемность 16 т, шасси МАЗ	шт.	3
Бульдозер мощностью 79 кВт Д-271	шт.	1
Экскаватор 0,5 м <sup>3</sup>	шт.	1
Экскаватор-грейфер	шт.	
Компрессор передвижной с двигателем внутреннего сгорания давлением до 686 кПа (7 атм)	шт.	3
Трамбовка пневматическая	шт.	3
Итого	шт.	12

# Раздел 5

## СООРУЖЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

### Введение

*Сооружение земляного полотна* — это строительные работы по возведению насыпи или разработке выемки из грунта, приемлемого для дорожной конструкции. Основные требования к грунтам для земляного полотна отражены в подразделе 2.3. При назначении насыпи необходимо учитывать несущую способность основания, особенно если в основании залегают слабые грунты мощностью более 0,5 м. Крутизну откосов насыпи назначают в зависимости от вида грунта, из которого сооружается насыпь, высоты насыпи и конструкции земляного полотна (см. табл. 1.4, раздел 1).

Доставляемый на место отсыпки насыпи грунт распределяется ровным слоем, толщина которого зависит от вида грунта и уплотняющей техники. Толщина слоя грунта в плотном теле при отсыпке насыпи земляного полотна автомобилями-самосвалами колеблется от 20...40 см до 100...120 см. Ориентировочно толщина слоя может быть назначена в соответствии с данными, представленными в табл. 5.1, с последующим уточнением по результатам пробного уплотнения.

Таблица 5.1

Ориентировочные значения толщины слоя уплотняемого грунта

Вид уплотняющей машины	Масса машины или уплотняющего органа, т	Толщина уплотненного слоя грунта, см
Кулачковый прицепной каток	9...18	15...25
Прицепной каток на пневмошинах	12...15	10...20
Полуприцепной каток на пневмошинах	25...30	20...35
	40...60	25...40
Решетчатый прицепной каток	25...35	25...40
Трамбующая машина	Навесная на тракторе	30...50
Трамбующая плита на экскаваторе	2	70...90

При перемещении грунта скрепером необходимо выгружать доставленный грунт определенной толщиной: песчаный грунт — 10...15 см, глинистый — 20...25 см.

Слой грунта уплотняют до требуемого значения коэффициента уплотнения в зависимости от вида земляного полотна, глубины расположения слоя и типа дорожной одежды, устраиваемой на данном участке (табл. 5.2). Требуемый

коэффициент уплотнения представляет собой отношение требуемой плотности сухого грунта  $\rho_{d\text{тр}}$  к максимальной плотности  $\rho_{d\text{max}}$ :

$$K_{\text{тр}} = \frac{\rho_{d\text{тр}}}{\rho_{d\text{max}}}. \quad (5.1)$$

Таблица 5.2

**Минимальные значения требуемого коэффициента уплотнения грунта**

Виды земляного полотна	Часть земляного полотна	Глубина расположения слоя от поверхности покрытия, м	Значение коэффициента уплотнения во II дорожно-климатической зоне	
			Усовершенствованные капитальные покрытия	Усовершенствованные облегченные и переходные покрытия
Насыпи	Верхняя	До 1,5	1,00...0,99	1...0,98
	Нижняя неподтопляемая	1,5...6,0	0,95	0,95
		Более 6,0	0,98	0,95
Выемки и естественные основания низких насыпей	В слое сезонного промерзания	До 1,2	1,00...0,99	1...0,98
	Ниже слоя сезонного промерзания	До 1,2	0,95	0,95...0,92

Значения коэффициента уплотнения характеризуют достигаемый результат относительно максимальной плотности, которая соответствует оптимальной влажности (табл. 5.3) и которую можно достигнуть при допустимой влажности (табл. 5.4).

Таблица 5.3

**Ориентировочные значения оптимальной влажности**

Грунты	Значения оптимальной влажности (% массы грунта)
Крупноблочные: щебеночные дресвяные	3...5
	5...7
Песок: гравелистый крупный средней крупности мелкий и пылеватый	4...6
	6...8
	7...9
	8...10
Супеси Суглинки легкие Суглинки тяжелые Глины	8...14
	12...16
	16...22
	18...26

Рациональной организацией земляных работ является поточный метод, основанный на обеспечении строгой последовательности выполнения отдельных видов работ с высоким качеством, соответствующим требованиям проекта.

Значения допустимой влажности

Грунты	Допустимая влажность ( $W_{\text{доп}}$ ) в долях от оптимальной ( $W_0$ ) при требуемом коэффициенте уплотнения грунта			
	свыше 1,0	1,0...0,98	0,95	0,90
Пески пылеватые; супеси легкие крупные	0,85...1,30	0,80...1,35	0,75...1,60	0,75...1,60
Супеси легкие и пылеватые	0,85...1,20	0,80...1,25	0,75...1,35	0,70...1,60
Супеси тяжелые пылеватые; суглинки легкие и легкие пылеватые	0,90...1,10	0,85...1,15	0,80...1,30	0,75...1,50
Суглинки тяжелые и тяжелые пылеватые, глины	0,90...1,00	0,90...1,05	0,85...1,20	0,80...1,30

## 5.1. Выбор и обоснование ведущей машины для земляных работ

*Земляные работы* — это комплекс работ по разработке грунта, его перемещению, укладке и уплотнению, который является важнейшим элементом транспортного строительства и оценивается коэффициентом значимости, равным единице.

*Ведущей* называют машину, имеющую основное значение в комплекте или звене, выполняющую наибольший объем работ и главные операции технологического процесса. Ведущие машины выбирают из перечня землеройно-транспортных машин в зависимости от высоты насыпи, глубины выемки, типа грунта и дальности его перемещения.

*Землеройно-транспортными* называют машины, предназначенные для разработки грунта, его перемещения и распределения ровным слоем. Землеройно-транспортные машины классифицируют:

- по способу перемещения: самоходные и прицепные — на пневмоколесном или гусеничном ходу;
- по режиму рабочего процесса: непрерывного и циклического действия;
- по виду рабочего оборудования: ковшовые, ножевые, фрезерные.

При строительстве земляного полотна применяют такие землеройно-транспортные машины, как грейдер (автогрейдер), грейдер-элеватор, бульдозер, скрепер и экскаватор.

### Рекомендации по применению землеройно-транспортных машин

*Грейдер (автогрейдер)* применяют при возведении насыпи высотой до 0,75 м при равнинном или слабопересеченном рельефе, на дорогах низких категорий. Поперечное перемещение грунта при продольном движении автогрейдера выполняют полноповоротным отвалом на захватке длиной 400...500 м.

*Бульдозер* применяют при возведении насыпи земляного полотна высотой от 1 до 2 м из грунта боковых резервов и расстоянии транспортирования грунта до 100 м. Наиболее экономичный способ транспортирования грунта — *траншейный*, когда между полосами срезанного грунта остаются перемычки шириной до 1 м. Таким способом перемещают грунт из выемки в насыпь.

*Скрепер* прицепной, полуприцепной и самоходный применяют при высоте насыпи от 2,5 до 3 м. Прицепные и полуприцепные скреперы с объемом ковша 4,5...25 м<sup>3</sup> применяют при дальности транспортирования до 1000 м (рекомендуемое расстояние 600...700 м). Самоходные скреперы с объемом ковша 8...40 м<sup>3</sup> используют при дальности перемещения грунта до 5 км.

*Экскаваторы* применяют при сооружении насыпи из привозного грунта, разрабатываемого в сосредоточенном резерве (карьере). Дальность транспортирования грунта оптимизируется транспортными расходами, и при расстоянии перемещения более 3 км рекомендуется применять большегрузные автомобили – самосвалы.

### Характеристика землеройно-транспортных машин

*Грейдер* – прицепная планировочно-профилировочная машина, рабочим органом которой служит полноповоротный отвал с ножами, размещенный между передним и задним мостами пневмоколесного ходового оборудования.

*Автогрейдер* – самоходная планировочно-профилировочная машина, сходная по назначению и конструкции с грейдером (рис. 5.1, а), но имеющая автономный двигатель, обеспечивающий движение машины и изменение положений рабочих органов.

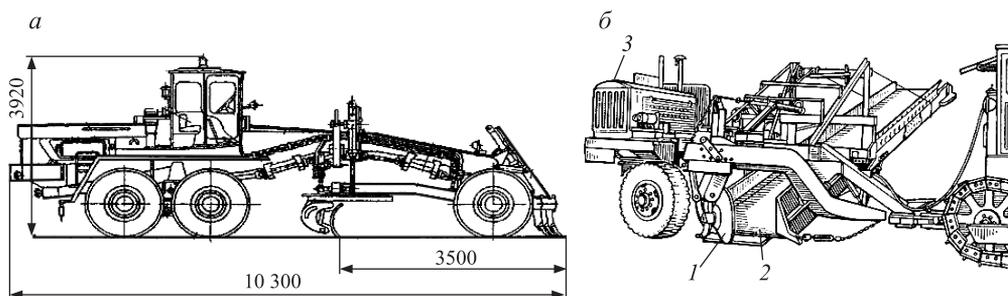


Рис. 5.1. Землеройно-транспортные машины:

а – автогрейдер; б – грейдер-элеватор: 1 – диск; 2 – транспортер; 3 – автономный двигатель

*Грейдер-элеватор* – колесная прицепная или полуприцепная землеройная машина, у которой рабочим органом является диск, срезающий грунт и подающий его на транспортер для перемещения его в насыпь или кузов автомобиля (рис. 5.1, б).

Автогрейдеры применяют при расстоянии перемещения грунта до 100 м:

- на планировочных и профилировочных работах для послойной разработки грунтов 1...3-й групп;

- сооружении насыпей высотой до 0,75 м;
- засыпке траншей, канав, отрывке кюветов и устройстве борозд;
- очистке дорог от снега в зимнее время года.

Автогрейдеры разделяют по массе:

- легкие – массой до 9 т и мощностью 55...65 кВт;
- средние – массой 9...13 т и мощностью 65...110 кВт;
- тяжелые – массой 13...19 т и мощностью 110...185 кВт.

Колесная схема определяется формулой  $A \cdot B \cdot B$  (где  $A$  – число осей с управляемыми колесами;  $B$  – число осей с ведущими колесами;  $B$  – общее число осей). Колесная схема отечественных автогрейдеров легкого и среднего типа  $1 \cdot 2 \cdot 3$ , тяжелого типа –  $1 \cdot 3 \cdot 3$ . Легкие автогрейдеры обеспечивают наибольшую глубину резания до 0,2 м, средние – до 0,25 м, тяжелые – до 0,5 м. Техническая характеристика автогрейдеров представлена в табл.5.5.

Техническая характеристика автогрейдеров

Таблица 5.5

Показатель	ДЗ-99А	ДЗ-143	ДЗ-122А	ДЗ-98А	ДЗ-140
Мощность, кВт	66,2	99,4	99,4	184	220
Длина отвала, мм	3040	3740	3724	4250	4830
Высота отвала, мм	500	620	620	720	800
Бульдозерный отвал (длина), мм	2235	2475	2480	3200	2475
Масса, кг	9500	13 500	14 370	19 500	26 600

Кроме основного полноповоротного рабочего отвала автогрейдер снабжается дополнительным сменным оборудованием:

- удлинителем и уширителем отвала для перемещения и планирования грунтов;
- откосниками (укрепляемыми на отвале) для планирования откосов насыпей (выемок) и очистки канав;
- кирковщиком с шириной захвата 930...1400 мм для взлома дорожных покрытий и рыхления плотных грунтов на глубину до 0,25 м;
- бульдозерным отвалом;
- двухотвальным снегоочистителем, который устанавливается спереди машины и управляется гидроцилиндром.

Положение отвала автогрейдера: угол захвата –  $\beta$ , угол резания –  $\alpha$ , угол наклона –  $\gamma$  (рис. 5.2), устанавливают в зависимости от назначения выполняемой операции (табл. 5.6).

**Бульдозер** – гусеничный или пневмоколесный трактор, снабженный бульдозерным оборудованием, включающим отвал с ножами, толкающее устройство в виде брусьев или рамы и гидравлическую систему управления отвалом (рис. 5.3, а).

По типу привода рабочего оборудования в настоящее время бульдозеры выпускают с гидравлическим управлением.

По классу, который означает номинальную силу тяги базового трактора, различают бульдозеры следующих видов:

- малогабаритные – класса до 0,9, мощностью 18,5...37 кВт;
- легкие – классов 1,4...4, мощностью 37...96 кВт;
- средние – классов 6...15, мощностью 103...154 кВт;
- тяжелые – классов 25...35, мощностью 220...405 кВт;
- сверхтяжелые – классов 50...100, мощностью 510...880 кВт.

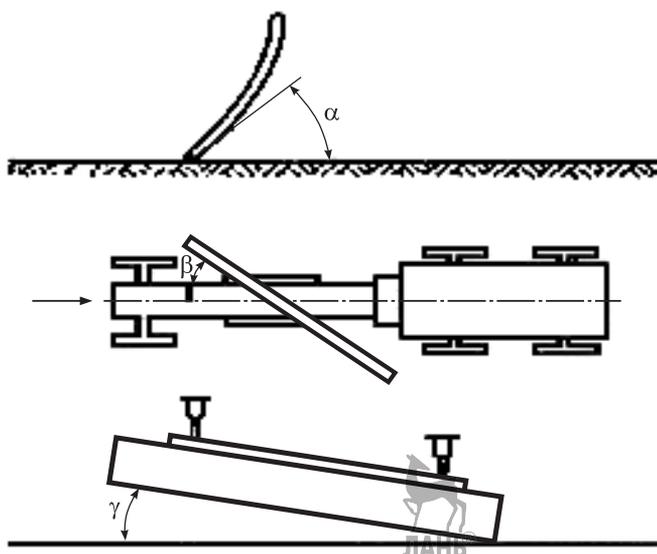


Рис. 5.2. Углы установки отвала автогрейдера

Таблица 5.6

Параметры установки отвала автогрейдера

Рабочие операции	Углы установки ножа грейдера, град.		
	захвата – $\beta$	резания – $\alpha$	наклона – $\gamma$
Зарезание разрыхленного связного грунта	30...35	До 40	15
Зарезание несвязного грунта	35...10	35...40	15
Перемещение: влажных грунтов сухих грунтов	10...50	35...40	15
	35...15	40...45	18
Разравнивание	70...90	50...60	2
Планировка	45...55	40...45	18
Срезка грунта на откосах	60...65	40...45	-

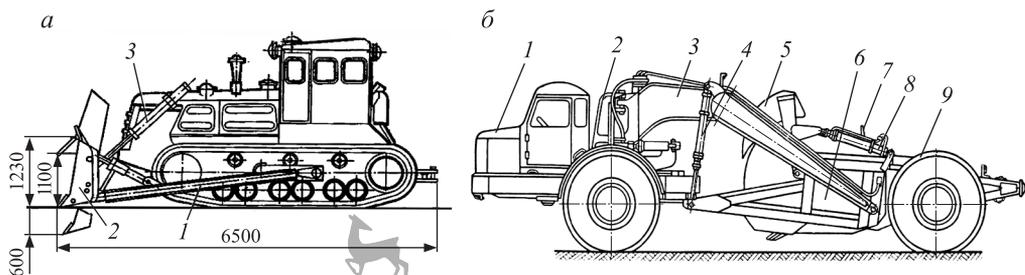


Рис. 5.3. Землеройно-транспортные машины:

*a* – бульдозер: 1 – толкающие брусья; 2 – отвал; 3 – гидроцилиндры; *б* – скрепер: 1 – двигатель; 2 – опора рамы; 3 – рама; 4 – гидравлическая система опускания ковша; 5 – задвижка; 6 – ковш; 7 – рычаг управления задвижкой; 8 – гидравлическая система управления задвижкой; 9 – колесная опора

Рабочий цикл бульдозера:

- при движении машины вперед — отвал с помощью системы управления заглубляется в грунт, срезает ножами слой грунта и перемещает впереди себя образовавшуюся грунтовую призму волоком по поверхности земли к месту разгрузки. Резание грунта производится на скорости 2,5...4,5 км/ч, перемещение грунта — на скорости 4,5...6 км/ч;

- после отсыпки грунта — отвал поднимается в транспортное положение, машина возвращается к месту набора грунта, после чего цикл повторяется.

Бульдозеры применяют для послойной разработки и перемещения грунтов 1...4-й категорий на расстояние до 100 м. Области применения бульдозера:

- возведение земляного полотна из выемки в насыпь (траншейно-ярусный способ, рис. 5.4); из боковых резервов в насыпь высотой до 1...1,5 м (траншейный способ с перемычками);

- землеройно-планировочные работы: планировка площадок, послойное разравнивание привозного грунта;

- снятие растительного слоя грунта, перемещение грунта на небольшие расстояния (10...30 м);

- сооружение полувыемки-полунасыпи на косогоре;

- уборка валунов и пней, корчевка и валка мелколесья.

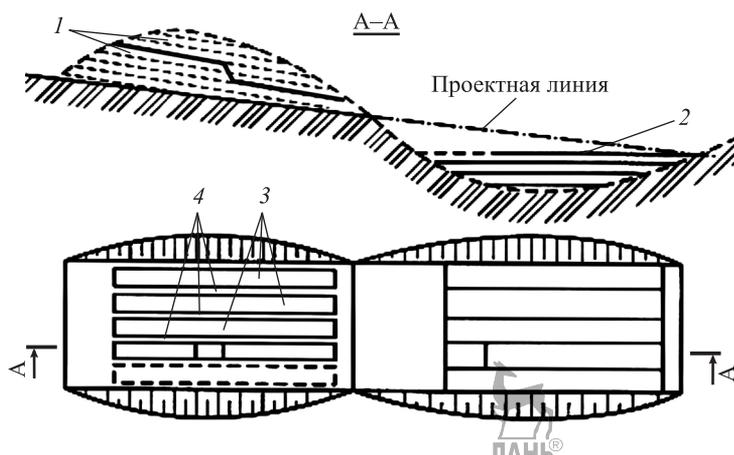


Рис. 5.4. Траншейно-ярусный способ разработки грунта бульдозером:

1 — ярусы разработки; 2 — слои отсыпаемой насыпи; 3 — траншеи; 4 — стенки между траншеями

Техническая характеристика гусеничных бульдозеров представлена в табл. 5.7.

**Скрепер** — самоходная, прицепная или полуприцепная землеройно-транспортная машина, рабочим органом которой является ковш, снабженный в нижней части ножами для срезания грунта (см. рис. 5.3, б). Скреперы предназначены для послойного срезания грунта, транспортирования, послойной отсыпки, разравнивания и частичного уплотнения грунтов 1...4-й категорий.

Главным параметром скрепера является геометрическая вместимость (объем) ковша. В настоящее время выпускают скреперы со следующими емкостями ковша: 3; 4,5; 8(7); 10; 15; 25; 40 м<sup>3</sup>. Скреперы классифицируют на

машины с малой (до 3 м<sup>3</sup>), средней (3...10 м<sup>3</sup>) и большой (свыше 10 м<sup>3</sup>) вместимостью ковша.

Таблица 5.7

Техническая характеристика гусеничных бульдозеров

Показатель	ДЗ-110В	ДЗ-109Б	ДЗ-118	ДЗ-132-2	ДЗ-158	ДЗ-59ХЛ	ДЗ-124ХЛ
Базовый трактор	Т-130МГ-1		ДЭТ-250М	ДЭТ-259М2	Т-25,01	Т-330	
Тяговый класс	10		25	25	25	35	
Ширина отвала, мм	3220	4120	4310	4590/ 4550	4200 (4320)	4730	4860
Высота отвала, мм	1300	1140	1550	1700	1700	1750	1880
Масса эксплуатационная, кг	17 740	18 000	38 781	40 810 (41 090)	42 455	53 276/ 50 725	53 532

Скреперы применяют для доставки грунта из выемок или резервов в насыпь.

Рабочий цикл скрепера состоит из следующих последовательно выполняемых операций:

- резание грунта и наполнение ковша, при этом нож ковша опущен в грунт, а подвижная заслонка находится в приподнятом состоянии. Скорость движения скрепера при наполнении ковша составляет 2...4 км/ч;
- наполненный грунтом ковш на ходу поднимается в транспортное положение, а подвижная заслонка опускается, препятствуя высыпанию грунта из ковша. Скорость при транспортном передвижении составляет 0,5...0,8 от максимальной скорости трактора или тягача;
- транспортирование грунта в ковше к месту укладки;
- выгрузка и укладка грунта. При разгрузке подвижная заслонка вновь поднимается, а грунт вытесняется принудительно из приспущенного ковша выдвигаемой вперед задней стенкой ковша, причем регулируемый зазор между режущей кромкой ковша и поверхностью земли определяет толщину укладываемого слоя грунта;
- обратный (холостой) ход машины в забой.

Техническая характеристика скреперов представлена в табл. 5.8.

**Экскаваторы** – самоходные землеройные машины с ковшовым оборудованием, предназначенные для разработки грунтов 1...4-й категорий с перемещением их на сравнительно небольшие расстояния в отвал или в транспортное средство.

Экскаваторы классифицируют:

- по назначению: карьерные, вскрышные, шахтные, строительные;
- по силовому оборудованию: с двигателем внутреннего сгорания (дизельные), электрические;
- по режиму рабочего процесса: непрерывного (многоковшовые, скребковые, фрезерные – роторные) и цикличного (одноковшовые) действия;

- по ходовому оборудованию: гусеничные – вместимость ковша 0,4...16 м<sup>3</sup>; пневмоколесные – 0,4...0,65 м<sup>3</sup>; на шасси автомобилей и тракторов – 0,15...0,65 м<sup>3</sup>; шагающие – до 100 м<sup>3</sup>;

- по виду рабочего оборудования: прямая лопата, обратная лопата, драглайн, грейфер (рис. 5.5). По вместимости ковша экскаваторы подразделяются на восемь групп: 1 – 0,15 м<sup>3</sup>; 2 – 0,25 м<sup>3</sup>; 3 – 0,4 м<sup>3</sup>; 4 – 0,65 м<sup>3</sup>; 5 – 1,0 м<sup>3</sup>; 6 – 1,6 м<sup>3</sup>; 7 – 2,5 м<sup>3</sup>; 8 – 4,0 м<sup>3</sup>.

Таблица 5.8

**Техническая характеристика скреперов**

Самоходные скреперы						
Показатель	ДЗ-87-1	ДЗ-11П	ДЗ13Б	ДЗ115А	ДЗ107	ДЗ155-1
Грузоподъемность, т	9	15	30	30	50,4	30
Вместимость ковша, м <sup>3</sup> : геометрическая номинальная (с шапкой)	4,5 6	8 11	16 23	15 21	25 33,6	15 20
Ширина резания, мм	2430	2700	3430	3200	3796	3430
Заглубление, мм	135	150	200	200	410	200
Толщина слоя отсыпки, мм	415	450	510	450	600	500
Тягач	Т-150К	МоАЗ-546П	БелАЗ-7422	БелАЗ-531	–	БелАЗ-7422
Прицепные скреперы						
Показатель	ДЗ-111А	ДЗ-77А	ДЗ-79	ДЗ-137	ДЗ-149-5	ДЗ-161
Грузоподъемность, т	9	16	27	45	16,5	30
Вместимость ковша, м <sup>3</sup> : геометрическая номинальная (с шапкой)	4,5 6	8,8 11	15,6 20,5	25 33,6	8,8 11	16 23
Ширина резания, мм	2430	2754	3040	3550	2850	3430
Заглубление, мм	125	225	200	250	150	200
Толщина слоя отсыпки, мм	400	400	500	550	400	500
Буксирующий базовый трактор	Т-4АП2	Т-130М	Т-330	Т-500	К-701	Т-25

Экскаватор с рабочим оборудованием прямая лопата разрабатывает грунт в забое, расположенном выше уровня стоянки машины (рис. 5.5, а).

Экскаватор с оборудованием обратная лопата предназначена для рытья траншей и небольших котлованов, расположенных ниже уровня его стоянки (рис. 5.5, б).

Экскаватор с оборудованием драглайн разрабатывает грунт ниже уровня своей стоянки и применяется для рытья котлованов, водоемов и траншей,

а также для разработки различных выемок под водой (рис. 5.5, в). Ковш драглайна выполнен совкового типа и связан со стрелой системой тросов.

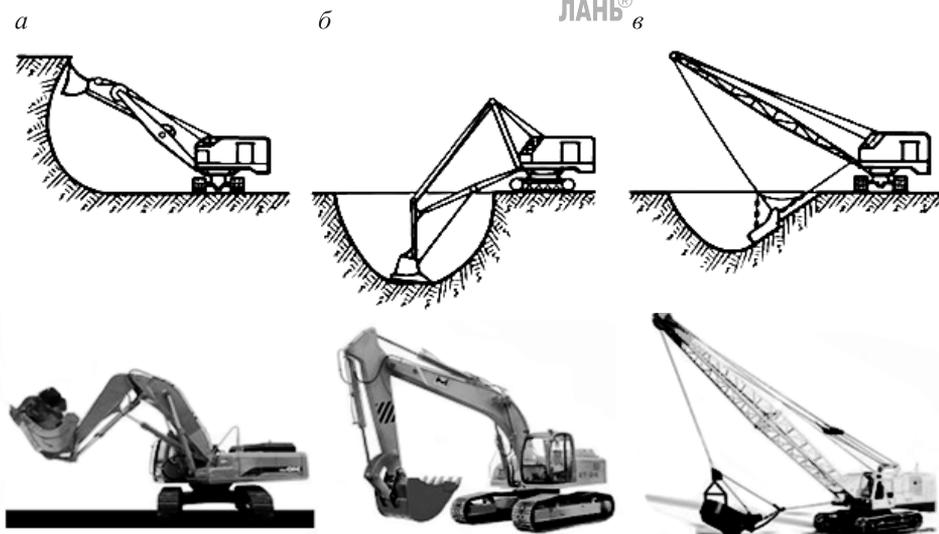


Рис. 5.5. Экскаваторы с рабочим оборудованием:  
а – прямая лопата; б – обратная лопата; в – драглайн

Производительность одноковшового экскаватора зависит от вместимости ковша и способа разработки грунта (при работе «на вымет» производительность повышается, при погрузке на транспортные средства – снижается). Кроме того, производительность снижается по мере увеличения плотности грунта.

Одноковшовые экскаваторы применяют при производстве сосредоточенных земляных работ:

- отсыпке насыпи из отдельных резервов (карьеров);
- выторфовывании;
- разработке глубоких выемок;
- работе в карьерах;
- рытье котлована под водопропускную трубу.

Рабочий цикл одноковшового экскаватора при разработке грунтов состоит из следующих последовательно выполняемых операций:

- копание грунта (заполнение ковша грунтом);
- подъем ковша с грунтом из забоя;
- поворот ковша к месту разгрузки;
- разгрузка грунта из ковша в отвал или транспортное средство;
- поворот порожнего ковша к забою и опускание его в исходное положение для следующей операции копания.

Техническая характеристика экскаваторов представлена в табл. 5.9.

Таблица 5.9

## Техническая характеристика одноковшовых экскаваторов

Показатель	Гидравлические				Канатные							
	Амкор 702 TO-49	ЭО-3323	ЭО-5124	ЭО-6123	ЭО-3122	ЭО-3221	ЭО-4321В	ЭО-4124	ЭО-4125	ЭО-331Е	ЭО-4112 (ЭО-4112Д)	ЭО-5111В
Эксплуатационная масса с оборудованием обратная лопата, т	6,3	14,0	39,0 (38,0)	67,5 (61,2)	14,3	14,0	19,5	25,0	25,6	12,4	24,5 (22,3)	32,0
Вместимость основного ковша с оборудованием обратная лопата, м <sup>3</sup>	0,28	0,63	1,9	2,5	0,63	0,63	0,8	1,0	1,0	0,4	0,65	1,0
Мощность двигателя, кВт	57,4	55,0	125	75-2	55,0	55,0	73,6	95,9	95,6	36,8	60	103
Наибольший угол подъема, град.	13	—	20	20	22	22	22	22	22	22	22	20
Вместимость сменных ковшей, м <sup>3</sup>	—	0,25...1,2	1,0...3,0	1,6...5,0	0,25...1,2	0,25...0,8	0,5...1,25	0,3...2,0	0,3...2,0	0,4	0,65	1,0
	ПН	ПН	ГС	ГС	ГС	ГС	ПН	ГС	ГС	ПН	ГС	ГС

\* ПН — пневмоколесный; ГС — гусеничный.

## Задание по подразделу 5.1

1. Обосновать предварительный выбор ведущих машин для земляных работ.

### Пример выполнения

#### Исходные данные

1. Протяженность строящегося участка — 4 км.
2. Количество участков с насыпью и выемкой — в соответствии с исходными данными.
3. Расстояние транспортирования грунта: до 100, до 600 и свыше 600 м.

#### Порядок выполнения

##### **1. Обоснование предварительного выбора землеройно-транспортных машин.**

1.1. Рекомендации по применению землеройно-транспортных машин при сооружении земляного полотна формулируют в соответствии с материалом, представленным в подразделе 5.1.

1.2. Дают краткую характеристику землеройно-транспортных машин — грейдера, бульдозера, скрепера и экскаватора — по материалу, изложенному в подразделе 5.1.

## 5.2. График распределения земляных масс

*График распределения земляных масс* — графическое изображение перемещения земляных масс с помощью землеройно-транспортных машин на всем протяжении строящегося участка автомобильной дороги, для которого определены объемы перемещаемого грунта на каждом пикете дороги, с учетом коэффициента уплотнения. На графике указывают направление перемещения грунта из мест, где грунт разрабатывается, в места, где из него возводится насыпь.

При составлении графика следует определить, как будет возводиться земляное полотно по длине трассы (линейные работы):

- в виде насыпей из привозного грунта, разрабатываемого в карьерах;
- из местного грунта, перемещаемого в насыпь из притрассового резерва;
- из выемки в насыпь с минимальным расстоянием перемещения грунта;
- из глубоких выемок, когда объем земляных работ на 1 км превышает средний объем земляных работ на 1 км дороги в 3 и более раза, с доставкой к месту отсыпки насыпи (сосредоточенные работы);
- из местного грунта при его перемещении со стороны выемки в насыпь, при устройстве полунасыпи-полувыемки на косогорах.

На графике распределения земляных масс указывают пикетные объемы насыпи, выемки и кювета, места получения грунта для возведения насыпи и способы ведения земляных работ. Объем работ при отсыпке насыпи распределяется с помощью выбранных землеройных механизмов и определяется с учетом коэффициента относительного уплотнения. Определение объемов земляных работ для продольной и поперечной возки грунта из резерва и выемок в насыпь или в отвал в пределах определенного строительного участка дороги выполняется для каждого вида землеройных машин.

Геометрический профиль насыпи земляного полотна имеет вид трапеции: равнобоочной – при устройстве на равнине, неравнобоочной – при устройстве на слабопересеченной местности, а также сложной фигуры, состоящей из трапеции и треугольника, – при устройстве на косогоре и сильно пересеченной местности.

Геометрический профиль выемки представляет собой перевернутую большим основанием кверху трапецию. На нижнем, меньшем основании выемки сооружают дорожную одежду в виде приподнятой проезжей части, отделенной от откосов выемки кюветом.

При подсчете объемов земляных работ делают допущение, что тело земляного полотна ограничено равными плоскостями и отдельные неровности его фактической поверхности не оказывают значительного влияния на величину объема.

Основными исходными данными для подсчета объемов земляных работ служат продольные и поперечные профили сооружений. Основным принципом определения объемов работ является разбивка земляного полотна на элементарные площадки, в пределах которых определяются объемы геометрических фигур по известным математическим выражениям. В характерных точках продольного профиля дороги, местах изменения уклона местности или проектной (красной) линии сооружение разбивается вертикальными плоскостями на участки, в пределах которых получаются геометрические тела – *призматоиды* (рис. 5.6). Высота призматоида равна длине участка между сечениями, а основаниями служат профили сооружения в местах сечений. Этот способ называется *способом поперечных профилей*.

Общий объем сооружения определяется как сумма объемов призматоидов. При поперечных уклонах местности, не превышающих 0,1 %, объем призматоида может быть определен по формуле Ф.Ф. Мурзо:

$$V = \left[ F_0 + \frac{m(H_1 - H_2)^2}{12} \right] L, \quad (5.2)$$

где  $F_0 = \frac{F_1 + F_2}{2}$ ,  $F_1, F_2, F_0$  – площадь поперечного сечения в начале, конце и середине сечения, м<sup>2</sup>;  $H_1, H_2$  – рабочие отметки в начале и конце участка, м;  $m$  – заложение откоса;  $L$  – длина участка, м.

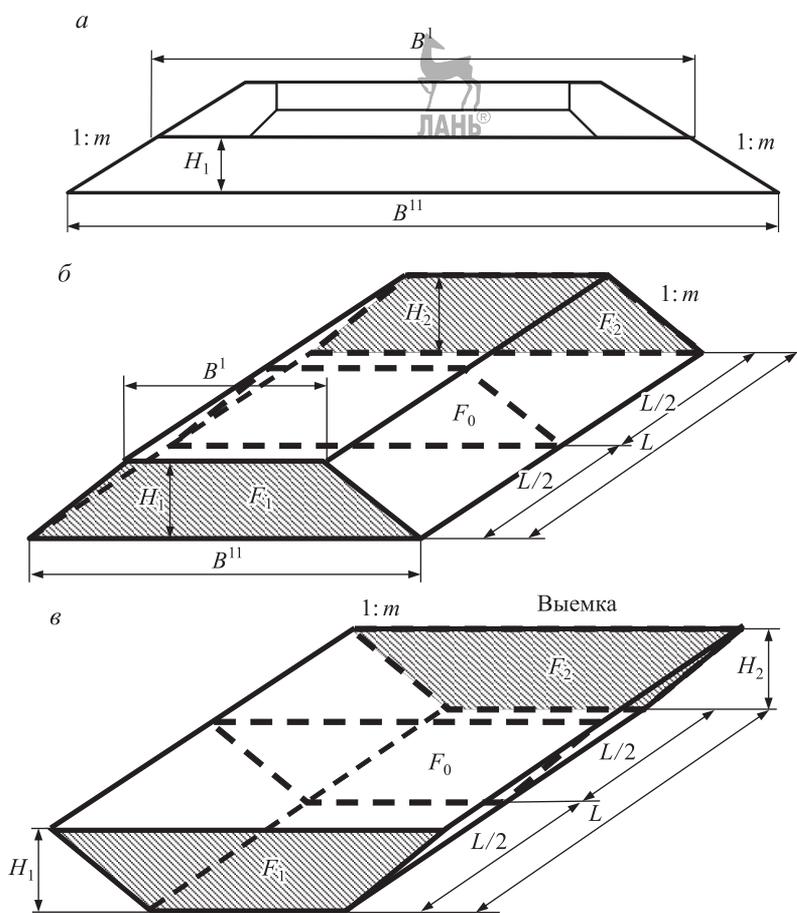


Рис. 5.6. Схемы расчета объемов земляных работ:

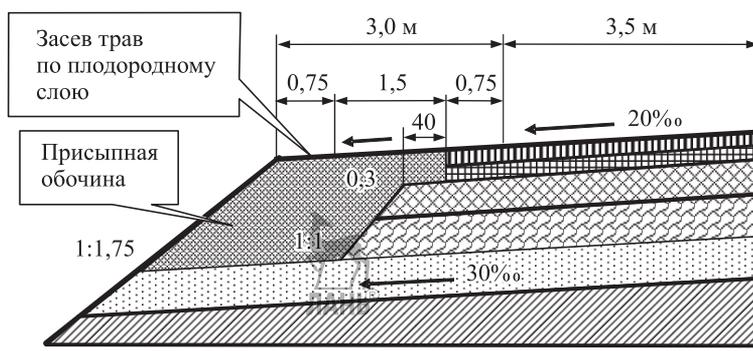
*a* – поперечный профиль земляного полотна с дорожной одеждой автомобильной дороги; *б* – призмаоид насыпи; *в* – призмаоид выемки

Кроме основных работ по отсыпке насыпи и сооружению выемки к земляным работам относится устройство присыпной обочины и кювета.

**Обочина** – конструктивный элемент автомобильной дороги, который устраивается из уплотненного грунта или дорожно-строительных материалов, обработанных и необработанных вяжущими веществами, располагается с двух сторон от проезжей части между ее кромкой и бровкой земляного полотна и предназначен для обеспечения устойчивости земляного полотна, предохранения дорожной одежды от разрушения и вынужденной остановки транспортного средства. Обочина может быть укрепленная (устраиваемая из того же материала, что и проезжая часть, например асфальтобетона, или грунтов, улучшенных крупнообломочными частицами или обработанных вяжущими) и присыпная (грунтовая).

**Присыпная обочина** – земляное сооружение, устраиваемое после строительства дорожной одежды из привозного грунта путем послойной отсыпки с обязательным уплотнением и приданием ее поверхности поперечного уклона

(рис. 5.7). Термин «присыпная» характеризует способ строительства обочины. Работы по устройству присыпной обочины имеют временной разрыв, поскольку после возведения земляного полотна отсыпают дополнительный слой основной толщиной, равной разнице между глубиной промерзания и толщиной слоев дорожной одежды. После уплотнения песчаного грунта дополнительного слоя основания создают слои основания и покрытия, после чего доставляют грунт для сооружения присыпной обочины.



**Покрытие:**

- *верхний слой* – горячий щебенистый асфальтобетон мелкозернистый, тип Б, марка 1, толщина 7 см;
- *нижний слой* – горячий щебенистый пористый асфальтобетон крупнозернистый, толщина 8 см.

**Основание:**

- *верхний слой* – гравийный материал с добавкой 30% щебня, обработанного битумной эмульсией, толщина 12 см;
- *нижний слой* – гравийно-песчаная смесь, укрепленная золой-уносом, толщина 16 см;
- *дополнительный слой основания* – песок, толщина 37 см.

Рис. 5.7. Конструкция дорожной одежды (пример)

Определяют объем грунта, необходимый для устройства присыпных обочин (рис. 5.7), из выражения

$$V_{\text{п.об}} = L \cdot h_{\text{д.од}} (2b - h_{\text{д.од}} + m h_{\text{д.од}}), \quad (5.3)$$

где  $L$  – длина участка дороги, на котором определяют объем присыпной обочины, *например* длина пикета, равная 100 м;  $h_{\text{д.од}}$  – толщина дорожной одежды, принимают как суммарную величину слоев основания и покрытия или равной толщине минимально допустимых толщин стабильных слоев дорожной конструкции без толщины песчаного слоя;  $b$  – ширина присыпной обочины в зависимости от категории дороги, принимают по табл. 5.10 без укрепленной части;  $m$  – заложение откоса (*например*, для нашего варианта заложение откоса составляет 1,75, см. табл. 1.4, раздел 1).

**Кювет** – водоотводное сооружение в виде канавы треугольного или трапециевидального сечения глубиной до 1,2 м и шириной по дну 0,4...0,5 м, располагаемое вдоль подошвы земляного полотна в местах нулевых отметок насыпи или в выемках, а также при высоте насыпи до 0,5 м, предназначенное для отвода поверхностных вод, стекающих с проезжей части и обочины автомобильной дороги.

Параметры поперечного профиля автомобильных дорог

Параметр поперечного профиля	Значения параметра поперечного профиля для категорий дорог							
	I-a	I-б, I-в	II	III	IV	V	VI-a	VI-б
Ширина полосы движения, м	3,75	3,5	3,5	3,5	3,0	2,75	3,5	3,0
Ширина проезжей части, м	7,5·2 11,25·2	7·2 10,5·2	7	7	6	5,5	3,5	3,0
Ширина обочины, м	3,75	3,0	3,0	2,5	2,0	1,25	1,5	0,75
В том числе:								
укрепленной обочины	—	0,5	0,75	0,5	0,5	—	—	—
остановочной полосы	2,5	2,5	—	—	—	—	—	—
Ширина дорожного полотна, м	24,5 + s* 32 + s*	22 + s* 29 + s*	13	12	10	8	6,5	4,5

\* s — ширина барьерного ограждения, устанавливаемого на разделительной полосе.

При разработке выемки существует такой вид работ, как ликвидация недобора. *Недобор* — это остаток невыработанного грунта на откосе или основании выемки при работе экскаватора, оставляемый с целью обеспечения максимальной плотности грунта естественного сложения. Неровности на откосе ликвидируются при отделочных работах с помощью экскаватора-планировщика, а доработка грунта в основании выемки до проектных отметок выполняется автогрейдером. Срезанный грунт недобора погружается в автомобили-самосвалы и вывозится на участки, где отсыпается насыпь. Объем недобора входит в объем земляных работ. Размеры недобора грунта принимают по табл. 5.11.

Таблица 5.11

Допускаемый недобор грунта при разработке выемки

Рабочее оборудование экскаватора	Допускаемый недобор грунта в основании, см, при работе одноковшовым экскаватором с емкостью ковша, м <sup>3</sup>				
	0,25...0,4	0,5...0,65	0,8...1,25	1,5...2,5	3...5
Лопата:					
прямая	5	10	10	15	20
обратная	10	15	20	—	—
драглайн	15	20	25	30	30

## Задание по подразделу 5.2

1. Рассчитать объем грунта на пикетах.
2. Рассчитать объем присыпной обочины.
3. Рассчитать объем кювета (раздел 1, п. 4).
4. Выбрать коэффициент относительного уплотнения.
5. Рассчитать профильный объем с учетом коэффициента относительного уплотнения.
6. Произвести распределение земляных масс из выемок, кюветов, сосредоточенного резерва, недобора.

7. Рассчитать объем растительного грунта.
8. Рассчитать объем выторфовывания.
9. Нанести на график ситуационный план трассы.
10. Распределить объем грунта по ведущим машинам.
11. Рассчитать площадь планировки верха земляного полотна.
12. Рассчитать площадь планировки откосов.
13. Рассчитать площадь планировки дна и откосов кювета, а также бермы.
14. Составить ведомость объемов работ с учетом выполненных расчетов.

## Пример выполнения

### Исходные данные

1. Протяженность строящегося участка – 4 км.
2. Рабочие отметки по пикетажу – индивидуальное задание (табл. П.1.2, приложение 1).
3. Ситуация: территория, занятая лесом, кустарником, пашней, лугом, неудобьем – в соответствии с заданием (табл. П.1.2).
4. Характеристика болота: месторасположение, глубина – в соответствии с заданием (табл. П.1.1).
5. Категория дороги – II (исходные данные, табл. П.1.1).

### Порядок выполнения

**1. Рассчитывают объем грунта на пикетах.** Расчет грунта ведут в табличной форме (табл. 5.12). Заполнение таблицы производят в соответствии с исходными данными (приложение 1, табл. П.1.2).

**Столбец 1.** Обозначают пикеты, на которых определяют объемы насыпи и выемки. Необходимо руководствоваться следующими правилами:

- если в начале и в конце пикета стоят высоты, обозначающие высоту насыпи или глубину выемки, то пикеты обозначаются целыми числами;
- если в начале пикета стоит высота насыпи, а в конце – глубина выемки (или наоборот), то вычиляют расстояние от начала пикета до нулевой линии. Расчет ведут по следующей схеме (рис. 5.8). *Например*, согласно исходным данным (табл. П.1.2) между седьмым и восьмым пикетами должна находиться нулевая отметка. Ставят высоту насыпи, равную 0,63 м, и глубину выемки 3,32 м, расстояние между точками 100 м. Обозначают расстояние от седьмого пикета до нулевой отметки –  $X$ , а расстояние от нулевой отметки до пикета восемь –  $(100 - X)$ .

Составляют пропорцию:

$$\frac{0,63}{X} = \frac{3,32}{100 - X}, \quad X = \frac{100 \cdot 0,63}{3,32 + 0,63} = 16 \text{ м.}$$

Решая пропорцию, получают, что  $X = 16$  м, откуда  $100 - 16 = 84$  м.

Расчет объемов грунта на пикетах (на примере первого километра)

№ пикета	Насыпь		Расстояние между отметками	Высота насыпи, глубина выемки $H$ , м		Ширина дорожного полотна $B$ , м	Заложение откоса $m$	Глубина промерзания $h$ , м	Ширина верха земляного полотна $B^1$ , м	Ширина низа земляного полотна $B^2$ , м	Площадь сечения земляного полотна в начале участка $F_1$ , м <sup>2</sup>	Площадь сечения земляного полотна в конце участка $F_2$ , м <sup>2</sup>	Средняя площадь сечения земляного полотна $F_0$ , м <sup>2</sup>	Объем $V$ , м <sup>3</sup>	
	Выемка			начальная $H_1$	конечная $H_2$									насыпи $V_n$	выемки $V_v$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1-й км															
0		-		1,80	13	1,75		15,94	22,24	-	34,36				
1		100		1,80	13	1,75	0,84	15,94	23,29	34,36	41,19	37,77	3778		
2		100		2,10	13	1,75	0,84	15,94	33,19	41,19	121,10	81,14	8231		
3		100		4,93	13	1,75	0,84	15,94	36,94	121,10	158,64	139,87	14 003		
4	Насыпь	100		6,00	13	1,75	0,84	15,94	34,52	158,64	133,97	146,30	14 636		
5		100		5,31	13	1,75	0,84	15,94	28,01	133,97	75,81	104,89	10 539		
6		100		3,45	13	1,75	0,84	15,94	21,78	75,81	31,49	53,65	5411		
7		100		1,67	13	1,75	0,84	15,94	18,14	31,49	10,73	21,11	2126		
7+16		16		0,63	13	1,75	0,84	15,94	30,80	10,73	0,00	5,36	541		
8		84		0,00	13	1,5		30,80	40,76	0,00	118,78	59,39	6076		
9	Выемка	100		3,32	13	1,5		30,80	47,03	118,78	210,53	164,65	16 519		
10		100		5,41	13	1,5		30,80	39,32	210,53	99,57	155,05	15 587		
													59 265	38 182	

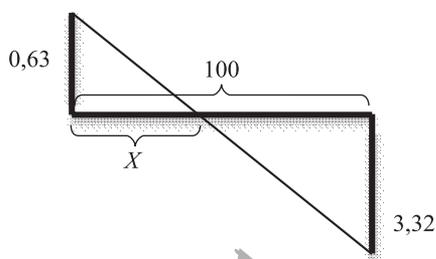


Рис. 5.8. Схема для расчета нулевой точки

До восьмого пикета ставят промежуточную отметку (ПК7+16), соответствующую нулевой отметке при переходе из насыпи в выемку. Следовательно, восьмой пикет разбивают на два участка, *например*: ПК7...ПК7+16 – протяженностью 16 м; ПК7+16...ПК8 – протяженностью 84 м (записывают в столбец 1).

**Столбец 2.** Разделяют пикеты по насыпи и выемке в соответствии с табл. П.1.2.

**Столбец 3.** Обозначают «Расстояние между пикетами». Если пикеты обозначены целым числом, то расстояние между ними равно 100 м. Если между пикетами имеется нулевая отметка, то ставится расстояние от пикета до нулевой отметки (*например*, 16 м) и от нулевой точки до следующего пикета (*например*, 84 м).

**Столбцы 4 и 5.** На основании табл. П.1.2 заполняют высотное положение пикетов и нулевых отметок.

**Столбец 6.** Ширину дорожного полотна определяют по табл. 5.10. Согласно индивидуальному заданию в качестве примера принята II категория дороги, для которой ширина составляет 13 м.

**Столбец 7.** Заложение откоса определяют на основании табл. 1.4 в зависимости от высоты насыпи и вида грунта. Среднее значение высоты насыпи равно:

- для насыпи на 1-м км –  $H_{\text{ср}} = 3,69$  м;
- для насыпи на 2...3-м км –  $H_{\text{ср}} = 2,42$  м;
- для насыпи на 3...4-м км –  $H_{\text{ср}} = 2,97$  м
- для насыпи на 4-м км –  $H_{\text{ср}} = 2,11$  м (см. табл. 1.3, раздел 1).

Тип грунта (приложение 4, табл. П.4.8) для территории Минской области, метеостанции Слуцк, принимают по наибольшему проценту распространения грунта – суглинок легкий (40%, см. табл. 1.2). По табл. 1.4 для высоты насыпи менее 6 м и глинистого грунта заложение откоса составляет  $m = 1,75$  (табл. 5.12, заполняют столбец 7 для насыпи). При расчете выемки принят поперечный профиль по типу 9 (см. рис. 1.1, раздел 1). Как видно из профиля, заложение откоса составляет 1 : 1,5 (рис. П.2.9, приложение 2), заполняют столбец 7 для выемки.

**Столбец 8.** Глубину промерзания определяют на основании минимально допустимых слоев дорожной конструкции, устанавливаемых по карте изолиний (см. рис. 1.3, раздел 1). Для района строительства автомобильной дороги (Слуцк)  $h = 0,84$  м. Эта цифра определена в разделе 1, п. 3.

Столбец 9. Ширину верха земляного полотна определяют на основании расчета, приведенного в разделе 1 (формула (1.1)). Например:  $B^1 = 15,94$  м.

Столбец 10. Ширину низа земляного полотна рассчитывают по выражению (1.2), подставляя вместо высоты насыпи значения из конечной высоты отметки (столбец 5).

Например, расчет имеет вид:  
для ПК0:

$$B^{11} = B^1 + 2Hm = 15,94 + 2 \cdot 1,80 \cdot 1,75 = 22,24 \text{ м};$$

для ПК1:

$$B^{11} = B^1 + 2Hm = 15,94 + 2 \cdot 2,1 \cdot 1,75 = 23,29 \text{ м}.$$

Столбец 11. Определяют площадь сечения земляного полотна в начале участка  $F_1$  из выражения

$$F_1 = \frac{B^1 + B^{11}}{2} H = \frac{15,94 + 22,24}{2} 1,8 = 34,36 \text{ м}, \quad (5.4)$$

где  $B^1$  – ширина верха земляного полотна (столбец 9);  $B^{11}$  – ширина низа земляного полотна (столбец 10);  $H$  – высота насыпи, глубина выемки в начале пикета (столбец 4).

Столбец 12. Аналогичным образом определяют площадь сечения земляного полотна в конце участка  $F_2$ , например:

$$F_2 = \frac{B^1 + B^{11}}{2} H = \frac{15,94 + 23,29}{2} 2,1 = 41,19 \text{ м},$$

где  $H$  – высота насыпи, глубина выемки в конце пикета (столбец 5).

Столбец 13. Определяют площадь поперечного сечения в середине участка как среднеарифметическое значение площадей в начале и конце пикета:

$$F_0 = \frac{F_1 + F_2}{2} = \frac{34,36 + 41,19}{2} = 37,77 \text{ м}. \quad (5.5)$$

Столбцы 14 и 15. По формуле Ф.Ф. Мурзо определяют объем призматоида, например:

$$V = \left[ F_0 + \frac{m(H_1 - H_2)^2}{12} \right] L = \left[ 37,77 + \frac{1,75(1,8 - 2,1)^2}{12} \right] 100 = 3778 \text{ м}^3.$$

Полученные значения объемов насыпи и выемки записывают в столбцы 14 и 15 и рассчитывают суммарные объемы насыпи и выемки. Аналогичным образом рассчитывают объемы насыпи и выемки на всех километрах и результаты отражают в сводной табл. 5.13.

Сводная ведомость объемов грунта на километрах

Насыпь Выемка	Объемы земляных масс на пикетах, м <sup>3</sup>											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1-й км											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Итого	
Насыпь	3778	8231	14 003	14 636	10 539	5411	2126					59 265
Выемка								6076	16 519	15 587		38 182
	2-й км											
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Итого	
Насыпь							1020	3999	6779	7891		19 689
Выемка	11 084	13 040	15 478	15 104	11 068	6748	2363					73 885
	3-й км											
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Итого	
Насыпь	5095	938			1581	5793	11 816	11 597	7246	5357		49 423
Выемка		1991	10 100	12 218	4239							28 548
	4-й км											
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Итого	
Насыпь	6122	6995	4635	3161	1536			560	2644	6094		31 747
Выемка					2506	8942	6900	5201				23 549
Всего объем насыпи											160 124	
Всего объем выемки											164 164	

Объем насыпи на участке протяженностью 4 км составил 160 124 м<sup>3</sup>; объем выемки составил 164 164 м<sup>3</sup>.

Результат расчета показал, что объем выемки превышает объем насыпи на 4040 м<sup>3</sup>. В этом случае планируют отсыпку насыпи производить из выемки, а излишек грунта в выемке использовать для других участков строящейся дороги или зарезервировать в кавальере.

Данный расчет показал нетипичный случай применения грунта. Как правило, объем насыпи намного превышает объем выемки, поэтому при отсыпке насыпи руководствуются следующими положениями:

- частично насыпь сооружается из грунта выемки;
- остальная часть насыпи сооружается из привозного грунта, разрабатываемого в карьере;
- при широкой полосе отвода часть насыпи может сооружаться из местного грунта, разрабатываемого в притрассовых резервах;
- присыпная обочина сооружается из привозного грунта, разрабатываемого в карьере;
- грунт, образуемый при срезке надобора, используется при отсыпке насыпи;
- грунт, образуемый при разработке кювета, используется при отсыпке насыпи.

На основании вышеизложенных положений принимают следующее решение:

- насыпь сооружают из грунта выемки, недобора и кювета;
- присыпную обочину сооружают из привозного грунта;
- остаток грунта выемки складировуют в кавальер;
- траншею при выторфовывании заполняют привозным грунтом.

**2. Рассчитывают объем присыпной обочины.** Для определения объема присыпной обочины необходимо установить толщину дорожной одежды. Для этого задаются условием, что дополнительный слой основания (см. рис. 5.7) ориентировочно составляет 40 % от толщины стабильных слоев дорожной одежды капитального типа. Тогда на толщину дорожной одежды приходится 60 %. Толщину стабильных слоев определяют в разделе 1 по карте изолиний (см. рис. 1.3). Для района строительства (Слуцк) толщина стабильного слоя составляет  $h = 0,84$  м (выражение (1.1)). С учетом принятого допущения толщина дорожной одежды, *например*, составляет

$$h_{\text{д.од}} = 0,6 h = 0,6 \cdot 0,84 = 0,5 \text{ м.}$$

На рис. 5.7 изображена конструкция нежесткой дорожной одежды автомобильной дороги II категории. Согласно табл. 5.10 ширина обочины для этой категории составляет 3,0 м, в том числе укрепленная обочина имеет ширину 0,75 м. Учитывая, что укрепленная обочина изготавливается из того же материала, что и проезжая часть, вычитают эту величину из ширины обочины:

$$b = b_{\text{полн}} - b_{\text{укреп}} = 3 - 0,75 = 2,25 \text{ м,} \quad (5.6)$$

где  $b_{\text{полн}}$  — ширина обочины по табл. 5.10 (*например*, 3 м);  $b_{\text{укреп}}$  — ширина укрепленной обочины по той же таблице (*например*, 0,75 м).

Для облегчения расчетов выполняют схему присыпной обочины (рис. 5.9).

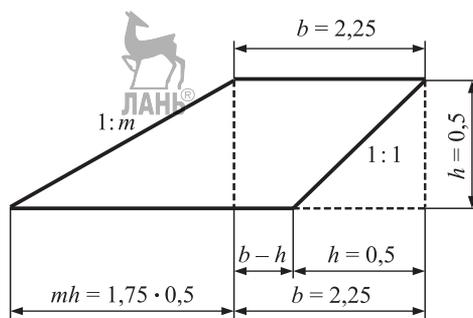


Рис. 5.9. Расчетная схема присыпной обочины

Контур присыпной обочины представляет собой неравнобокую трапецию, у которой левая грань имеет уклон, соответствующий заложению откоса для грунта, из которого отсыпается земляное полотно (*например*,  $m = 1:1,75$ ) (см. табл. 1.4). Правая грань соответствует крутизне материала, из которого

сооружается нижний и верхний слой основания дорожной одежды. Для сыпучего материала, *например* для щебня (гравия), заложение всегда будет равно  $m = 1:1$ . На основании приведенной расчетной схемы выведено уравнение для определения среднего значения объема присыпной обочины на протяжении одного пикета (выражение (5.3)).

Выполненный расчет позволил получить объем присыпной обочины, устраиваемой с двух сторон от проезжей части из привозного грунта, на участке длиной 100 м, равный

$$V_{\text{п.об}} = L \cdot h_{\text{д.од}} (2b - h_{\text{д.од}} + m h_{\text{д.од}}) = \\ = 100 \cdot 0,5 (2 \cdot 2,25 - 0,5 + 1,75 \cdot 0,5) = 243,75 \approx 244 \text{ м}^3,$$

где  $L$  – длина пикета, м;  $b$  – ширина присыпной обочины, рассчитанная по выражению (5.6);  $h_{\text{д.од}}$  – толщина дорожной одежды.

Объем грунта в рыхлом состоянии составит:

$$V_{\text{п.об.рыхл}} = V_{\text{п.об}} \cdot K_{\text{отн.упл}} = 244 \cdot 1,05 = 256 \text{ м}^3, \quad (5.7)$$

где  $K_{\text{отн.упл}}$  – коэффициент относительного уплотнения (табл. 5.14).

**3. Рассчитывают объем кювета.** Кювет устраивают в выемке. Расчет кювета выполнен в разделе 1 (см. рис. 1.4). Для этого определена ширина кювета поверху (выражение (1.5)), *например*:  $L_{\text{к}}^1 = 4,9$  м. Ширина кювета понизу составляет 0,4 м (см. рис. 1.4).

Средняя ширина кювета составляет

$$L_{\text{к.ср}} = \frac{L_{\text{к}}^1 + 0,4}{2} = \frac{4,9 + 0,4}{2} = 2,65 \text{ м.}$$

Определяют объем грунта, извлекаемого из кювета на одном пикете:

$$V_{\text{к}100} = 2 \cdot 100 L_{\text{к.ср}} \cdot h_{\text{к}} = 2 \cdot 100 \cdot 2,65 \cdot 1 = 530 \text{ м}^3. \quad (5.8)$$

Объем кювета, устраиваемого с двух сторон от насыпи на участке длиной 100 м, составляет  $530 \text{ м}^3$ .

**4. Выбирают коэффициент относительного уплотнения.** Согласно ТКП 200-2018 коэффициент относительного уплотнения принимают по табл. 5.14.

Таблица 5.14

Значения коэффициента относительного уплотнения

Требуемый коэффициент уплотнения грунта	Значение коэффициента относительного уплотнения для грунтов			
	пески, супеси, суглинки пылеватые	суглинки, глины	лѣссы и лѣссовидные грунты	шлаки, отвалы перерабатывающей промышленности
1,00	1,10	1,05	1,30	1,26...1,47
0,95	1,05	1,00	1,15	1,20...1,40
0,90	1,00	0,95	1,10	1,13...1,33

Для требуемого коэффициента уплотнения, равного 1,00, грунта суглинок легкий коэффициент относительного уплотнения равен 1,05.

**5. Рассчитывают профильный объем с учетом коэффициента относительного уплотнения.** На отдельных листах писчей бумаги (4 листа — на каждом листе таблица для одного километра) вычерчивают табл. 5.15 (таблицу можно отпечатать на компьютере). Приступают к заполнению графика распределения земляных масс. Вначале заполняют строки, в которых данные определены в результате предыдущих расчетов.

*Строка 1.* Объем насыпи из табл. 5.13 переносят в строку 1 графика распределения земляных масс (табл. 5.15). В конце строки (на каждом километре) рассчитывают суммарный объем насыпи на участке длиной в 1 км.

*Строка 2.* Объем присыпной обочины, вычисленный по выражению (5.3), например  $244 \text{ м}^3$ , переносят в строку 2 для всех пикетов без исключения. В конце строки на каждом километре ставят суммарную цифру.

*Строка 3.* Объем выемки из табл. 5.13 переносят в строку 3 графика распределения земляных масс (табл. 5.15). В конце строки рассчитывают суммарный объем выемки на участке длиной в 1 км. Для пикетов, которые разделены на участки, ставят объемы насыпи и выемки.

*Строка 4.* Объем кювета, вычисленный по выражению (5.8), например  $530 \text{ м}^3$ , переносят в строку 4 на тех пикетах, где устраивается выемка. На пикетах, где есть одновременно и выемка и насыпь, объем кювета принимают равным 60 % от общего объема кювета. Например, на ПК8 объем кювета составляет:

$$V_{\text{к ПК8}} = V_{\text{к}} \cdot 0,6 = 530 \cdot 0,6 = 318 \text{ м}^3.$$

В конце строки 4 на каждом километре ставят суммарную цифру.

*Строка 5.* Коэффициент относительного уплотнения определен по табл. 5.14 с учетом вида грунта и требуемого коэффициента уплотнения, например 1,05. Значение коэффициента относительного уплотнения переносят в строку 5 табл. 5.15.

*Строки 6 и 7.* Определяют профильный объем насыпи и присыпной обочины с учетом коэффициента относительного уплотнения, например:

$$V_{\text{проф.н}} = V_{\text{н}} \cdot 1,05 = 3778 \cdot 1,05 = 3967 \text{ м}^3; \tag{5.9}$$

$$V_{\text{проф.п.об}} = V_{\text{п.об}} \cdot 1,05 = 244 \cdot 1,05 = 256 \text{ м}^3.$$

Профильный объем насыпи записывают в строку 6 табл. 5.15, а профильный объем присыпной обочины записывают в строку 7 той же таблицы.

*Строка 8.* Объем выемки на коэффициент относительного уплотнения не умножают, а переносят объем выемки из строки 3 в строку 8 в неизменном виде на одном и том же пикете.

*Строка 9.* Определяют объем недобора по табл. 5.11. При разработке выемки могут быть задействованы экскаваторы, оборудованные рабочим органом

в виде прямой лопаты, обратной лопаты и драглайна. Допускаемый недобор грунта в основании при работе одноковшовым экскаватором с емкостью ковша, например, 1 м<sup>3</sup>, составляет:

- для прямой лопаты – 10 см;
- обратной лопаты – 20 см;
- драглайна – 25 см.

Принимают объем недобора, равный 2 % от объема выемки. Следовательно, объем недобора определяют из выражения, *например* на ПК8:

$$V_{\text{нед}} = V_{\text{в}} \cdot 0,02 = 6076 \cdot 0,02 = 121 \text{ м}^3. \quad (5.10)$$

Полученные значения недобора записывают в строку 9 на тех же пикетах, на которых имеется выемка.

### **6. Производят распределение земляных масс из выемок, кюветов, сосредоточенного резерва и недобора.**

6.1. Для распределения земляных масс разработан алгоритм, представляющий собой определенную последовательность действий при решении поставленной задачи (рис. 5.10).

При разработке алгоритма приняты условия:

1) для сооружения земляного полотна необходим грунт, который берут при разработке выемки, кювета, недобора, а также из сосредоточенного резерва, т.е. карьера;

2) грунт необходим для возведения насыпи, устройства присыпной обочины и засыпки траншеи, образованной при выторфовывании болота;

3) при перемещении грунта учитывают рациональное расстояние перемещения различными землеройно-транспортными машинами:

• автогрейдер применим в технологическом процессе при устройстве кювета;

• наибольшая дальность транспортировки грунта составляет:

- для бульдозера – 100 м;
- прицепного скрепера – 600 м;

4) разведку дорожно-строительных материалов и разработку карьера ограничивают расстоянием в 3 км;

5) перемещение грунта из недобора и кювета производят в ближайшие пикеты отсыпаемой насыпи.

С учетом разработанного алгоритма необходимый объем грунта для отсыпки насыпи и устройства присыпной обочины составляет, *например* (табл. 5.15):

объем насыпи по километрам:

$$V_{\text{н}} = 59\,265 + 19\,689 + 49\,423 + 31\,747 = 160\,124 \text{ м}^3,$$

этот объем отсыпают из выемки, недобора, кювета и карьера.

Объем присыпной обочины составляет:

$$V_{\text{п.об}} = 2440 \cdot 4 = 9760 \text{ м}^3,$$

этот объем доставляют из карьера.









График распределения земляных масс (3-й километр)

Профильный объем работ, м <sup>3</sup>	насыпь	1	5095	938		1581	5793	11816	11597	7246	5357	49423	
	присыпная обочина	2	244	244	244	244	244	244	244	244	244	2440	
	выемка	3		1991	10100	12218	4239					28548	
	кювет	4		318	530	318						1696	
Профильный объем с учетом коэффициента уплотнения, м <sup>3</sup>	коэффициент уплотнения	5	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05		
	насыпь	6	5349	985		1660	6082	12406	12176	7608	5624	51890	
	присыпная обочина	7	256	256	256	256	256	256	256	256	256	2560	
	выемка	8		1991	10100	12218	4239					28548	
Распределение земляных масс, м <sup>3</sup>	недобор	9		40	202	244	85					571	
	из выемок	10	4991	985		1660						51884	
	из кюветов	11	318				318	530	530			1696	
	из притрассовых резервов	12											
	из сосредоточенных резервов	13	256	256	256	256	256	256	256	256	256	2560	
	из недобора	14	40				85	244	202			571	
	растительный	15				465						465	
	выторфовыванный	16					2650	5300	5300	5300	2650	21200	
	Направление транспортировки и зоны обеспечения	17											Из выемки Грунт по трудности
	Ситуационный план трассы и расположение резервов	Из сосредоточенных резервов											
2021		22	23	24	25	26	27	28	29	30			









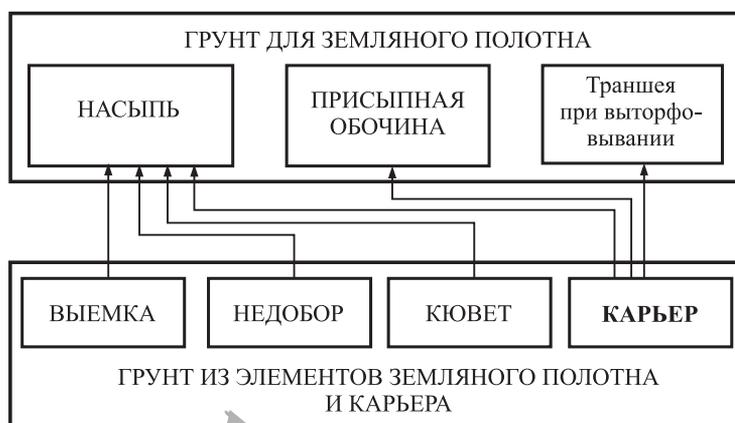


Рис. 5.10. Алгоритм распределения грунтов при сооружении земляного полотна автомобильной дороги

Объем насыпи вместе с присыпной обочиной составляет:

$$V_{н+п.об} = V_{н} + V_{п.об} = 160\,124 + 9760 = 169\,884 \text{ м}^3.$$

Объем выемки с учетом кювета и недобора составляет:

$$V_{в} = 38\,182 + 73\,885 + 28\,548 + 23\,549 = 164\,164 \text{ м}^3;$$

$$V_{к} = 1378 + 3498 + 1696 + 1696 = 8268 \text{ м}^3;$$

$$V_{нед} = 764 + 1494 + 571 + 470 = 3299 \text{ м}^3;$$

$$V_{в+к+нед} = 164\,164 + 8268 + 3299 = 175\,731 \text{ м}^3.$$

Разность между необходимым грунтом для отсыпки насыпи и грунтом в выемке составляет:

$$V_{карьер} = V_{н} - V_{в+к+нед} = 160\,124 - 175\,731 = -15\,607 \text{ м}^3.$$

Результаты расчетов свидетельствуют о том, что объем выемки больше, чем необходимо грунта для отсыпки насыпи. Излишек грунта ( $15\,607 \text{ м}^3$ ) складывают в карьер с перспективой использования при строительстве, капитальном ремонте или реконструкции других автомобильных дорог. При таком варианте разрабатывают карьер с объемом грунта  $9760 \text{ м}^3$ , необходимый для устройства присыпной обочиной.

Если результат расчета дает положительное число, т.е. объем насыпи больше, чем суммарный объем выемки, кювета и недобора, то недостающий грунт доставляют на объект строительства из карьера. В этом случае на объем недостающего грунта производят разведку необходимого дорожно-строительного материала. По результатам разведки разрабатывают сосредоточенный резерв (карьер) и грунт используют для отсыпки насыпи и устройства присыпной обочиной на пикетах, для которых не хватило грунта из выемки.

6.2. *Схема перемещения земляных масс.* Для объяснения распределения земляных масс составлена схема (рис. 5.11) на примере 1-го километра. По аналогичной схеме распределяют грунты и на последующих километрах.

1	Пикет	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	Насыпь	3967	8642	14703	15368	11065	5681	2232	568			
3	Присыпная обочина	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256
4	Выемка									6076	16519	15687
5	Кювет									318	530	530
		530 (14)	530 (13)	530 (12)	530 (11)	530	530	318				
6	Недобор									121	330	313
		302 (14)	309 (13)	260 (12)	221 (11)	313	330	121				
7	Карьер	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256
8	Вычитание объемов	3967	8642	14703	15368	11065	5681	2232	6076	16519	15687	
		<u>530</u>	<u>530</u>	<u>530</u>	<u>530</u>	<u>530</u>	<u>530</u>	<u>318</u>	<u>568</u>	<u>1106</u>	<u>9426</u>	
		<u>302</u>	<u>309</u>	<u>260</u>	<u>221</u>	<u>313</u>	<u>330</u>	<u>121</u>	5508	15413	6261	
		3135	7803	13913	14617	10222	4821	1793				
				13913	14617	4821			5508	15413		
				<u>6261</u>	<u>5191</u>	<u>3715</u>			<u>1793</u>	<u>10222</u>		
				7652	9426	1106			3715	5191		
9	Грунт второго километра	ПК12	ПК11	ПК11								
		4371	3432	7652								
		13040	7803	11084								
		<u>4371</u>	<u>3432</u>	<u>7652</u>								
		8669	ПК12	3432								
		<u>3135</u>	4371									
		5534										
		остат.										
10	Проверка	3967	8632	14703	15368	11065	5681	2232	568			
		<u>256</u>	<u>256</u>	<u>256</u>	<u>256</u>	<u>256</u>	<u>256</u>	<u>256</u>	<u>256</u>	<u>256</u>		
		4223	8888	14959	15624	11321	5937	2488	824			
		3135	3422	6251	5191	10222	3715	1793	568			
		530	4371	7662	9426	530	1106	318	<u>256</u>			
		302	530	530	530	313	530	121	824			
		<u>256</u>	309	260	221	<u>256</u>	330	<u>256</u>				
		4223	<u>256</u>	<u>256</u>	<u>256</u>	11321	<u>256</u>	2488				
			8888	14959	15624		5937					

Рис. 5.11. Схема перемещения земляных масс

Для каждого пикета объем необходимого грунта включает объем насыпи и объем присыпной обочины. Для обеспечения этого объема грунт берется из выемки, кювета, недобора и карьера. При этом возможны варианты:

1)  $V_{\text{н}} > V_{\text{в+к+нед}}$ , в этом случае весь объем  $V_{\text{в+к+нед}}$  перемещается на соответствующий пикет, а недостающее количество грунта берется из следующего соседнего пикета. Если грунта из всех соседних пикетов недостаточно, то грунт доставляют из карьера;

2)  $V_{\text{н}} = V_{\text{в+к+нед}}$ , т.е. всего объема  $V_{\text{в+к+нед}}$  достаточно для отсыпки насыпи без грунта соседних пикетов и карьера;

3)  $V_{\text{н}} < V_{\text{в+к+нед}}$ , для устройства насыпи используют часть объема  $V_{\text{в+к+нед}}$ , а оставшийся объем грунта перемещают на следующий пикет.

Работы начинают от пикета, на котором имеется одновременно насыпь и выемка, т.е. пикет имеет нулевую отметку (например, ПК8).

Вначале распределяют объемы кювета и недобора. Распределение выполняют последовательно: из ПК8 в ПК7, из ПК9 в ПК6, из ПК10 в ПК5 и т.д.

**ПК8.** На этом пикете есть одновременно и выемка и насыпь, поэтому работы организывают в два этапа: вначале грунт из выемки перемещают в насыпь на этом же пикете, а затем остаток грунта выемки перемещают в насыпь соседнего седьмого пикета.

*Этап 1:* работы организуют на перемещение грунта из выемки в насыпь. Грунт из кювета и недобора разрабатывают на заключительной стадии после устройства выемки, поэтому этот грунт используют при отсыпке насыпи соседнего пикета ПК7, а на ПК8 остается грунт только из выемки, т.е.  $V_{\text{в}} = 6076 \text{ м}^3$ . Этот грунт необходим для отсыпки насыпи  $V_{\text{н}} = 568 \text{ м}^3$ . Показывают стрелкой, что этот объем ПК8 остается на ПК8, и над стрелкой записывают объем  $568 \text{ м}^3$  (рис. 5.11). Этот объем разрабатывают бульдозером с перемещением грунта на расстояние 50 м. Поэтому ставят обозначение Б50. Присыпная обочина отсыпается на заключительном этапе строительства автомобильной дороги, т.е. после устройства дорожной одежды. Поэтому грунт для присыпной обочины доставляется из карьера. Записывают объем присыпной обочины  $V_{\text{п.об}} = 256 \text{ м}^3$  в строку «Карьер», а в табл. 5.15 – в строку 13.

*Этап 2:* вычитают из объема выемки объем, оставшийся на ПК8, т.е.  $V_{\text{ост}} = 6076 - 568 = 5508 \text{ м}^3$ . Этот объем грунта распределяют на соседние пикеты. Переходят к рассмотрению ПК7.

**ПК7.** На этом пикете имеется насыпь объемом  $V_{\text{н}} = 2232 \text{ м}^3$ . На ПК7 переместили грунт из кювета  $V_{\text{к}} = 318 \text{ м}^3$  и недобора  $V_{\text{нед}} = 121 \text{ м}^3$  ПК8, поэтому вычитают этот объем  $V_{\text{н}} - V_{\text{к+нед}} = 2232 - 318 - 121 = 1793 \text{ м}^3$ . Следовательно, на ПК7 необходимо переместить недостающий грунт из выемки ПК8, т.е.  $V_{\text{ост ПК8}} = 5508 - 1793 = 3715 \text{ м}^3$  – этот грунт еще остается на ПК8. Грунт для присыпной обочины  $V_{\text{п.об}} = 256 \text{ м}^3$  доставляют из карьера.

Делают проверку: грунт, доставленный на ПК7:  $1793 + 318 + 121 + 256 = 2488 \text{ м}^3$ ; грунт на ПК7, необходимый для отсыпки:  $2232 + 256 = 2488 \text{ м}^3$ . Эти объемы равны, значит, расчет выполнен правильно.

**ПК 6.** Объем насыпи  $V_n = 5681 \text{ м}^3$ . Компенсируемый объем кюветом  $V_k = 530 \text{ м}^3$  и недобором  $V_{\text{нед}} = 330 \text{ м}^3$ , т.е. остаток составляет:  $V_{\text{ост ПК6}} = 5681 - 530 - 330 = 4821 \text{ м}^3$ . Этот объем частично закрывают остатком ПК8, т.е.  $V_{\text{ост ПК8}} = 3715 \text{ м}^3$ . На ПК8 грунта для перемещения не осталось, дополнительно требуется:  $V_{\text{доп.треб}} = 4821 - 3715 = 1106 \text{ м}^3$ . Этот объем грунта перемещают из ПК9.

Делают проверку: грунт, доставленный на ПК6:  $3715 + 1106 + 530 + 330 + 256 = 5937 \text{ м}^3$ ; грунт на ПК7, необходимый для отсыпки:  $5681 + 256 = 5937 \text{ м}^3$ . Эти объемы равны, значит, расчет выполнен правильно.

**ПК9.** Насыпь на пикете полностью отсутствует, необходим грунт для сооружения присыпной обочины  $V_{\text{п.об}} = 256 \text{ м}^3$ . Имеется грунт для перемещения из выемки  $V_v = 16\,519 \text{ м}^3$ . Этот грунт частично перемещают на ПК6, закрывая полностью объем грунта, необходимый для сооружения насыпи, т.е.  $16\,519 - 1106 = 15\,413 \text{ м}^3$  – это остаток на ПК9.

**ПК5.**  $V_{\text{общ}} = 11\,065 \text{ м}^3$ . Этот объем частично закрывают объемом кювета  $V_k = 530 \text{ м}^3$  и недобора  $V_{\text{нед}} = 313 \text{ м}^3$  ПК10, т.е.  $V_{\text{ост ПК5}} = 11\,065 - 530 - 313 = 10\,222 \text{ м}^3$ . Этот объем грунта полностью закрывают грунтом ПК9, на котором еще остается остаток  $V_{\text{ост ПК9}} = 15\,413 - 10\,222 = 5191 \text{ м}^3$ .

Делают проверку: грунт, доставленный на ПК5:  $10\,222 + 530 + 313 + 256 = 11\,321 \text{ м}^3$ ; грунт на ПК7, необходимый для отсыпки:  $11\,065 + 256 = 11\,321 \text{ м}^3$ . Эти объемы равны, значит, расчет выполнен правильно.

**ПК4.**  $V_{\text{общ}} = 15\,368 \text{ м}^3$ . Этот объем частично закрывают объемом кювета  $V_k = 530 \text{ м}^3$  и недобора  $V_{\text{нед}} = 221 \text{ м}^3$  ПК11, т.е.  $V_{\text{ост ПК4}} = 15\,368 - 530 - 221 = 14\,617 \text{ м}^3$ . Кроме того, этот объем частично закрывают объемом грунта с ПК9, т.е.  $V_{\text{ост ПК4}} = 14\,617 - 5191 = 9426 \text{ м}^3$  – это объем, который необходимо отсыпать из ПК10.

**ПК10.** Насыпь на пикете полностью отсутствует, необходим грунт для сооружения присыпной обочины  $V_{\text{п.об}} = 256 \text{ м}^3$ . Имеется грунт для перемещения из выемки  $V_v = 15\,687 \text{ м}^3$ . Частично этот объем перемещают на ПК4 в количестве  $9436 \text{ м}^3$ , после чего на ПК10 остается остаток  $V_{\text{ост ПК10}} = 15\,687 - 9426 = 6261 \text{ м}^3$ , который используют для ПК3.

Проверка для ПК4: необходимый объем для отсыпки на ПК4:  $V_{\text{ПК4}} = 15\,368 + 256 = 15\,624 \text{ м}^3$ ; доставленный грунт из ПК9  $V_{\text{ПК9}} = 5191 \text{ м}^3$ ; из ПК10  $V_{\text{ПК10}} = 9426 \text{ м}^3$ . Всего доставлено грунта  $530 + 221 + 5191 + 9426 + 256 = 15\,624 \text{ м}^3$ . Объемы равны, что свидетельствует о том, что расчеты выполнены правильно.

**ПК3.**  $V_{\text{общ}} = 14\,703 \text{ м}^3$ . Объем частично закрывают объемом кювета  $V_k = 530 \text{ м}^3$  и недобора  $V_{\text{нед}} = 260 \text{ м}^3$  ПК12, т.е.  $V_{\text{ост ПК3}} = 14\,703 - 530 - 260 = 13\,913 \text{ м}^3$ . Частично этот объем закрывают объемом ПК10, т.е.  $13\,913 - 6261 = 7652 \text{ м}^3$  – этого объема недостает на ПК3, который будет перекрыт объемом грунта ПК11.

**ПК11.** (Объемы принимают по 2-му километру графика распределения земляных масс.) Насыпь на пикете отсутствует, необходимый грунт для сооружения присыпной обочины  $V_{\text{п.об}} = 256 \text{ м}^3$ . Объем выемки  $V_v = 11\,084 \text{ м}^3$ .

Частично этот объем перемещают на ПК3, и остается остаток  $V_{\text{ост ПК11}} = 11\,084 - 7652 = 3432 \text{ м}^3$ , который используют на ПК2.

Проверка для ПК3: необходимый объем для отсыпки на ПК3:  $V_{\text{ПК3}} = 14\,703 + 256 = 14\,959 \text{ м}^3$ ; доставленный грунт из ПК10  $V_{\text{ПК10}} = 6251 \text{ м}^3$ , из ПК11  $V_{\text{ПК11}} = 7662 \text{ м}^3$ . Всего доставлено грунта  $530 + 260 + 6251 + 7662 + 256 = 14\,959 \text{ м}^3$ . Объемы равны, что свидетельствует о том, что расчеты выполнены правильно.

**ПК2.**  $V_{\text{общ}} = 8642 \text{ м}^3$ . Частично объем закрывают объемом кювета  $V_{\text{к}} = 530 \text{ м}^3$  и недобора  $V_{\text{нед}} = 309 \text{ м}^3$  ПК13, т.е.  $V_{\text{ост ПК2}} = 8642 - 530 - 309 = 7803 \text{ м}^3$ . Частично этот объем закрывают объемом ПК11, т.е.  $7803 - 3432 = 4371 \text{ м}^3$  – этого объема недостает на ПК2, который будет перекрыт объемом грунта ПК12.

**ПК12.** Насыпь на пикете отсутствует, необходимый грунт для сооружения присыпной обочины  $V_{\text{п.об}} = 256 \text{ м}^3$ . Объем выемки  $V_{\text{в}} = 13\,040 \text{ м}^3$ . Частично этот грунт используют для перемещения на ПК2:  $V_{\text{ост ПК12}} = 13\,040 - 3432 = 4371 \text{ м}^3$  – этот объем остается для перемещения на ПК1.

Проверка для ПК2: необходимый объем для отсыпки на ПК2:  $V_{\text{ПК2}} = 8642 + 256 = 8898 \text{ м}^3$ ; доставленный грунт из ПК11  $V_{\text{ПК11}} = 3432 \text{ м}^3$ , из ПК12  $V_{\text{ПК12}} = 4381 \text{ м}^3$ . Всего доставлено грунта  $530 + 309 + 3422 + 4381 + 256 = 8898 \text{ м}^3$ . Объемы равны, что свидетельствует о том, что расчеты выполнены правильно.

**ПК1.**  $V_{\text{общ}} = 3967 \text{ м}^3$ . Частично объем закрывают объемом кювета  $V_{\text{к}} = 530 \text{ м}^3$  и недобора  $V_{\text{нед}} = 302 \text{ м}^3$  ПК14, т.е.  $V_{\text{ост ПК1}} = 3967 - 530 - 302 = 3135 \text{ м}^3$ . Этот объем закрывают объемом ПК12, т.е.  $13\,040 - 4371$  (ПК2) –  $3135 = 5534 \text{ м}^3$ , и остается остаток на ПК12 для использования на насыпи по другую сторону от выемки (вправо) в количестве  $5534 \text{ м}^3$ .

Проверка для ПК1: необходимый объем для отсыпки на ПК1:  $V_{\text{ПК1}} = 3967 + 256 = 4223 \text{ м}^3$ ; доставленный грунт из ПК12  $V_{\text{ПК12}} = 3135 \text{ м}^3$ . Всего доставлено грунта  $530 + 302 + 3135 + 256 = 4223 \text{ м}^3$ . Объемы равны, что свидетельствует о том, что расчеты выполнены правильно.

Делаем предварительный вывод по перемещению грунта на 1-м километре дороги:

- 1) объемы насыпи и присыпной обочины отсыпаны полностью, причем насыпь – из грунта выемки, а присыпная обочина – из грунта карьера;
- 2) был использован грунт выемки, кювета и недобора, располагаемых на 1-м и 2-м километрах;
- 3) расчет по перемещению грунта из выемки выполнен до 12-го пикета (ПК12), где остался грунт в объеме  $5534 \text{ м}^3$ , который планируется к использованию на отсыпке насыпи по другую сторону от выемки;
- 4) объемы кювета и недобора использованы до 1-го пикета с перемещением из 14-го пикета;
- 5) объемы перемещения кювета и недобора в правую сторону от выемки начинают с 15-го пикета.

Первый километр был рассмотрен в качестве примера. По такому же алгоритму выполняют расчеты для последующих километров (2-го, 3-го, 4-го километров).

### 6.3. Распределение земляных масс.

*Строка 10.* Из рис. 5.11 «Схема перемещения земляных масс» переносят значения объемов, полученные в результате вычитания (строка 8 рис. 5.11) в строку 10 табл. 5.15 на те же пикеты, на которых были определены объемы.

*Строка 11.* Из строки 4 табл. 5.15 значения переносят веерным способом в строку 11. Например, 318 м<sup>3</sup> из ПК8 строки 4 переносят на ПК7 строки 11, 530 м<sup>3</sup> из ПК9 строки 4 переносят на ПК6 строки 11 и т.д.

*Строка 12.* Не заполняется.

*Строка 13.* Во всех пикетах проставляют значения объема присыпной обочины, например 256 м<sup>3</sup>.

*Строка 14.* Из строки 9 табл. 5.15 значения переносят веерным способом в строку 14. Принцип переноса изложен выше.

**7. Рассчитывают объем растительного грунта.** Растительный слой удаляют на территории, занятой пашней, лугом, выгоном, неудобьем (подраздел 3.2). Результаты расчета ширины полосы снятия растительного слоя (грунта 2-й группы, см. табл. 3.4) представлены в табл. 3.3. На полосе отвода растительный слой снимают на четырех участках:

1) на участке ПК0...ПК6, протяженность 600 м, ширина полосы составила 32,0 м;

2) на участке ПК15...ПК20, протяженность 500 м, — 29,0 м;

3) на участке ПК24...ПК25, протяженность 100 м, — 31,0 м;

4) на участке ПК38...ПК40, протяженность 200 м, — 28,0 м.

Толщина снимаемого слоя составляет:

• на задернованных участках — 8...12 см;

• на пахотных землях — 15...18 см.

Учитывая, что пашня, луг и выгон занимают большую площадь, чем неудобье, принимают решение снимать слой толщиной 0,15 м. Тогда объем растительного грунта на одном пикете составит:

• на участке ПК0...ПК6 —  $32,0 \cdot 0,15 \cdot 100 = 480 \text{ м}^3$ ;

• на участке ПК15...ПК20 —  $30,0 \cdot 0,15 \cdot 100 = 450 \text{ м}^3$ ;

• на участке ПК24...ПК25 —  $31,0 \cdot 0,15 \cdot 100 = 465 \text{ м}^3$ ;

• на участке ПК38...ПК40 —  $28,0 \cdot 0,15 \cdot 100 = 420 \text{ м}^3$ .

*Строка 15.* Объемы растительного грунта, снимаемые с вышеобозначенных участков, заносят в соответствующие пикеты. В конце строки ставят суммарные цифры.

**8. Рассчитывают объем выторфовывания.** Согласно заданию болото глубиной 2,0 м располагается на ПК25...ПК30. По болоту проходит участок дороги протяженностью 500 м. На этом участке, согласно табл. 1.3, дорога проходит в насыпи со средней высотой, равной 2,97 м. Из выражения (1.2) определяют ширину основания понизу:

$$B^{\text{II}} = B^{\text{I}} + 2Hm = 15,94 + 2 \cdot 2,97 \cdot 1,75 = 26,335 \text{ м},$$

где  $B^{\text{I}}$  — ширина земляного полотна поверху, определена по выражению (1.1) (раздел 1) и равна 15,94 м;  $H$  — высота насыпи, в нашем примере  $H = 2,97$  м;  $m$  — заложение откоса, принято (раздел 1) равным 1,75.

Принимают ширину траншеи для выторфовывания, равную  $26,335 \approx 26,5$  м. Профиль дна болота принимают следующий: в начале и конце болота постепенное понижение дна до 2 м. С ПК26 по ПК29 болото имеет ровное дно. Схема болота представлена на рис. 5.12. Согласно заданию глубина болота – 2 м.



Рис. 5.12. Схема болота

Рассчитывают объем торфа на средних пикетах:

$$V_{\text{бол ПК}} = B^{11} \cdot h_{\text{бол}} \cdot 100 = 26,5 \cdot 2 \cdot 100 = 5300 \text{ м}^3. \quad (5.11)$$

Рассчитывают объем торфа на крайних пикетах ПК26 и ПК30:

$$V_{\text{бол ПК25}} = \frac{B^{11} \cdot h_{\text{бол}} \cdot 100}{2} = \frac{5300}{2} = 2650 \text{ м}^3.$$

*Строки 16 и 34.* Расчетные значения объемов торфа, полученные на выше-обозначенных пикетах, заносят в строки 16 и 34 тех же пикетов. В конце строк ставят суммарные значения на каждом километре.

*Строка 17.* Не заполняется.

**9. Наносят на график распределения земляных масс (табл. 5.15) ситуационный план трассы.**

*Ситуационный план* — это графическое обозначение на чертеже окружающего ландшафта (пересечения с реками и т.д.), видов местности (лес, кустарник, болото и т.д.) и характерных точек (пересечения с дорогами, населенными пунктами, линиями электропередач и т.д.), через которые проложена трасса автомобильной дороги, нанесенная в соответствии с протяженностью этих участков, границами и особенностями (густота, крупность, диаметр ствола, глубина и т.д.). Ситуационный план характеризует местность шириной 100 м от оси трассы в каждую сторону.

*Строка 18.* Из задания (табл. П.1.2, приложение 1) переносят ситуационный план. *Например*, согласно заданию видно, что на ПК0...ПК2 располагаются луг, пашня, выгон. Отделяют пунктиром отрезок от нулевого пикета до второго и подписывают — луг, на ПК2...ПК3 подписывают — неудобье, на ПК3...ПК6 — пашня и т.д.

**10. Распределяют объем грунта по ведущим машинам.** После того как рассчитаны все объемы и записаны в соответствующие ячейки графика распределения земляных масс (табл. 5.15), необходимо разнести эти объемы по машинам, выполняющим рабочие операции. При этом необходимо учитывать, что:

- автогрейдер применяют на устройстве кювета при расстоянии перемещения грунта до 100 м, поэтому соответствующий объем, при его наличии,

заносят в *строку 19*. Учитывая, что выемка имеет большую протяженность (превышающую 100 м), принимают решение, что грунт из кювета погружают экскаватором в автомобили-самосвалы и доставляют в места отсыпки насыпи, поэтому в данном случае *строку 19* не заполняют;

- бульдозер применяют при перемещении грунта на 50 и 100 м. На 50 м записывают объем, выполняемый на тех пикетах, где имеется одновременно насыпь и выемка. Объемы записывают в *строки 22, 23*;

- скрепер применяют при расстоянии перемещения грунта от 200 до 600 м. Чтобы правильно распределить грунт по расстоянию перемещения, необходимо руководствоваться схемой, изображенной на рис. 5.11. Над стрелками указаны объемы, перевозимые:

- Б – бульдозером,

- С – скрепером,

- Э – разрабатываемые экскаватором и перевозимые автомобилями-самосвалами. Объемы заносят в *строки от 24 до 28*;

- грунт, извлекаемый при устройстве кювета, перемещают автосамосвалом после срезки автогрейдером и погрузки экскаватором. Объемы записывают в *строку 29*;

- недостающий грунт для отсыпки насыпи и устройства присыпной обочины после полной разработки выемки разрабатывают в сосредоточенных резервах (карьера) и доставляют на объект автомобилями-самосвалами. Объемы записывают в *строку 31*;

- недобор перемещают точно так же, как и грунт кювета, а в табл. 5.15 записывают в *строку 33*.

**11. Рассчитывают площадь планировки верха земляного полотна.** Верх земляного полотна определяют из выражения

$$V_{з.п} = B \cdot L = 15,94 \cdot 100 = 1594 \text{ м}^3, \quad (5.12)$$

где  $B$  – ширина земляного полотна поверху (выражение (1.1)), равна 15,94 м;  $L$  – длина пикета, м.

Значение верха земляного полотна ставят в каждом пикете *строки 36*.

**12. Рассчитывают площадь планировки откосов и обочин.** Учитывая, что планировку откоса выполняют на заключительной стадии строительства, т.е. после устройства дорожной одежды, определяют полную высоту дорожного полотна

$$H_{д.п} = H_{з.п} + h = 3,69 + 0,84 = 4,53 \text{ м},$$

где  $H_{з.п}$  – высота земляного полотна, равная высоте насыпи (см. табл. 1.3, значение высоты насыпи, например на 1 км = 3,69 м);  $h$  – толщина минимально допустимых слоев (см. рис. 1.3), например 0,84 м.

Горизонтальная проекция поверхности откоса

$$l = m \cdot H_{д.п} = 1,75 \cdot 4,53 = 7,9 \text{ м}.$$

Длина откоса

$$l_{\text{отк}} = \sqrt{H_{\text{д.п}}^2 + l^2} = \sqrt{4,53^2 + 7,9^2} = 9,1 \text{ м.} \quad (5.13)$$

Ширина обочины для дороги II категории равна 3 м (см. табл. 1.1).

Суммарная ширина откоса и обочины составляет:  $9,1 + 3 = 12,1$  м.

Площадь откоса и обочины дорожного полотна равна:

$$S_{\text{н}} = l_{\text{отк} + \text{об}} \cdot L \cdot 2 = 12,1 \cdot 100 \cdot 2 = 2420 \text{ м}^2,$$

где  $L$  – длина пикета, м; 2 – откос и обочина с двух сторон от дорожного полотна.

Результаты расчетов помещают в табл. 5.16.

Полученные значения записывают в *строку 37* по пикетам, указанным в табл. 5.16.

**13. Рассчитывают площадь планировки откосов кювета, дна кювета и бермы.**

Схема расчета кювета представлена на рис. 1.4. Для расчета откосов применяют формулу (5.13), *например*:

$$l_{\text{отк.лев}} = \sqrt{h_{\text{отк}}^2 + (3h_{\text{отк}})^2} = \sqrt{1,0^2 + (3 \cdot 1)^2} = 3,2 \text{ м;}$$

$$l_{\text{отк.прав}} = \sqrt{h_{\text{отк}}^2 + (1,5h_{\text{отк}})^2} = \sqrt{1,0^2 + (1,5 \cdot 1)^2} = 1,8 \text{ м;} \quad (5.14)$$

$$S_{\text{отк}} = (l_{\text{отк.лев}} + l_{\text{отк.прав}}) \cdot 2 \cdot 100 = (3,2 + 1,8) \cdot 2 \cdot 100 = 1000 \text{ м}^2.$$

Полученные значения записывают в *строку 38* на пикетах, где имеется выемка (табл. 5.16).

Таблица 5.16

Результаты расчета планировки откосов и обочин

ПК	Вид конструкции	Протяженность участка	Средняя высота	Полная высота (+84)	Гориз. проек.	Длина откоса	Ширина обочины	Ширина откоса и обочины	Площадь откоса
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0...7	Насыпь	700	3,69	4,53	7,9	9,1	3	12,1	2420
8...16	Выемка	900	3,43	4,27	7,5	8,6	3	11,6	2320
17...21	Насыпь	500	2,42	3,26	5,7	6,6	3	9,6	1920
22...24	Выемка	300	2,64	3,48	6,1	7,0	3	10,0	2000
25...34	Насыпь	1000	2,97	3,81	6,7	7,7	3	10,7	2140
35...37	Выемка	300	2,65	3,49	6,1	7,0	3	10,0	2000
38...40	Насыпь	300	2,11	2,95	5,1	5,9	3	8,9	1780
		4000							

Площадь дна кювета и бермы составляет:

$$S_{\text{дно} + \text{берма}} = (l_{\text{дно}} + l_{\text{берма}}) \cdot 2 \cdot 100 = (0,4 + 4,0) \cdot 2 \cdot 100 = 880 \text{ м}^2.$$

Полученные значения записывают в *строку 39* по пикетам, указанным в табл. 5.16.

**14. Составляют ведомость объемов работ с учетом выполненных расчетов.** В табл. 5.15 заполняют все ячейки и подсчитывают суммы всех строк, в которых имеются значения объемов или площадей. На 4-м километре помимо суммарных чисел по километру заполняют столбец суммарных чисел по четырем километрам. На основании этого столбца заполняют ведомость объемов работ (табл. 5.17).



Таблица 5.17

**Ведомость объемов работ**

№ п/п	Наименование работ	Ссылка, табл. 5.15	Ед. изм.	Кол-во
Основные работы				
1	Бульдозерные работы: разработка грунта 2-й группы бульдозером с перемещением до 50 м	строка 22	м <sup>3</sup>	6484
2	Бульдозерные работы: разработка грунта 2-й группы бульдозером с перемещением до 100 м	строка 23	м <sup>3</sup>	8912
3	Скреперные работы: разработка грунта 2-й группы скрепером емкостью ковша 10 м <sup>3</sup> с перемещением до 200 м	строка 24	м <sup>3</sup>	13 997
4	То же, до 300 м	строка 25	м <sup>3</sup>	21 735
5	То же, до 400 м	строка 26	м <sup>3</sup>	18 998
6	То же, до 500 м	строка 27	м <sup>3</sup>	20 300
7	То же, до 600 м	строка 28	м <sup>3</sup>	10 934
8	Экскаваторные работы: разработка грунта 2-й группы экскаватором емкостью ковша 1,0 м <sup>3</sup> с автовозкой до 1 км	строка 29	м <sup>3</sup>	8268
9	То же, до 2 км	строка 30	м <sup>3</sup>	33 311
10	То же, до 3 км	строка 31	м <sup>3</sup>	37 964
11	Выторфовывание экскаватором в отвал	строка 34	м <sup>3</sup>	21 200
12	Недобор	строка 33	м <sup>3</sup>	3299
13	Уплотнение грунта с поливкой водой (50 % от общего объема)	50 % от общего объема (70669·0,5)	м <sup>3</sup>	$\frac{20\ 5317}{2} = 102658,5$
14	Уплотнение грунта без поливки водой	50 % от общего объема	м <sup>3</sup>	102658,5
Отделочные работы				
15	Планирование верха земляного полотна	строка 36	м <sup>2</sup>	63 760
16	Планировка откосов	строка 37	м <sup>2</sup>	86 240
17	Планировка откосов кювета	строка 38	м <sup>2</sup>	18 000
18	Планировка дна кювета	строка 39	м <sup>2</sup>	15 840

### 5.3. Определение количества смен, необходимых для возведения земляного полотна

*Поточный метод организации производства* дорожно-строительных работ – это метод, при котором все работы ведутся передвижными специализированными дорожно-строительными подразделениями, движущимися по дороге одно за другим в непрерывной технологической последовательности с заданной средней скоростью, обеспечивающей согласованное движение всего потока.

По составу и назначению различают частные, специализированные и объектные, или комплексные, потоки.

При сооружении сложных конструкций специализированный поток разделяют на *частные потоки*, для которых подбирают механизированные звенья. Производительность частного потока определяют его скоростью в смену, т.е. протяженностью сменной захватки. *Частные линейные потоки* могут служить для подготовительных работ, возведения труб, выполнения линейных земляных работ и водоотводных сооружений, дорожных оснований, дорожных покрытий, обстановки пути. К *частным нелинейным потокам* относят возведение земляного полотна в местах сосредоточенных работ, строительство больших искусственных сооружений.

*Скорость потока* – длина участка дороги, на котором поток выполняет и завершает все работы за час, смену, сутки. Скорость потока для каждого конструктивного слоя дорожной одежды устанавливается в зависимости от длины дороги и срока строительства.

Целесообразно скорость потока принимать равной длине сменной захватки. В этом случае механизированное звено получает в свое распоряжение захватку, на которой в течение смены выполняется определенный рабочий процесс.

*Захватка* – это участок строящейся дороги, на котором расположены основные производственные средства, выполняющие одну или несколько совмещенных во времени рабочих операций одним специализированным звеном в течение смены. Длину захватки определяют из выражения

$$l_{\text{зах}} = \frac{P_{\text{в.м}} \cdot T_{\text{смен}}}{b_{\text{сл}} \cdot h_{\text{сл}}} \text{ м}, \quad (5.15)$$

где  $P_{\text{в.м}}$  – производительность ведущей машины, м<sup>3</sup>/ч;  $T_{\text{смен}}$  – продолжительность смены, ч;  $b_{\text{сл}}$  – ширина укладываемого слоя грунта или дорожно-строительного материала (ДСМ), м;  $h_{\text{сл}}$  – толщина укладываемого слоя грунта или ДСМ, м.

Длина захватки может быть максимальной и минимальной. Максимальная длина соответствует наибольшей производительности ведущей машины, а минимальная длина определяется по наименее производительной машине, входящей в комплект машинно-дорожного отряда.

Минимальную длину сменной захватки определяют по формуле

$$I_{\text{зах}}^{\text{min}} = \frac{L}{K_{\text{смен}} \cdot T_{\text{раб}}},$$

где  $L$  – длина участка дороги;  $K_{\text{смен}}$  – коэффициент сменности;  $T_{\text{раб}}$  – количество рабочих дней.

*Развертывание потока* – это время, в течение которого осуществляется введение в технологический процесс всех специализированных подразделений; определяют с учетом технологических и организационных разрывов:

$$T_{\text{раз}} = \sum t_{\text{раз}} + \sum t_{\text{тех}}, \quad (5.16)$$

где  $t_{\text{раз}}$  – время развертывания специализированного подразделения, определяемое как сумма периодов введения в технологический процесс строительных подразделений; измеряют в сменах;  $t_{\text{тех}}$  – технологические и организационные разрывы, определяемые как сумма разрывов между операциями; измеряют в сменах.

Значения  $t_{\text{раз}}$  и  $t_{\text{тех}}$  определяют по технологическим картам. Ориентировочно развертывание потока происходит в течение смен, которые составляют 2 % от общего количества рабочих смен. Кроме того, следует учитывать, что необходимы 1...2 смены на подготовку естественного основания под насыпь.

### Задание по подразделу 5.3

1. Дать характеристику основных положений организации производства дорожно-строительных работ.
2. Произвести расчет числа смен, необходимых для выполнения земляных работ.
3. Определить число рабочих смен, необходимых для выполнения земляных работ по видам ведущей машины с определением их производительности.
4. Определить производительность землеройно-транспортных машин.

### Пример выполнения

#### Исходные данные

1. Число рабочих смен в году (см. табл. 2.5), например 239 смен.
2. Участок дороги протяженностью 4 км.

#### Порядок выполнения

1. Дают характеристику основных положений организации производства дорожно-строительных работ. Характеристику поточного метода, скорости

строительства, захватки представляют в соответствии с материалом, изложенным в подразделе 5.3.

**2. Производят расчет числа смен, необходимых для выполнения земляных работ.**

2.1. Определяют количество смен для проведения подготовительных работ. На основании расчета, проведенного в разделе 3 (выражение (3.4)) определена продолжительность подготовительных работ, которая составляет 19 смен.

2.2. Определяют количество смен, необходимых для развертывания линейного потока. Ориентировочно эти работы составляют около 2 % от  $D_{p.c}$ :

$$N_{pв} = D_{p.c} \cdot 0,02 = 239 \cdot 0,02 = 5 \text{ смен.} \quad (5.17)$$

2.3. Определяют количество смен, необходимых для устройства присыпной обочины, выполнения укрепительных и отделочных работ. Ориентировочно эти работы составляют около 4 % от  $D_{p.c}$ :

$$N_{укр} = D_{p.c} \cdot 0,04 = 239 \cdot 0,04 = 10 \text{ смен.} \quad (5.18)$$

2.4. Определяют число рабочих смен, необходимых для выполнения земляных работ:

$$N_{з.р} = D_{p.c} - N_{под} - N_{укр} - N_{pв} = 239 - 19 - 10 - 5 = 205 \text{ смен.} \quad (5.19)$$

**3. Определяют число рабочих смен, необходимых для выполнения земляных работ по видам ведущей машины.** Расчеты выполняют в соответствии с табл. 5.18.

*Столбец 1.* Обозначают виды работ, проводимые при сооружении земляного полотна, расчет которых приведен в графике распределения земляных масс (см. табл. 5.15 или табл. 5.17).

*Столбец 2.* Заполняют объемы работ, выполненные каждой ведущей землеройно-транспортной машиной, значения которых принимают по табл. 5.17 (ведомость объемов работ).

*Столбец 3.* Общий объем работ (например, 205 317 м<sup>3</sup>) приравнивают к 100 %, составляют пропорции и определяют, сколько процентов приходится на бульдозерные, скреперные, экскаваторные и прочие работы.

*Столбец 4.* 100 % составляет общее количество смен, значение которых определено по выражению (5.19) (например, 205 смен). Составляют пропорции и определяют, какое количество смен соответствует процентному содержанию бульдозерных, скреперных, экскаваторных и подобных работ.

Таким образом, определены смены, соответствующие объемам земляных работ. Для того чтобы провести расчеты по производительности ведущих машин, необходимо определить норму расхода каждой машины.

**4. Определяют производительность землеройно-транспортных машин.** Для этого выбирают класс ведущей машины:

- бульдозер – мощностью 79 кВт;

- скрепер – прицепной с гусеничным трактором с ковшем вместимостью 10 м<sup>3</sup>;
- экскаватор – одноковшовый дизельный на гусеничном ходу с ковшем вместимостью 1 м<sup>3</sup>;
- автогрейдер – среднего типа мощностью 99 кВт;
- грейдер – прицепной, тяжелого типа за трактором на гусеничном ходу, мощностью 79 кВт.

Таблица 5.18

**Расчет смен по пропорции и производительности**

Вид работ	Объем грунта на участке V <sub>1</sub> , м <sup>3</sup>	Расчет по пропорции		Расчет по производительности		Количество ведущих машин
		Процент каждого вида работ	Количество рабочих смен	Количество смен по ведущей машине	Принимаемое количество смен	
1	2	3	4	5	6	7
Бульдозерные 50 м 100 м	15 396 6484 8912	7	14	101	14	9 (7)
Скреперные 200 м 300 м 400 м 500 м 600 м	85 964 13 997 21 735 18 998 20 300 10 934	42	86	382	86	5
Экскаваторные до 1 км до 2 км до 3 км	79 543 8268 33 311 37 964	39	80	176	88	2
Недобор	3299	2	4	18	4	5
Выгторфовывание экскаватором	21 200	10	21	60	20	3
Всего, м <sup>3</sup>	205 317	100	205	737	212	24
Грейдерные: кювет, м <sup>3</sup> планировка, м <sup>2</sup>	8268 183 840	Автогрейдер	8268 м <sup>3</sup> 183 840 м <sup>2</sup>	39 3	10 3	4 1
Всего с планировкой	–	–	–	769	222	28

4.1. *Бульдозерные работы.* Норму расхода в маш.-ч определяют по НРР 8.03.101-2017 в разделе 05 «Устройство дорожных насыпей бульдозерами» (табл. 1-35, приложение 7). Номер расхода выбирают с учетом:

- мощности бульдозера – 79 кВт;
- расстояния перемещения – до 20 м и добавления соответствующей расценки на каждые последующие 10 м;
- группы грунта по трудности разработки – 1, 2, 3.

Норму времени рассчитывают путем сложения нормы для бульдозера при перемещении на 20 м и произведения добавленной нормы на каждые последующие 10 м на количество 10 м. *Например*, расстояние перемещения грунта для устройства дорожных насыпей составляет 50 и 100 м. Поэтому этот вид деятельности бульдозерных работ определяют по табл.1-35 (НРР 8.03.101-2017) (приложение 7).

При расстоянии перемещения 50 м грунта 2-й группы бульдозером мощностью 79 кВт норма расхода составит

$$НР_{\text{бульд.50}} = 16,63 (E1-35-2) + 3 \cdot 6,69 (E1-35-5) = 36,7 \text{ маш. -ч.} \quad (5.20)$$

При расстоянии перемещения 100 м грунта 2-й группы бульдозером мощностью 79 кВт норма расхода составит

$$НР_{\text{бульд.100}} = 16,63 (E1-35-2) + 7 \cdot 6,69 (E1-35-5) = 63,5 \text{ маш. -ч.}$$

Производительность бульдозера при расстоянии перемещения грунта на 50 м составит

$$П_{\text{бульд.50}} = \frac{1000}{НР_{\text{бульд.50}}} T = \frac{1000 \cdot 8}{36,7} = 218 \text{ м}^3/\text{смену}, \quad (5.21)$$

где 1000 – единица измерения для выбора нормы расхода;  $T$  – продолжительность смены, принимают равной 8 ч;  $НР_{\text{бульд.50}}$  – норма расхода, маш.-ч, необходимая для выполнения единицы работы (определена по выражению (5.20)).

Производительность бульдозера при расстоянии перемещения грунта на 100 м составит

$$П_{\text{бульд.100}} = \frac{1000}{НР_{\text{бульд.100}}} T = \frac{1000 \cdot 8}{63,5} = 126 \text{ м}^3/\text{смену}.$$

Количество смен при перемещении грунта для устройства дорожных насыпей на расстояние 50 м одним бульдозером:

$$N_{\text{смен}} = \frac{V_{50}}{П_{\text{бульд.50}}} = \frac{6484}{218} = 30 \text{ смен}, \quad (5.22)$$

где  $V_{50}$  – объем работ, выполняемых бульдозером,  $\text{м}^3$ , принимают из табл. 5.17 (перемещение грунта на расстояние 50 м);  $П_{\text{бульд.50}}$  – производительность бульдозера при перемещении грунта на расстояние 50 м,  $\text{м}^3/\text{смену}$  (выражение (5.21)).

Определяют количество смен для выполнения объема работ при перемещении грунта для устройства дорожных насыпей на расстояние 100 м одним бульдозером:

$$N_{\text{смен}} = \frac{V_{100}}{П_{\text{бульд.100}}} = \frac{8912}{126} = 71 \text{ смена.}$$

Следовательно, объем бульдозерных работ, в который входят работы по сооружению насыпи с перемещением грунта на 50 и 100 м, может быть выполнен одним бульдозером за следующее количество смен:

- при перемещении грунта на 50 м – 30 смен;
- при перемещении грунта на 100 м – 71 смена;
- итого – 101 смена.

Количество смен (101 смена), необходимых для выполнения объема бульдозерных работ одним бульдозером, записывают в столбец 5 табл. 5.18.

Кроме того, необходимо учитывать, что бульдозеры помимо перемещения грунта применяют также на следующих видах работ:

- бульдозерных – при уплотнении грунтов, когда производят его разравнивание;
- скреперных – при содержании съездов, въездов и дорог, а также при устройстве и содержании водоотводных канав;
- экскаваторных – при планировке поверхности забоя и содержании земляного полотна забойной дороги.

Таким образом, общее количество смен при условии работы одного бульдозера составляет 101, а по пропорции количество смен составляет 14. Делят 101 смену на предполагаемое ориентировочное количество бульдозеров для получения числа смен, близкого к 14. Таким количеством является 7 бульдозеров. Результат расчета позволяет получить необходимое количество смен:  $101 : 7 = 14$  смен.

Принимают количество смен равным 14.

Определяют расчетное количество машин – бульдозеров, работающих на возведении земляного полотна, из выражения

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш. - ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{NP_{\text{бульд}} \cdot V}{N_{\text{смен}} \cdot T}, \quad (5.23)$$

где «треб. маш. - ч» – расчетный показатель, определяемый умножением нормы расхода на объем выполненной работы;  $N_{\text{смен}}$  – принятое количество смен, например 14;  $T$  – продолжительность смены, принята равной 8 ч.

Для расчета «треб. маш. - ч» необходимо учитывать, что бульдозеры задействованы при перемещении грунта на расстояние 50 и 100 м. Принимают расстояние перемещения равным 100 м, поскольку объем грунта при перемещении на 100 м больше, чем на 50 м. Для этого расстояния норма расхода составляет 63,5 маш. - ч (определена по выражению (5.20)). Единицу выполненной работы измеряют в  $1000 \text{ м}^3$  (например, 15,396; табл. 5.18). Выполняют расчет по выражению (5.23):

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш. - ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{NP_{\text{бульд}} \cdot V}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{63,5 \cdot 15,396}{14 \cdot 8} = 8,7 \approx 9 \text{ маш.}$$

Записывают эту цифру в табл. 5.18 (столбец 7).

4.2. *Скреперные работы.* Норму расхода в маш.-ч для скрепера определяют по НРР 8.03.101-2017 в разделе 03 «Разработка грунта скреперами» (табл. 1-22, приложение 7). Номер расхода выбирают с учетом:

- вместимости ковша – 3; 4,5; 7; 8; 10; 15 м<sup>3</sup>;
- расстояния перемещения – 100 м и добавления соответствующей расценки на каждые последующие 10 м;
- группы грунта по трудности разработки – 1, 2.

*При расстоянии перемещения 200 м* грунта 2-й группы скрепером прицепным (с гусеничным трактором) с ковшом вместимостью 10 м<sup>3</sup> норма расхода составит

$$НР_{\text{скреп.200}} = 13,72(E1-22-10) + 10 \cdot 0,75(E1-22-22) = 21,25 \text{ маш. -ч.}$$

Определяют производительность скрепера:

$$П_{\text{скреп.200}} = \frac{1000}{НР_{\text{скреп.200}}} T = \frac{1000 \cdot 8}{21,25} = 376,5 \text{ м}^3 / \text{смену.}$$

Определяют количество смен для выполнения объема работ при перемещении грунта на расстояние 200 м одним скрепером:

$$N_{\text{смен}} = \frac{V_{200}}{П_{\text{скреп}}} = \frac{13997}{376,5} = 37,2 \approx 37 \text{ смен.}$$

*При расстоянии перемещения 300 м* норма расхода составит

$$НР_{\text{скреп.300}} = 13,72(E1-22-10) + 20 \cdot 0,75(E1-22-22) = 28,72 \text{ маш. -ч.}$$

Производительность скрепера равна

$$П_{\text{скреп.300}} = \frac{1000}{НР_{\text{скреп.300}}} T = \frac{1000 \cdot 8}{28,72} = 278,5 \approx 279 \text{ м}^3 / \text{смену.}$$

Количество смен для выполнения объема работ при перемещении грунта на расстояние 300 м одним скрепером составит

$$N_{\text{смен}} = \frac{V_{300}}{П_{\text{скреп}}} = \frac{21735}{279} = 78 \text{ смен.}$$

*При расстоянии перемещения 400 м* норма расхода составит

$$НР_{\text{скреп.400}} = 13,72(E1-22-10) + 30 \cdot 0,75(E1-22-22) = 36,22 \text{ маш. -ч.}$$

Производительность скрепера равна

$$П_{\text{скреп.400}} = \frac{1000}{НР_{\text{скреп.400}}} T = \frac{1000 \cdot 8}{36,22} = 221 \text{ м}^3 / \text{смену.}$$

Количество смен для выполнения объема работ при перемещении грунта на расстояние 400 м одним скрепером составит

$$N_{\text{смен}} = \frac{V_{400}}{П_{\text{скреп}}} = \frac{18\,998}{221} = 85,9 \approx 86 \text{ смен.}$$

При расстоянии перемещения 500 м норма расхода составит

$$НР_{\text{скреп.500}} = 13,72(E1-22-10) + 40 \cdot 0,75(E1-22-22) = 43,72 \text{ маш. -ч.}$$

Производительность скрепера равна

$$П_{\text{скреп.500}} = \frac{1000}{НР_{\text{скреп.500}}} T = \frac{1000 \cdot 8}{43,72} = 182,9 \approx 183 \text{ м}^3 / \text{смену.}$$

Количество смен для выполнения объема работ при перемещении грунта на расстояние 500 м одним скрепером составит

$$N_{\text{смен}} = \frac{V_{500}}{П_{\text{скреп.500}}} = \frac{20\,300}{183} = 110,9 \approx 111 \text{ смен.}$$

При расстоянии перемещения 600 м норма расхода составит

$$НР_{\text{скреп.600}} = 13,72(E1-22-10) + 50 \cdot 0,75(E1-22-22) = 51,22 \text{ маш. -ч.}$$

Производительность скрепера равна

$$П_{\text{скреп.600}} = \frac{1000}{НР_{\text{скреп.600}}} T = \frac{1000 \cdot 8}{51,22} = 156 \text{ м}^3 / \text{смену.}$$

Количество смен для выполнения объема работ при перемещении грунта на расстояние 600 м одним скрепером составит

$$N_{\text{смен}} = \frac{V_{600}}{П_{\text{скреп.600}}} = \frac{10\,934}{156} = 70 \text{ смен.}$$

Общее количество смен при выполнении работ одним скрепером будет равно:  $N_{\text{общ}} = 37 + 78 + 86 + 111 + 70 = 382$  смены (ставят в столбец 5 табл. 5.17), а по пропорции работы должны быть выполнены за 86 смен. Делят 382 смены на предполагаемое ориентировочное количество скреперов для получения числа смен, близкого к 86. Таким количеством является 5 скреперов. Результат расчета позволяет получить необходимое количество смен:  $382 : 5 = 76,4 \approx 77$  смен,  $382 : 4 = 95,5$  смен.

Принимают количество смен равным 86.

Учитывая, что скреперы задействованы при перемещении грунта на расстояние от 200 до 600 м, принимают среднее расстояние перемещения,

т.е. 400 м. Для этого расстояния норма времени составляет 36,22 маш.-ч. Определяют количество машин – скреперов, работающих на возведении земляного полотна, из выражения (5.23):

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{НР_{\text{скреп}} \cdot V}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{36,22 \cdot 85,964}{86 \cdot 8} = 4,5 \approx 5 \text{ маш.}$$

Записывают эту цифру в табл. 5.18 (столбец 7).

4.3. *Экскаваторные работы.* Норму расхода в маш.-ч определяют по НРР 8.03.101-2017 в разделе 02 «Разработка грунта экскаваторами с погрузкой на автомобили-самосвалы» (табл. 1-17, приложение 7). Номер расхода выбирают с учетом:

- вместимости ковша – 1,0; 0,65; 0,5 м<sup>3</sup>;
- группы грунта по трудности разработки – 1, 2, 3, 4, 5, 6.

*Например,* при разработке грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 1 м<sup>3</sup> (1...1,2) грунта 2-й группы (Е1-17-2) норму расхода рассчитывают:

- для рабочих-строителей – 8,0 чел.-ч;
- бульдозера (79 кВт) – 5,5 маш.-ч;
- экскаватора одноковшового дизельного на гусеничном ходу – 17,7 маш.-ч:

$$НР_{\text{экск}} = 17,7(\text{Е1-17-2}) \text{ маш.-ч.}$$

Производительность экскаватора будет равна

$$П_{\text{экск}} = \frac{1000}{НР_{\text{экск}}} T = \frac{1000 \cdot 8}{17,7} = 451,9 \text{ м}^3/\text{смену.}$$

Количество смен для выполнения объема работ одним экскаватором составит

$$N_{\text{смен}} = \frac{V}{П_{\text{экск}}} = \frac{79\,543}{451,9} = 176 \text{ смен.}$$

Количество смен при выполнении работ одним экскаватором составляет 176, а по пропорции работы должны быть выполнены за 80 смен. Делят 176 смен на предполагаемое ориентировочное количество экскаваторов для получения числа смен, близкого к 80. Таким количеством является 2 экскаватора. Результат расчета позволяет получить необходимое количество смен:  $176 : 2 = 88$  смен.

Принимают количество смен равным 88.

Определяют количество машин – экскаваторов, работающих на возведении земляного полотна, из выражения (5.23):

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{НР_{\text{экск}} \cdot V}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{17,7 \cdot 79,543}{88 \cdot 8} = 1,9 \approx 2 \text{ маш.}$$

Записывают эту цифру в табл. 5.18 (столбец 7).

4.4. *Экскаваторные работы на срезке недобора* (табл. 1-38, приложение 7).  
Номер расхода выбирают с учетом:

- группы грунта – 1, 2, 3, 4.

В состав работ входят:

- срезка недобора с отсыпкой грунта с погрузкой в автомобили-самосвалы;
- устройство и содержание водоотводных канав;
- разравнивание грунта на насыпях;
- содержание дорог и проездов;
- подготовка пути для передвижки экскаватора.

Работы выполняют экскаватором на гусеничном ходу 0,65 м<sup>3</sup> и бульдозером мощностью 79 кВт.

*Например*, при срезке недобора грунта в выемках с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшем вместимостью 0,65 м<sup>3</sup> грунта 2-й группы (Е1-38-2, приложение 7) норму расхода рассчитывают для экскаватора:

$$НР_{\text{экск.0,65}} = 43,78(\text{Е1-38-2}) \text{ маш. -ч.}$$

Производительность экскаватора будет равна

$$П_{\text{экск.0,65}} = \frac{1000}{НР_{\text{экск.0,65}}} T = \frac{1000 \cdot 8}{43,78} = 182,7 \text{ м}^3/\text{смену.}$$

Количество смен для выполнения объема работ одним экскаватором составит

$$N_{\text{смен}} = \frac{V}{П_{\text{экск.0,65}}} = \frac{3299}{182,7} = 17,6 \approx 18 \text{ смен,}$$

где  $V$  – объем работ, выполняемых при недоборе (табл. 5.18).

Количество смен при выполнении работ одним экскаватором составляет 18, а по пропорции работы должны быть выполнены за 4 смены. Делят 18 смен на предполагаемое ориентировочное количество экскаваторов для получения числа смен, близкого к 4. Таким количеством является 4 экскаватора. Результат расчета позволяет получить необходимое количество смен:  $18 : 4 = 4,5$  смены.

Принимают количество смен равным 4.

Определяют количество машин – экскаваторов, работающих на срезке недобора:

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш. -ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{НР_{\text{экск}} \cdot V}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{43,78 \cdot 3,299}{4 \cdot 8} = 4,4 \approx 5 \text{ маш.,}$$

где  $N$  – количество смен, принимаемое при выполнении работ по ликвидации недобора.

Записывают эту цифру в табл. 5.18 (столбец 7).

4.5. *Экскаваторные работы на выторфовывании.* Норму расхода в маш.-ч определяют по НРР 8.03.101-2017 в разделе 01 «Разработка грунта в отвал экскаваторами “драглайн” или “обратная лопата”» (табл. 1-12, приложение 7). Номер расхода выбирают с учетом:

- вместимости ковша – 1,0; 0,65; 0,5 м<sup>3</sup>;
- группы грунта по трудности разработки – 1, 2, 3, 4, 5, 6.

При механической замене слабого грунта работу на выторфовывании выполняют три экскаватора, два из которых работают на болоте, а третий в карьере. Первый экскаватор (*например*, с ковшом вместимостью 0,65 м<sup>3</sup>) отрыгает траншею на болоте, с перемещением торфа в отвал, шириной траншеи, равной ширине насыпи по основанию. Второй экскаватор (*например*, с ковшом вместимостью 0,5 м<sup>3</sup>) работает на устройстве водоотводной канавы. Третий экскаватор (*например*, с ковшом вместимостью 1,0 м<sup>3</sup>) разрабатывает грунт в карьере, с погрузкой в автомобили-самосвалы и доставкой грунта на болото для засыпки траншеи и возведения насыпи.

*Например*, при разработке грунта в отвал экскаватором драглайн с ковшом вместимостью 0,65 (0,5...1,0) м<sup>3</sup> грунта 2-й группы (Е1-12-8, приложение 7) норму расхода рассчитывают:

- для рабочих-строителей – 10,48 чел.-ч;
- экскаватора одноковшового дизельного на гусеничном ходу – 22,77 маш.-ч:

$$\text{НР}_{\text{экск}} = 22,77(\text{Е1-12-8}) \text{ маш.-ч.}$$

Производительность экскаватора равна

$$\text{П}_{\text{экск}} = \frac{1000}{\text{НР}_{\text{экск}}} T = \frac{1000 \cdot 8}{22,77} = 351,3 \text{ м}^3 / \text{смену.}$$

Количество смен для выполнения объема одним экскаватором составит

$$N_{\text{смен}} = \frac{V}{\text{П}_{\text{экск}}} = \frac{21\,200}{351,3} = 60 \text{ смен,}$$

где  $V$  – объем выторфовывания (табл. 5.18).

Количество смен при выполнении работ одним экскаватором составляет 60, а по пропорции работы должны быть выполнены за 21 смену. Делят 60 смен на предполагаемое ориентировочное количество экскаваторов для получения числа смен, близкого к 21. Таким количеством является 3 экскаватора. Результат расчета позволяет получить необходимое количество смен:  $60 : 3 = 20$  смен.

Принимают количество смен равным 20.

Определяют количество машин – экскаваторов, работающих на выторфовывании, из выражения (5.23):

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}^{\circledR}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{\text{НР}_{\text{экск}} \cdot V}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{22,77 \cdot 21,2}{20 \cdot 8} = 3 \text{ маш.}$$

Записывают эту цифру в табл. 5.18 (столбец 7).

4.6. *Грейдерные работы.* Грейдерные работы выполняют при планировке:

• верха земляного полотна, объем работ составляет 63 760 м<sup>2</sup> (см. табл. 5.15, строка 36);

• откосов – 86 240 м<sup>2</sup> (строка 37);

• откосов кювета – 18 000 м<sup>2</sup> (строка 38);

• дна кювета – 15 840 м<sup>2</sup> (строка 39);

• объем грунта при устройстве кювета – 8268 м<sup>3</sup> (строка 4).

Норму расхода в маш.-ч при планировке верха земляного полотна и откосов определяют по НРР 8.03.101-2017 в разделе 03 «Сопутствующие работы» – «Планировка площадей, откосов, полотна выемок и насыпей» (табл. 1-145, приложение 7). Норму расхода выбирают с учетом:

• группы грунта по трудности разработки – 1, 2, 3.

Например, при планировке механизированным способом насыпей откосов и полотна грунта 2-й группы норму расхода (Е1-145-12, приложение 7) рассчитывают:

• для экскаватора 0,65 м<sup>3</sup> – НР<sub>экск</sub> = 0,83 маш.-ч;

• бульдозера 79 кВт – НР<sub>бульд</sub> = 0,42 маш.-ч;

• автогрейдера среднего типа 99 кВт – НР<sub>автогрейд</sub> = 1,69 маш.-ч.

При механизированном способе выполняют следующие работы: планировку полотна, откосов и бермы, устройство сливной призмы и зачистку неровностей, разравнивание грунта.

Производительность автогрейдера равна

$$П_{\text{автогрейд}} = \frac{1000}{НР_{\text{автогрейд}}} T = \frac{1000 \cdot 8}{1,69} = 4734 \text{ м}^2/\text{смену}.$$

Количество смен для выполнения объема работ при планировке грунта автогрейдером составляет

$$N_{\text{смен}} = \frac{V}{П_{\text{автогрейд}}} = \frac{183\,840}{4734} = 38,8 \approx 39 \text{ смены},$$

где  $V$  – объем, выполняемый автогрейдером (табл. 5.15, строки 36...39, всего: 63 760 + 86 240 + 18 000 + 15 840 = 183 840).

Производительность бульдозера и экскаватора не рассчитывают, поскольку их норма расхода меньше, чем у автогрейдера. Следовательно, они будут иметь большую производительность, чем автогрейдер, а это значит, что свою работу они выполнят за меньшее количество смен.

Количество смен при выполнении работ одним автогрейдером составляет 39. Принимают количество смен равным 10 (табл. 5.18). Определяют количество машин – автогрейдеров, работающих на устройстве кювета:

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{НР_{\text{автогрейд}} \cdot V}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{1,69 \cdot 183,84}{10 \cdot 8} = 3,8 \approx 4 \text{ маш.}$$

Норму времени в маш.-ч при устройстве кюветов в выемках определяют по НРР 8.03.101-2017 (табл. I-36, приложение 7). При устройстве кюветов выполняют работы: устройство кюветов, погрузка грунта в автосамосвалы, разравнивание грунта на отвале, зачистка неровностей, нарезка выводов кюветов и транспортирование грунта. На этих работах задействованы механизмы, имеющие нормы расхода (Е1-36-2) на единицу измерения 100 м<sup>3</sup>:

- автогрейдер среднего типа 99 кВт – 0,27 маш.-ч;
- бульдозер 79 кВт – 0,1 маш.-ч;
- экскаватор траншейный – 3,32 маш.-ч;
- автомобиль-самосвал 10 т – 16,07 маш.-ч.

Производительность автогрейдера равна

$$P_{\text{автогрейд}} = \frac{100}{\text{НР}_{\text{автогрейд}}} T = \frac{100 \cdot 8}{0,27} = 2963 \text{ м}^3 / \text{смену}.$$

Количество смен для выполнения объема работ при нарезке кювета автогрейдером составляет

$$N_{\text{смен}} = \frac{V}{P_{\text{автогрейд}}} = \frac{8268}{2963} = 2,8 \approx 3 \text{ смены},$$

где  $V$  – объем кювета, равный 8268 м<sup>3</sup> (табл. 5.15, строка 4, всего).

Количество смен при выполнении работ одним автогрейдером составляет 3. Определяют количество машин – автогрейдеров, работающих на устройстве кювета:

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{\text{НР}_{\text{автогрейд}} \cdot V}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{0,27 \cdot 82,67}{3 \cdot 8} = 0,8 \approx 1 \text{ маш.}$$

Планировку верха земляного полотна автогрейдером выполняют за 10 смен, устройство кювета в выемке – за 3 смены. Принимают количество смен для выполнения планировочных работ и устройства кювета, равное 10, поскольку автогрейдеры могут работать одновременно с двух сторон от земляного полотна.

На основании выполненных расчетов можно сделать следующее заключение.

1. Число рабочих смен для строительства земляного полотна автомобильной дороги протяженностью 4 км составляет 239 смен ( $D_{p,c}$ ).
2. Число смен, занятых на подготовительных работах (19 смен), развертывании линейного потока (5 смен), выполнении укрепительных и отделочных работ (10 смен), составляет 34 смены.
3. Число смен для выполнения земляных работ составляет 205 смены.
4. При выполнении каждого вида земляных работ одной ведущей машиной потребуется 737 смен.
5. Принимаемое количество смен на выполнение земляных работ – 212.
6. Планировочные работы выполняют за 10 смен.

7. Для выполнения всего объема земляных работ, включая и планировочные, в течение 212 смен необходимо наличие землеройно-транспортных машин в количестве 28 единиц. Расчет показал, что при последовательном выполнении земляных работ количество смен может превышать расчетное значение. Однако при организации земляных работ необходимо учитывать, что некоторые земляные работы могут выполняться параллельно, а это позволит выполнить намеченный объем работ в срок. Организация земляных работ выполняется в соответствии с линейным календарным графиком, рассматриваемым в разделе 7.

## **5.4. Расчет ресурсов, необходимых для возведения земляного полотна**

Расчет ресурсов, необходимых для возведения земляного полотна, выполняют для всех видов земляных работ:

- бульдозерных работ;
- скреперных работ;
- экскаваторных работ;
- работ на болоте (выторфовывания);
- снятия недобора;
- планировочных работ;
- устройства присыпных обочин.

### **5.4.1. Расчет ресурсов при выполнении бульдозерных работ**

#### **Задание по подразделу 5.4.1**

1. Обозначить технологические операции, выполняемые при бульдозерных работах.
2. Сформировать и заполнить таблицу для расчета бульдозерных работ.
3. Произвести комплектование состава бульдозерного звена.

#### **Пример выполнения**

##### **Исходные данные**

1. Объем бульдозерных работ – результат расчета по табл. 5.15, строки 22 и 23; табл. 5.17, строки 1 и 2. *Например:* при перемещении грунта на 50 м – 6484 м<sup>3</sup>; при перемещении грунта на 100 м – 8912 м<sup>3</sup>.
2. Принятое число смен – результат расчета в табл. 5.18. *Например,* 14 смен.
3. Мощность бульдозера – 79 кВт (табл. 5.19).

Расчет ресурсов по возведению земляного полотна (бульдозерные работы)

№ п/п	Производственные процессы	Объем работ		Источник норм	Рабочая сила			Машины и механизмы		
		Ед. изм.	Кол-во		Н, расх. чел.-ч	Треб. чел.-ч (4-6)	Треб. чел.	Н, расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Устройство насыпей из грунта (I) 2-й группы бульдозерами _____ кВт с перемещением на 50 м и разравниванием в насыпи	1000 м <sup>3</sup>	6,484	E1-35-2 E1-35-5				36,7	237,9	
2	То же, до 100 м	1000 м <sup>3</sup>	8,912	E1-35-2 E1-35-5				70,15	625,2	
3	Уплотнение грунта прицепными катками на пневмоходу массой 25 т за 8 проходов по одному следу при $h = 30$ см с разравниванием перед уплотнением и поливкой водой	1000 м <sup>3</sup>	7,3	E1-130-2 E1-130-8 E1-135-1	13,91	101,5		14,82	108,2	
4	То же, без поливки водой	1000 м <sup>3</sup>	7,3	E1-130-2 E1-130-8				14,82	108,2	
5	Итого					101,5	0,9 (1)		1079,5	9,6 (10)
Работа выполняется за 14 смен										
6	Итого						1			10
Машины и механизмы										
№ пп	Поливомоечная машина (6000 л)			Каток (25 т)			Трактор (79 кВт)			
	Н, расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.	Н, расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.	Н, расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.	Треб. маш.
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1										
2										
3	13,91	101,5		11,68	85,3		11,68	85,3		
4				11,68	85,3		11,68	85,3		
5		101,5	0,9 (1)		170,6	1,5 (2)		170,6	1,5 (2)	
Работа выполняется за...14 смен										
6			1			2				2

## Порядок выполнения

**1. Обозначают технологические операции, выполняемые при бульдозерных работах.** Расчет ресурсов при выполнении бульдозерных работ проводят при перемещении грунта на расстояние 50 и 100 м. Бульдозерные работы включают следующие операции:

- разработку грунта, *например* 2-й группы, с перемещением из выемок в насыпь (табл. 1-35 НРР 8.03.101-2017, приложение 7), разравнивание грунта в насыпи – работу выполняет бульдозер;

- уплотнение (табл. 1-130, приложение 7) без поливки. В этот вид деятельности входят разравнивание грунта перед уплотнением и уплотнение прицепным катком на пневмоколесном ходу – работу выполняет звено в составе бульдозера, трактора на гусеничном ходу, катка дорожного прицепного на пневмоколесном ходу 25 т;

- уплотнение грунта с поливкой водой (табл. 1-130 и 1-135, приложение 7) – работу выполняет звено в составе бульдозера, прицепного катка на пневмоколесном ходу, машины поливомоечной 6000 л. В этом виде деятельности принимают участие рабочие-строители, для которых рассчитывается норма расхода в чел.-ч.

**2. Составляют таблицу для расчета ресурсов.** Исходя из перечисленных операций бульдозерных работ, составляют таблицу расчета ресурсов (табл. 5.19), в которую входят данные по нормам расхода и требуемому количеству машин и рабочих-строителей. В связи с этим таблица включает следующие сведения:

- объем работ;
- ссылка на источник норматива;
- рабочая сила;
- бульдозер (мощность соответствует заданию, например 79 кВт);
- поливомоечная машина 6000 л;
- каток дорожный прицепной на пневмоколесном ходу 25 т;
- трактор на гусеничном ходу 79 кВт.

Объем работ принимают по табл. 5.18. При перемещении на 50 м объем составил 6484 м<sup>3</sup>, при перемещении на 100 м – 8912 м<sup>3</sup>.

2.1. При устройстве насыпи из грунта 1...4-й групп бульдозером мощностью от 59 до 243 кВт с перемещением грунта на расстояние 50 и 100 м норму расхода принимают по табл. 1-35 (приложение 7) для бульдозера мощностью, принятой в задании проекта. *Например*, при мощности 79 кВт, грунте 2-й группы норма расхода составляет

- при перемещении грунта до 20 м (Е1-35-2) – 16,63 маш.-ч;
- добавление на каждые последующие 10 м (Е1-35-5) – 6,69 маш.-ч.

Общая норма расхода при перемещении на 50 м составляет

$$НР_{\text{бульд.50}} = 16,63(E1-35-2) + 3 \cdot 6,69(E1-35-5) = 36,7 \text{ маш.-ч.}$$

Общая норма расхода при перемещении на 100 м составляет

$$НР_{\text{бульд.100}} = 16,63(E1-35-2) + 8 \cdot 6,69(E1-35-5) = 70,15 \text{ маш.-ч.}$$

Полученные значения записывают в строки 1 и 2, столбец 9 (табл. 5.19).

2.2. Определяют требуемое количество маш.-ч, зависящее от объема работ, при перемещении грунта на 50 м:

$$TR_{\text{бульд.50}} = V_{\text{бульд.50}} \cdot NP_{\text{бульд.50}} = 6,484 \cdot 36,7 = 237,9 \text{ маш.-ч.}$$

Определяют требуемое количество маш.-ч при перемещении грунта на 100 м:

$$TR_{\text{бульд.100}} = V_{\text{бульд.100}} \cdot NP_{\text{бульд.100}} = 8,912 \cdot 70,15 = 625,2 \text{ маш.-ч.}$$

Полученные результаты записывают в строки 1 и 2, столбец 10 (табл. 5.19).

2.3. Следующей операцией после перемещения грунта и разравнивания является его уплотнение с поливкой водой и без поливки. Эту работу выполняют трактор на гусеничном ходу, каток дорожный прицепной на пневмокольном ходу, поливомоечная машина и бульдозер. Расчет выполняют в следующей последовательности.

Вначале рассчитывают уплотнение с поливкой водой при условии, что уплотнение с поливкой выполняют на половине всего объема бульдозерных работ. Следовательно, вначале рассчитывают весь объем бульдозерных работ при перемещении грунта на 50 и 100 м:

$$V_{\text{бульд}} = V_{50} + V_{100} = 6484 + 8912 = 15\,396 \text{ м}^3,$$

а затем определяют объем работ для уплотнения с поливкой водой:

$$V_{\text{упл}} = \frac{V_{\text{бульд}}}{1,05 \cdot 2} = \frac{15\,396}{1,05 \cdot 2} = 7331 \text{ м}^3,$$

где 1,05 – коэффициент относительного уплотнения (см. табл. 5.14); 2 – объем делят пополам.

2.4. Определяют норму расхода на уплотнение грунта при толщине уплотняемого слоя 0,3 м за 8 проходов по одному следу с поливкой водой трактора на гусеничном ходу и катка дорожного прицепного на пневмокольном ходу:

$$NP_{\text{упл}} = 1,46(E1-130-2) + 7 \cdot 1,46(E1-130-8) = 11,68 \text{ маш.-ч.}$$

Полученные результаты записывают в строки 3 и 4, столбцы 15 и 18 (табл. 5.19).

Норма расхода для бульдозера

$$NP_{\text{бульд}} = (E1-130-2) = 14,82 \text{ маш.-ч.}$$

Полученные результаты записывают в строки 3 и 4, столбец 9 (табл. 5.19).

Норма расхода для поливомоечной машины

$$NP_{\text{пол.маш}} = (E1-135-1) = 13,91 \text{ маш.-ч.}$$

Полученные результаты записывают в строку 3, столбец 12 (табл. 5.19).

Норма расхода для рабочих-строителей при поливке водой уплотняемого грунта

$$НР_{\text{чел}} = (Е1-135-1) = 13,91 \text{ чел. -ч.}$$

Полученное значение записывают в строку 3, столбец 6 (табл. 5.19).

Определяют количество чел.-ч и маш.-ч, необходимое для уплотнения грунта в насыпи, путем умножения объема работ на норму расхода:

$$ТР_{\text{чел}} = V_{\text{упл}} \cdot НР_{\text{чел}} = 7,3 \cdot 13,91 = 101,5 \text{ чел. -ч;}$$

$$ТР_{\text{бульд}} = V_{\text{упл}} \cdot НР_{\text{бульд}} = 7,3 \cdot 14,82 = 108,2 \text{ маш. -ч;}$$

$$ТР_{\text{пол.маш}} = V_{\text{упл}} \cdot НР_{\text{пол.маш}} = 7,3 \cdot 13,91 = 101,5 \text{ маш. -ч;}$$

$$ТР_{\text{упл}} = V_{\text{упл}} \cdot НР_{\text{упл}} = 7,3 \cdot 11,68 = 85,3 \text{ маш. -ч.}$$

Полученные результаты записывают в строку 3, столбцы 7, 10, 13, 16, 19 соответственно. В строке 4 столбцы 6 и 7, 12 и 13 не заполняют.

2.5. Определяют количество машин и число рабочих, занятых на бульдозерных работах. Для этого рассчитывают суммарные значения по столбцам 7, 10, 13, 16 и 19. Суммарные значения записывают в строку 5 в соответствующих столбцах. *Например*, столбец 7, итог = 101,5 маш.-ч; столбец 10, итог = 237,9 + 625,2 + 108,2 + 108,2 = 1079,5 маш.-ч и т.д.

2.6. Определяют количество людей и машин, выполняющих данную работу, по выражению (3.5). *Например*, определение требуемого количества рабочих-строителей выполняют на основе расчета по выражению

$$N_{\text{чел}} = \frac{\text{треб. чел.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{101,5}{14 \cdot 8} = 0,9 \approx 1 \text{ чел.,}$$

где  $N_{\text{смен}}$  – количество смен для выполнения бульдозерных работ, принимают по табл. 5.18 (например, 14 смен).

Определяют количество бульдозеров, занятых на перемещении грунта на расстояние до 100 м и на разравнивании грунта слоем толщиной 0,3 м:

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{1079,5}{14 \cdot 8} = 9,6 \approx 10 \text{ маш.}$$

Количество поливомоечных машин составляет

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{101,5}{14 \cdot 8} = 0,9 \approx 1 \text{ маш.}$$

Количество тракторов и прицепных катков (пара) составляет

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{170,6}{14 \cdot 8} = 1,5 \approx 2 \text{ маш.}$$

Таким образом, для выполнения бульдозерных работ необходимы (табл. 5.19):

- рабочие-строители – 1;
- бульдозеры – 10;
- поливомоечные машины – 1;
- прицепные катки – 2;
- тракторы – 2.

На основании этих данных формируют строительные отряды.

**3. Комплектование состава бульдозерного звена.** Машины и рабочие, занятые на работах по сооружению земляного полотна, сводят в группы, отряды, бригады, выполняющие законченный технологический процесс. Эти механизированные отряды выполняют линейные и сосредоточенные работы, в процессе которых разрабатывают грунт в выемках и резервах, перемещают грунт в насыпь, укладывают слоями, разравнивают и уплотняют. Основанием для комплектования отрядов служит производительность ведущей машины, которой при данном виде работ является бульдозер. Комплектование машинно-дорожных отрядов выполняют с учетом данных, полученных в табл. 5.19. В строке 6 представлено количество строителей, участвующих в производственном процессе, а также количество ведущих и ведомых машин. На основании этих данных заполняют табл. 5.20.

Таблица 5.20

Комплектование машинно-дорожного отряда

Наименование	Кол-во машин	Обслуживающий персонал		
		Профессия	Разряд, категория	Кол-во
1	2	3	4	5
Состав бульдозерного звена				
Бульдозер (79 кВт)	10	Машинист	VI	10
Поливомоечная машина (6000 л)	1	Машинист	IV	1
Каток прицепной (25 т)	2		Прицепной	
Трактор (79 кВт)	2	Тракторист	VI	2
Рабочая сила (на уплотнении с поливкой)		Дорожный рабочий	III	1
Итого	15			14

В столбец 1 записывают наименование машины или рабочую силу. В столбец 2 записывают количество машин и рабочих, выполняющих данный цикл работ (значения переносят из строки 6 табл. 5.19). В столбец 3 записывают название профессий.

В столбце 4 устанавливают разряд профессий (принимают для машиниста бульдозера – VI разряд, машиниста поливовой машины – IV разряд, тракториста – VI разряд, дорожного рабочего – III разряд). В столбец 5 записывают количество обслуживающего персонала, соответствующего количеству машин.

## **5.4.2. Расчет ресурсов при выполнении скреперных работ**

### **Задание по подразделу 5.4.2**

1. Обозначить технологические операции, выполняемые при скреперных работах.
2. Сформировать и заполнить таблицу для расчета скреперных работ.
3. Произвести комплектование состава скреперного звена.

### **Пример выполнения**

#### **Исходные данные**

1. Объем скреперных работ – результат расчета по табл. 5.15, строки 24...28; табл. 5.17, строки 3...7. *Например:* при перемещении грунта на 200 м – 13 997 м<sup>3</sup>; на 300 м – 21 735 м<sup>3</sup>; на 400 м – 18 998 м<sup>3</sup>, на 500 м – 20 300 м<sup>3</sup>; на 600 м – 10 934 м<sup>3</sup>.
2. Принятое число смен – результат расчета в табл. 5.18. *Например,* 86 смен.
3. Вид скрепера – прицепной к гусеничному трактору с емкостью ковша 10 м<sup>3</sup> (табл. 5.21).

#### **Порядок выполнения**

**1. Обозначают технологические операции, выполняемые при скреперных работах.** Расчет ресурсов при выполнении скреперных работ проводят при перемещении грунта на расстояние 200, 300, 400 и 600 м. Скреперные работы включают следующие операции:

- разработку, перемещение и разравнивание грунта на отвале скреперами прицепными (табл. 1-22, приложение 7), содержание съездов, въездов и дорог для транспортировки грунта, устройство и содержание водоотводных канав – работу выполняет бульдозер. В этом виде деятельности принимают участие рабочие-строители, для которых рассчитывается норма расхода в чел.-ч;
- уплотнение с поливкой водой (табл. 1-130 и 1-135, приложение 7) – работу выполняют бульдозер, прицепной каток на пневмоколесном ходу, машина поливовой 6000 л. В этом виде деятельности принимают участие рабочие-строители, для которых рассчитывается норма расхода в чел.-ч;
- уплотнение (табл. 1-130, приложение 7) без поливки. В этот вид деятельности входят разравнивание грунта перед уплотнением и уплотнение прицепным катком на пневмоколесном ходу. Работу выполняют трактор на гусеничном ходу, каток дорожный прицепной на пневмоколесном ходу 25 т, бульдозер.

Расчет ресурсов по возведению земляного полотна (скреперные работы)

№ п/п	Производительные процессы	Объем работ		Источник норм	Рабочая сила			Машины и механизмы		
		Ед. изм.	Кол-во		Н. расх. чел.-ч	Треб. чел.-ч	Треб. чел.	Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Разработка и перемещение грунта (1) 2-й группы прицепным скрепером с ковшом емкостью 10 м <sup>3</sup> до 200 м	1000 м <sup>3</sup>	13,997	E1-22-10, E1-22-22	5,04	70,5		1,65	23,1	
2	То же, до 300 м	1000 м <sup>3</sup>	21,735	E1-22-10, E1-22-22	6,84	148,7		1,65	35,8	
3	То же, до 400 м	1000 м <sup>3</sup>	18,998	E1-22-10, E1-22-22	8,64	164,1		1,65	31,3	
4	То же, до 500 м	1000 м <sup>3</sup>	20,3	E1-22-10, E1-22-22	10,44	211,9		1,65	33,5	
5	То же, до 600 м	1000 м <sup>3</sup>	10,934	E1-22-10, E1-22-22	12,24	133,8		1,65	18,0	
6	Уплотнение грунта прицепными катками на пневмоходу массой 25 т при 8 проходах по одному следу при $h = 30$ см с разравниванием и поливкой водой	1000 м <sup>3</sup>	40,9	E1-130-2 E1-130-8 E1-135-1	13,91	568,9		14,82	606,1	
7	То же, без поливки водой	1000 м <sup>3</sup>	40,9	E1-130-2 E1-130-8	—			14,82	606,1	
8	Итого					1297,9	1,8(2)		1353,9	1,9(2)

Работа выполняется за 86 смен

Машины и механизмы												
№ п/п	Скрепер прицепной (10 м <sup>2</sup> ) с гусеничным трактором			Каток прицепной (25 т) на пневмоколесном ходу			Трактор (79 кВт)			Поливомосочная машина (6000 л)		
	Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.	Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.	Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.	Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	21,22	297					21,22	297				
2	28,72	624,2					28,72	624,2				
3	36,22	688,1					36,22	688,1				
4	43,72	887,5					43,72	887,5				
5	51,22	560					51,22	560				
6				11,68	477,7		11,68	477,7		13,91	568,9	
7	–	–		11,68	477,7		11,68	477,7				
8		3056,8	4,4(5)		935,4	1,4(2)		4012,2	5,8(6)		568,9	0,8(1)

Работа выполняется за 86 смен

2. Составляют таблицу для расчета ресурсов. Исходя из перечисленных операций скреперных работ, составляют таблицу расчета ресурсов (табл. 5.21), в которую входят данные по нормам времени и требуемому количеству машин и рабочих-строителей. В связи с этим таблица включает следующие сведения:

- объем работ;
- ссылка на источник норматива;
- рабочая сила;
- бульдозер (мощность соответствует заданию, например 79 кВт);
- скрепер прицепной (емкостью в соответствии с заданием, например 10 м<sup>3</sup>);
- каток дорожный прицепной на пневмоколесном ходу 25 т;
- трактор на гусеничном ходу 79 кВт;
- поливомоечная машина 6000 л.

Объем работ составил (см. табл. 5.18) при перемещении:

- на 200 м – 13 997 м<sup>3</sup>;
- на 300 м – 21 735 м<sup>3</sup>;
- на 400 м – 18 998 м<sup>3</sup>;
- на 500 м – 20 300 м<sup>3</sup>;
- на 600 м – 10 934 м<sup>3</sup>.

Результаты записывают в строки 1, 2, 3, 4, 5, столбец 4 (табл. 5.21) соответственно, с учетом единицы измерения 1000 м<sup>3</sup>.

2.1. Объем грунта при уплотнении катками на пневмоколесном ходу массой 25 т при 8 проходах по одному следу при  $h = 0,3$  м с разравниванием и поливкой водой составляет

$$V_{\text{скреп}} = \frac{V_{\text{скреп.200}} + V_{\text{скреп.300}} + V_{\text{скреп.400}} + V_{\text{скреп.500}} + V_{\text{скреп.600}}}{1,05 \cdot 2} = \frac{13,997 + 21,735 + 18,998 + 20,3 + 10,934}{1,05 \cdot 2} = 40,9 \text{ м}^3.$$

Результат записывают в строки 6 и 7, столбец 4 (табл. 5.21).

2.2. При устройстве насыпи из грунта 1, 2-й группы скрепером прицепным с ковшом вместимостью 10 м<sup>3</sup>, мощностью бульдозера 79 кВт с перемещением грунта на расстояние 200...600 м норма расхода принимается по табл. 1-22 (приложение 7). Например, при разработке грунта скрепером прицепным с ковшом вместимостью 10 м<sup>3</sup> при перемещении до 200 м грунта 2-й группы норма расхода составляет:

- при перемещении грунта до 100 м (Е1-22-10) – 13,72 маш.-ч;
- добавлять на каждые последующие 10 м (Е1-22-22) – 0,75 маш.-ч.

Общая норма расхода при перемещении на 200 м составляет:

$$НР_{\text{скреп.200}} = 13,72(Е1-22-10) + 10 \cdot 0,75(Е1-22-22) = 21,22 \text{ маш.-ч.}$$

Результат записывают в строку 1, столбцы 12 и 18 (табл. 5.21).

2.3. По такой же схеме определяют норму расхода при перемещении грунта прицепным скрепером на 300, 400, 500, 600 м:

$$НР_{скреп.300} = 13,72 (E1-22-10) + 20 \cdot 0,75 (E1-22-22) = 28,72 \text{ маш. -ч;}$$

$$НР_{скреп.400} = 13,72 (E1-22-10) + 30 \cdot 0,75 (E1-22-22) = 36,22 \text{ маш. -ч;}$$

$$НР_{скреп.500} = 13,72 (E1-22-10) + 40 \cdot 0,75 (E1-22-22) = 43,72 \text{ маш. -ч;}$$

$$НР_{скреп.600} = 13,72 (E1-22-10) + 50 \cdot 0,75 (E1-22-22) = 51,22 \text{ маш. -ч.}$$

Результаты записывают соответственно в строки 2, 3, 4, 5, столбцы 12 и 18 (табл. 5.21).

2.4. Рассчитывают требуемое количество маш.-ч на перемещение соответствующего объема грунта скрепером на расстояние 200, 300, 400, 500, 600 м:

$$ТР_{скреп.200} = V_{скреп.200} \cdot НР_{скреп.200} = 13,997 \cdot 21,22 = 297 \text{ маш. -ч;}$$

$$ТР_{скреп.300} = V_{скреп.300} \cdot НР_{скреп.300} = 21,735 \cdot 28,72 = 624,2 \text{ маш. -ч;}$$

$$ТР_{скреп.400} = V_{скреп.400} \cdot НР_{скреп.400} = 18,998 \cdot 36,22 = 688,1 \text{ маш. -ч;}$$

$$ТР_{скреп.500} = V_{скреп.500} \cdot НР_{скреп.500} = 20,3 \cdot 43,72 = 887,5 \text{ маш. -ч;}$$

$$ТР_{скреп.600} = V_{скреп.600} \cdot НР_{скреп.600} = 10,934 \cdot 51,22 = 560 \text{ маш. -ч.}$$

Результаты записывают соответственно в строки 1, 2, 3, 4, 5, столбцы 13 и 19 (табл. 5.21).

2.5. Норма расхода для рабочих-строителей при разработке грунта прицепным скрепером составляет

$$НР_{скреп.200 \text{ чел}} = 3,24 (E1-22-10) + 10 \cdot 0,18 (E1-22-22) = 5,04 \text{ чел. -ч;}$$

$$НР_{скреп.300 \text{ чел}} = 3,24 (E1-22-10) + 20 \cdot 0,18 (E1-22-22) = 6,84 \text{ чел. -ч;}$$

$$НР_{скреп.400 \text{ чел}} = 3,24 (E1-22-10) + 30 \cdot 0,18 (E1-22-22) = 8,64 \text{ чел. -ч;}$$

$$НР_{скреп.500 \text{ чел}} = 3,24 (E1-22-10) + 40 \cdot 0,18 (E1-22-22) = 10,44 \text{ чел. -ч;}$$

$$НР_{скреп.600 \text{ чел}} = 3,24 (E1-22-10) + 50 \cdot 0,18 (E1-22-22) = 12,24 \text{ чел. -ч.}$$

Результаты записывают соответственно в строки 1, 2, 3, 4, 5, столбец 6 (табл. 5.21).

2.6. Рассчитывают требуемое количество чел.-ч на перемещение грунта скрепером на расстояние 200, 300, 400, 500, 600 м:

$$TR_{\text{скреп.200}} = V_{\text{скреп.200}} \cdot НР_{\text{скреп.200}} = 13,997 \cdot 5,04 = 70,5 \text{ чел.-ч};$$

$$TR_{\text{скреп.300}} = V_{\text{скреп.300}} \cdot НР_{\text{скреп.300}} = 21,735 \cdot 6,84 = 148,7 \text{ чел.-ч};$$

$$TR_{\text{скреп.400}} = V_{\text{скреп.400}} \cdot НР_{\text{скреп.400}} = 18,998 \cdot 8,64 = 164,1 \text{ чел.-ч};$$

$$TR_{\text{скреп.500}} = V_{\text{скреп.500}} \cdot НР_{\text{скреп.500}} = 20,3 \cdot 10,44 = 211,9 \text{ чел.-ч};$$

$$TR_{\text{скреп.600}} = V_{\text{скреп.600}} \cdot НР_{\text{скреп.600}} = 10,934 \cdot 12,24 = 133,8 \text{ чел.-ч}.$$

Результаты записывают соответственно в строки 1, 2, 3, 4, 5, столбец 7 (табл. 5.21).

2.7. Определяют норму расхода маш.-ч при перемещении грунта бульдозером 79 кВт, занятого на содержании съездов, въездов и дорог:

$$НР_{\text{бульд}} = (E1-22-10) = 1,65 \text{ маш.-ч}.$$

Результаты записывают в строки 1, 2, 3, 4, 5, столбец 9 (табл. 5.21).

2.8. Рассчитывают требуемое количество маш.-ч на работу бульдозера 79 кВт, занятого на содержании съездов, въездов и дорог:

$$TR_{\text{бульд.200}} = V_{\text{скреп.200}} \cdot НР_{\text{бульд}} = 13,997 \cdot 1,65 = 23,1 \text{ маш.-ч};$$

$$TR_{\text{бульд.300}} = V_{\text{скреп.300}} \cdot НР_{\text{бульд}} = 21,735 \cdot 1,65 = 35,8 \text{ маш.-ч};$$

$$TR_{\text{бульд.400}} = V_{\text{скреп.400}} \cdot НР_{\text{бульд}} = 18,998 \cdot 1,65 = 31,3 \text{ маш.-ч};$$

$$TR_{\text{бульд.500}} = V_{\text{скреп.500}} \cdot НР_{\text{бульд}} = 20,3 \cdot 1,65 = 33,5 \text{ маш.-ч};$$

$$TR_{\text{бульд.600}} = V_{\text{скреп.600}} \cdot НР_{\text{бульд}} = 10,934 \cdot 1,65 = 18 \text{ маш.-ч}.$$

Результаты записывают в строки 1, 2, 3, 4, 5, столбец 10 (табл. 5.21).

2.9. Переходят к расчету уплотнения грунта, отсыпанного скреперами. Уплотнение выполняют прицепными катками на пневматическом ходу массой 25 т при 8 проходах по одному следу при толщине слоя  $h = 0,3$  м с разравниванием и поливкой. Расчет нормы расхода и требуемого расхода выполняют так же, как рассчитывали эти же показатели в бульдозерных работах (п. 2.3, подраздел 5.4.1).

Объем работ при уплотнении определен в п. 2.1 подраздела 5.4.2 (например,  $40,9 \text{ м}^3$ ).

2.10. Определяют норму расхода на уплотнение грунта катком дорожным прицепным на пневмоколесном ходу и трактором на гусеничном ходу:

$$НР_{\text{упл}} = 1,46(E1-130-2) + 7 \cdot 1,46(E1-130-8) = 11,68 \text{ маш. -ч.}$$

Результаты записывают в строки 6 и 7, столбцы 15 и 18 (табл. 5.21).

Норма расхода для бульдозера

$$НР_{\text{бульд}} = (E1-130-2) = 14,82 \text{ маш. -ч.}$$

Результаты записывают в строки 6 и 7, столбец 9 (табл. 5.21).

Норма расхода для поливочной машины

$$НР_{\text{пол.маш}} = (E1-135-1) = 13,91 \text{ маш. -ч.}$$

Результаты записывают в строку 6, столбец 21 (табл. 5.21).

Норма расхода для рабочих-строителей при поливке водой уплотняемого грунта

$$НР_{\text{чел}} = (E1-135-1) = 13,91 \text{ чел. -ч.}$$

Полученное значение записывают в строку 6, столбец 6 (табл. 5.21).

Определяют количество чел.-ч и маш.-ч, необходимое для уплотнения грунта в насыпи, путем умножения объема работ (п. 2.1) на норму расхода:

$$ТР_{\text{чел}} = V_{\text{упл}} \cdot НР_{\text{чел}} = 40,9 \cdot 13,91 = 568,9 \text{ чел. -ч;}$$

$$ТР_{\text{бульд}} = V_{\text{упл}} \cdot НР_{\text{бульд}} = 40,9 \cdot 14,82 = 606,1 \text{ маш. -ч;}$$

$$ТР_{\text{упл}} = V_{\text{упл}} \cdot НР_{\text{упл}} = 40,9 \cdot 11,68 = 477,7 \text{ маш. -ч;}$$

$$ТР_{\text{пол.маш}} = V_{\text{упл}} \cdot НР_{\text{пол.маш}} = 40,9 \cdot 13,91 = 568,9 \text{ маш. -ч.}$$

Полученные значения записывают в строку 6, столбцы 7, 10, 16, 19, 22 соответственно (табл. 5.21).

2.11. Уплотнение грунта без поливки водой. Строку 7 заполняют теми же цифрами, которые были поставлены в строке 6, без заполнения столбцов 6, 7, 21 и 22 (табл. 5.21).

2.12. Определяют количество машин и число рабочих, занятых на скреперных работах. Для этого рассчитывают суммарные значения по столбцам 7, 10, 13, 16, 19 и 22 (табл. 5.21). Суммарные значения записывают в соответствующие столбцы, в строку 8. Определяют количество человек, занятых на скреперных работах:

$$N_{\text{чел}} = \frac{\text{треб. чел. -ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{1297,9}{86 \cdot 8} = 1,8 \approx 2 \text{ чел.}$$

Определяют количество бульдозеров:

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш. -ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{1353,9}{86 \cdot 8} = 1,9 \approx 2 \text{ маш.}$$

Определяют количество скреперов:

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш. -ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{3056,8}{86 \cdot 8} = 4,4 \approx 5 \text{ маш.}$$

Определяют количество прицепных катков:

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш. -ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{935,4}{86 \cdot 8} = 1,4 \approx 2 \text{ маш.}$$

Определяют количество тракторов, буксирующих катки и скреперы:

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш. -ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{4012,2}{86 \cdot 8} = 5,8 \approx 6 \text{ маш.}$$

Определяют количество поливомоечных машин:

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш. -ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{568,9}{86 \cdot 8} = 0,8 \approx 1 \text{ маш.}$$

Результаты записывают в строку 8, столбцы 8, 11, 14, 17, 20, 23 соответственно (табл. 5.21).

Таким образом, для выполнения скреперных работ необходимы:

- рабочие-строители – 2;
- бульдозеры – 2;
- скреперы – 5;
- прицепные катки – 2;
- тракторы – 6;
- поливомоечные машины – 1.



На основании этих данных формируют строительные отряды.

**3. Комплектование состава скреперного звена.** Комплектование машинно-дорожных отрядов выполняют с учетом данных, полученных в табл. 5.21. В строке 8 представлено количество строителей, участвующих в производственном процессе, а также количество ведущих и ведомых машин. На основании этих данных заполняют табл. 5.22.

Заполняют табл. 5.22 точно так же, как заполняют табл. 5.20. В столбце 5 записывают количество обслуживающего персонала, соответствующего количеству машин с учетом того, что часть машин являются прицепными.

## Комплектование машинно-дорожного отряда

Наименование	Кол-во машин	Обслуживающий персонал		
		Профессия	Разряд, категория	Кол-во
1	2	3	4	5
Состав скреперного звена				
Скрепер прицепной (10 м <sup>3</sup> )	5		Прицепной	
Трактор (108 л.с.)	6	Тракторист	VI	6
Каток	2		Прицепной	
Бульдозер (108 л.с.)	2	Машинист	VI	2
Поливомоечная машина	1	Машинист	IV	1
Рабочая сила		Дорожный рабочий	III	2
Итого	16			11

### 5.4.3. Расчет ресурсов при выполнении экскаваторных работ

#### Задание по подразделу 5.4.3

1. Обозначить технологические операции, выполняемые при экскаваторных работах.
2. Сформировать и заполнить таблицу для расчета экскаваторных работ.
3. Произвести комплектование состава экскаваторного звена.

#### Пример выполнения

##### Исходные данные

1. Объем экскаваторных работ – результат расчета по табл. 5.15, строки 29...31; табл. 5.17, строки 8...10. *Например:* с погрузкой в автомобили-самосвалы и вывозкой на расстояние до 1 км – 8268 м<sup>3</sup> (грунт из кювета); до 2 км – 33 311 м<sup>3</sup> (грунт из выемки); до 3 км – 37 964 м<sup>3</sup> (грунт из карьера).
2. Принятое число смен – результат расчета в табл. 5.18. *Например,* 88 смен.
3. Вид экскаватора – одноковшовый дизельный на гусеничном ходу с ковшом вместимостью 1 м<sup>3</sup> (табл. 5.23).
4. Автомобили-самосвалы грузоподъемностью 10 т (табл. П.1.1, приложение 1).
5. Насыпная плотность грунта – 1,6 т/м<sup>3</sup>, исходные данные (табл. П.1.1).

Расчет ресурсов по возведению земляного полотна (экскаваторные работы)

№ п/п	Производственные процессы	Объем работ		Источник норм	Рабочая сила			Машины и механизмы		
		Ед. изм.	Кол-во		Н, расх. чел.-ч	Треб. чел.-ч	Треб. чел.	Н, расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Разработка грунта (1) 2-й группы экскаватором с емкостью ковша 1 м <sup>3</sup> с погружкой в автомобили-самосвалы	1000 м <sup>3</sup>	79,543	E1-17-2	8,0	636,3		5,5	437,5	
2	Транспортировка грунта автомобилями-самосвалами грузоподъемностью 10 т на расстояние: 1 км 2 км 3 км	1000 м <sup>3</sup>		Расчет						
3	Работа на отвале при доставке грунта автомобилями-самосвалами	1000 м <sup>3</sup>	79,543	E1-20-2	3,86	307		4,2	334	
4	Уплотнение грунта прицепными катками на пневмоходу массой 25 т при 8 проходах по одному следу при толщине слоя 30 см с разравниванием и поливкой водой	1000 м <sup>3</sup>	37,9	E1-130-2 E1-130-8 E1-135-1	13,91	527,2		14,82	561,7	
5	То же, без поливки водой	1000 м <sup>3</sup>	37,9	E1-130-2 E1-130-8				14,82	561,7	
6	Итого					1470,5	2,0(2)		1894,9	2,7(3)
Работы выполняются за 88 смен										

Машины и механизмы														
№ п/п	Экскаватор (1 м <sup>3</sup> )			Каток (25 т)			Трактор (79 кВт)			Поливомоечная машина (6000 л)			Автом.-самосв.	
	Н, расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.	Н, расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.	Н, расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.	Н, расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.	Треб. маш.	Треб. маш.
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	17,7	1407,9												
2														24
3														
4				11,68	442,7		11,68	442,7		13,91	527,2			
5				11,68	442,7		11,68	442,7						
6		1407,9	1,9(2)		885,4	1,2(1)		885,4	1,2(1)		527,2	0,7(1)	24	

Работы выполняются за 88 смен



## Порядок выполнения

**1. Обозначают технологические операции, выполняемые при экскаваторных работах.** Расчет ресурсов при разработке грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами проводят при емкости ковша 1,0; 0,65; 0,5 м<sup>3</sup> на грунтах 1...6-й групп по трудности разработки (табл. 1-17, приложение 7). Экскаваторные работы включают следующие операции:

- разработку грунта экскаваторами с погрузкой на автомобили-самосвалы;
- планировку поверхности забоя и земляного полотна забойной дороги бульдозером;
- содержание забойной дороги (бульдозер);
- вспомогательные работы, выполняемые вручную, связанные с устройством водоотводных канав или ограждающих валиков, с переходом экскаватора с одного места на другое и из забоя в забой;
- транспортирование грунта автомобилями-самосвалами на расстояние удаления карьера от строящегося участка дороги;
- работу на отвале при доставке грунта автотранспортным средством (табл. 1-20, приложение 7);
- уплотнение грунта прицепными катками на пневмоколесном ходу с поливкой водой и без поливки (табл. 1-130 и 1-135, приложение 7), а также разравнивание грунта бульдозером.

**2. Составляют таблицу для расчета ресурсов.** Исходя из перечисленных операций экскаваторных работ, составляют таблицу расчета ресурсов (табл. 5.23), в которую входят данные по нормам расхода и требуемому количеству машин и рабочих-строителей. В связи с этим таблица включает следующие сведения:

- объем работ;
- ссылка на источник норматива;
- рабочая сила;
- бульдозер (мощность соответствует заданию, например, 79 кВт);
- экскаватор с ковшом вместимостью 1 м<sup>3</sup>;
- каток дорожный прицепной на пневмоколесном ходу 25 т;
- трактор на гусеничном ходу 79 кВт;
- поливомоечная машина 6000 л;
- автомобиль-самосвал грузоподъемностью 10 т (в соответствии с заданием).

2.1. Определяют объемы работ на разработке грунта экскаватором и на уплотнении. Объем экскаваторных работ включает объем грунта при транспортировке на 1, 2 и 3 км. Следовательно, объем равен: 8268 + 33 311 + 37 964 = 79 543 м<sup>3</sup> (см. табл. 5.18). Результат записывают в строки 1 и 3, столбец 4. В строке 2 этот объем разделяют на три: при транспортировке на 1 км = 8268 м<sup>3</sup>, на 2 км = 33 311 м<sup>3</sup> и на 3 км = 37 964 м<sup>3</sup>. При уплотнении грунта объем делят пополам и на коэффициент относительного уплотнения:

$$V_{\text{упл}} = \frac{V_{\text{экск}}}{1,05 \cdot 2} = \frac{79\,543}{1,05 \cdot 2} = 37\,878 \text{ м}^3.$$

Результат записывают в строки 4 и 5, столбец 4 (табл. 5.23).

2.2. Определяют норму расхода при разработке грунта экскаватором. Разработку грунта 2-й группы производят гусеничным экскаватором с емкостью ковша 1 м<sup>3</sup>. Норма расхода составляет

$$НР_{\text{экск}} = (E1-17-2) = 17,7 \text{ маш. -ч.}$$

Результат записывают в строку 1, столбец 12 (табл. 5.23).

2.3. Определяют требуемое количество маш.-ч, затрачиваемое на разработку всего объема грунта:

$$ТР_{\text{экск}} = V \cdot НР_{\text{экск}} = 79,543 \cdot 17,7 = 1407,9 \text{ маш. -ч.}$$

2.4. Планировку поверхности забоя и земляного полотна выполняет бульдозер. Определяют норму расхода бульдозера мощностью 79 кВт при разработке грунта 2-й группы:

$$НР_{\text{бульд}} = (E1-17-2) = 5,5 \text{ маш. -ч.}$$

Результат записывают в строку 1, столбец 9 (табл. 5.23).

2.5. Определяют требуемое количество маш.-ч, затрачиваемое на разработку грунта 2-й группы:

$$ТР_{\text{бульд}} = V_{\text{экск}} \cdot НР_{\text{бульд}} = 79,543 \cdot 5,5 = 437,5 \text{ маш. -ч.}$$

Результат записывают в строку 1, столбец 10 (табл. 5.23).

2.6. Содержание забойной дороги и вспомогательные работы выполняют рабочие-строители. Определяют норму расхода и требуемое количество чел.-ч, затрачиваемые на разработку грунта 2-й группы:

$$НР_{\text{чел}} = (E1-17-2) = 8,0 \text{ чел. -ч.};$$

$$ТР_{\text{чел}} = V_{\text{экск}} \cdot НР_{\text{чел}} = 79,543 \cdot 8,0 = 636,3 \text{ чел. -ч.}$$

Результат записывают в строку 1, столбцы 6 и 7 (табл. 5.23).

2.7. Следующей операцией в экскаваторных работах является транспортировка грунта автомобилями-самосвалами на расстояние удаления карьера от строящегося участка дороги. Согласно графику распределения земляных масс (см. табл. 5.15) грунт перемещается из выемки на расстояние 1 км, 2 км и из карьера, находящегося на удалении 3 км от строящегося участка дороги.

При расчете производительности автосамосвала необходимо учитывать продолжительность простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой. На основании постановления Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 01.11.2002 г. № 35 «Об утверждении норм времени на перевозку грузов автомобильным транспортом и норм затрат на техническое обслуживание

и ремонт подвижного состава автомобильного транспорта Республики Беларусь» нормы времени установлены для грузов 1-го класса, к которым относятся сыпучие материалы, такие как песок и гравий. Нормы времени приведены на 1 т. Для определения нормы времени простоя на полную грузоподъемность автомобиля следует норму времени, установленную на 1 т, умножить на грузоподъемность автомобиля.

*Тонно-километр* – единица измерения, применяемая при перевозке грузов и объединяющая два показателя: количество тонн груза и расстояние в километрах.

Норму времени пробега на один тонно-километр устанавливают по формуле

$$\text{НВР}_{\text{т-км}} = \frac{60}{V_{\text{норма скор}} \cdot G \cdot K}, \quad (5.24)$$

где 60 – переводной коэффициент в минуты;  $G$  – грузоподъемность автомобиля, т;  $K$  – коэффициент использования пробега автомобиля (для самосвалов  $K = 0,45$ );  $V_{\text{норма скор}}$  – расчетная норма технической скорости автомобиля по дорогам с определенным дорожным покрытием (принимают по табл. 5.24). *Например*, для грунтовых дорог норма технической скорости равна 30 км/ч.

Таблица 5.24

**Нормы технической скорости автомобилей**

Условия работы	Грузоподъемность автомобиля	Норма технической скорости, км/ч
В городе	До 7 т	25
В городе	Свыше 7 т	24
За городом на дорогах I категории (с твердым усовершенствованным покрытием)		50
За городом на дорогах II категории (с твердым покрытием)		38
За городом на дорогах III категории (естественные грунтовые)		30

Расчетные нормы технической скорости грузовых автомобилей могут быть снижены при работе в условиях бездорожья, в карьерах и труднодоступных местах, на расстоянии свыше 1 до 3 км включительно на дорогах I...III категорий до 20 %.

$$V_{\text{расч. норма}} = V_{\text{норма скор}} - (V_{\text{норма скор}} \cdot 0,2) = 30 - (30 \cdot 0,2) = 24 \text{ км/ч.} \quad (5.25)$$

Определяют норму времени на один тонно-километр для автомобиля-самосвала грузоподъемностью 10 т при пробеге по грунтовой дороге:

$$\text{НВР}_{\text{т-км}} = \frac{60}{V_{\text{расч. норма}} \cdot G \cdot K} = \frac{60}{24 \cdot 10 \cdot 0,45} = 0,55 \text{ мин.}$$

Определяют норму времени на полный пробег автомобиля в зависимости от его грузоподъемности и расстояния от карьера до участка строящейся дороги и обратно. При расстоянии 1 км ( $L = 1 \cdot 2 = 2$  км — туда и обратно)

$$\text{НВР}_{\text{авт. 1 км}} = \text{НВР}_{\text{т-км}} \cdot G \cdot L = 0,55 \cdot 10 \cdot 2 = 11 \text{ мин.}$$

При расстоянии 2 км ( $L = 2 \cdot 2 = 4$  км)

$$\text{НВР}_{\text{авт. 2 км}} = \text{НВР}_{\text{т-км}} \cdot G \cdot L = 0,55 \cdot 10 \cdot 4 = 22 \text{ мин.} \quad (5.26)$$

При расстоянии 3 км ( $L = 3 \cdot 2 = 6$  км)

$$\text{НВР}_{\text{авт. 3 км}} = \text{НВР}_{\text{т-км}} \cdot G \cdot L = 0,55 \cdot 10 \cdot 6 = 33 \text{ мин.}$$

Определяют время простоя на погрузку и разгрузку в зависимости от грузоподъемности автомобиля (10 т) и емкости ковша экскаватора (1 м<sup>3</sup>) по табл. 5.25. Норма времени на 1 т груза составляет 1,24 мин (столбец 10) на автомобиль грузоподъемностью 10 т:  $\text{НВР}_{\text{прост}} = 1,24 \cdot 10 = 12,4$  мин.

Таким образом, полный цикл работы автомобиля с учетом пробега в две стороны и простоя под погрузкой и разгрузкой составляет:

$$T_{\text{цикл 1 км}} = \text{НВР}_{\text{авт. 1 км}} + \text{НВР}_{\text{прост}} = 11 + 12,4 = 23,4 \text{ мин.};$$

$$T_{\text{цикл 2 км}} = \text{НВР}_{\text{авт. 2 км}} + \text{НВР}_{\text{прост}} = 22 + 12,4 = 34,4 \text{ мин.}; \quad (5.27)$$

$$T_{\text{цикл 3 км}} = \text{НВР}_{\text{авт. 3 км}} + \text{НВР}_{\text{прост}} = 33 + 12,4 = 45,4 \text{ мин.}$$

Определяют производительность автомобиля-самосвала с учетом пробега и простоя:

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{авт. 2 км}} &= \frac{K_{\text{пр}} \cdot V_{\text{расч. норма}} \cdot T \cdot G \cdot K_{\text{гр}} \cdot K_{\text{вр}}}{(L_{\text{пр}} + t \cdot V_{\text{расч. норма}} \cdot K_{\text{пр}}) \rho} = \\ &= \frac{0,5 \cdot 24 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(2 + 0,39 \cdot 24 \cdot 0,5) 1,6} = 78 \text{ м}^3 / \text{смену}; \end{aligned} \quad (5.28)$$

$$\Pi_{\text{авт. 4 км}} = \frac{K_{\text{пр}} \cdot V_{\text{расч. норма}} \cdot T \cdot G \cdot K_{\text{гр}} \cdot K_{\text{вр}}}{(L_{\text{пр}} + t \cdot V_{\text{расч. норма}} \cdot K_{\text{пр}}) \rho} = \frac{0,5 \cdot 24 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(4 + 0,57 \cdot 24 \cdot 0,5) 1,6} = 48 \text{ м}^3 / \text{смену},$$

$$\Pi_{\text{авт. 6 км}} = \frac{K_{\text{пр}} \cdot V_{\text{расч. норма}} \cdot T \cdot G \cdot K_{\text{гр}} \cdot K_{\text{вр}}}{(L_{\text{пр}} + t \cdot V_{\text{расч. норма}} \cdot K_{\text{пр}}) \rho} = \frac{0,5 \cdot 24 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(6 + 0,75 \cdot 24 \cdot 0,5) 1,6} = 35 \text{ м}^3 / \text{смену},$$

где  $K_{\text{пр}}$  — коэффициент использования пробега,  $K_{\text{пр}} = 0,5$ ;  $V_{\text{расч. норма}}$  — скорость движения автомобиля (выражение (5.25)),  $V_{\text{расч. норма}} = 24$  км/ч;

**Нормы времени простоя автомобилей-самосвалов при механизированной погрузке навалочных грузов, разгрузке их самосвалом**

Груз	Способ погрузки	Емкость ковша	Норма времени простоя при погрузке и разгрузке, мин, на 1 т груза для автомобилей-самосвалов											
			Свыше 1,5 до 3,0	Свыше 3,0 до 4,0	Свыше 4,0 до 5,0	Свыше 5,0 до 6,0	Свыше 6,0 до 7,0	Свыше 7,0 до 9,0	Свыше 9,0 до 10,0	Свыше 10,0 до 12,0	Свыше 12,0 до 15,0	Свыше 15,0 до 20,0	Свыше 20,0 до 25,0	Свыше 25,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Строительные грузы, легко отделяющиеся от кузова автомобиля-самосвала (песок, земля, щебень, гравий, камни природные)	Механизированная, экскаватором	До 1 м <sup>3</sup>	2,66	2,10	1,97	1,88	1,75	1,36	1,24	1,11	0,73	—	—	—
	Механизированная, экскаватором	Свыше 1 до 3 м <sup>3</sup>	1,88	1,40	1,25	1,20	1,03	0,91	0,82	0,75	0,68	0,52	0,43	0,40
	Механизированная, экскаватором	Свыше 3 до 5 м <sup>3</sup>	—	1,15	1,03	0,98	0,84	0,74	0,67	0,61	0,54	0,41	0,35	0,33
	Механизированная, экскаватором	Свыше 5 м <sup>3</sup>	—	—	—	0,76	0,66	0,59	0,53	0,49	0,44	0,35	0,30	0,28



$T$  – продолжительность смены,  $T = 8$  ч;  $G$  – грузоподъемность машины,  $G = 10$  т (исходные данные);  $K_{гр}$  – коэффициент использования грузоподъемности,  $K_{гр} = 1,0$ ;  $K_{вр}$  – коэффициент использования рабочего времени,  $K_{вр} = 0,87$ ;  $L_{пр}$  – расстояние пробега (для 1 км:  $1 \cdot 2 = 2$  км; для 2 км:  $2 \cdot 2 = 4$  км; для 3 км:  $3 \cdot 2 = 6$  км);  $t$  – продолжительность цикла работы автомобиля. Переводят полный цикл работы автомобиля из минут в часы: 23,4 мин : 60 = 0,39 ч; 34,4 мин : 60 = 0,57 ч; 45,4 мин : 60 = 0,75 ч;  $\rho$  – плотность грунта в рыхлом состоянии (насыпная плотность – исходные данные),  $\rho = 1,6$  т/м<sup>3</sup>.

Определяют производительность экскаватора с емкостью ковша 1 м<sup>3</sup>:

$$P_{\text{экск}} = \frac{1000 \cdot T}{NP_{\text{экск}}} = \frac{1000 \cdot 8}{17,7} = 452 \text{ м}^3/\text{смену},$$

где  $NP_{\text{экск}}$  – например, 17,7 маш.-ч (Е1-17-2, табл. 1-17, приложение 7).

Определяют количество автомобилей-самосвалов, необходимое для обеспечения производительности ведущей машины – экскаватора:

$$N_{\text{авт. 2 км}} = \frac{P_{\text{экск}}}{P_{\text{авт}}} = \frac{452}{78} = 5 \text{ авт.};$$

$$N_{\text{авт. 4 км}} = \frac{P_{\text{экск}}}{P_{\text{авт}}} = \frac{452}{48} = 9 \text{ авт.};$$

$$N_{\text{авт. 6 км}} = \frac{P_{\text{экск}}}{P_{\text{авт}}} = \frac{452}{35} = 12 \text{ авт.}$$

Принимают количество автомобилей для обеспечения работы экскаватора с емкостью ковша 1 м<sup>3</sup>, равное 12 машинам. На первом этапе, при перемещении грунта из выемки на расстояние 1 км, будет задействована только часть машин, т.е. 5 автомобилей, а при перемещении грунта из выемки на расстояние 2 км дополнительно подключаются еще 4 автомобиля, т.е. в итоге 9 автомобилей. На заключительном этапе, при перемещении грунта из карьера, расположенного на расстоянии 3 км, в работе участвуют все 12 автомобилей.

Таким образом, для обеспечения производительной работы одного экскаватора необходимо 12 автомобилей грузоподъемностью 10 т. Для полного парка автомобилей-самосвалов необходимо определить количество экскаваторов, задействованных на земляных работах:

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{1407,9}{88 \cdot 8} = 1,9 \approx 2 \text{ маш.},$$

где «треб. маш.-ч» – табл. 5.23, столбец 13, строка 1;  $N_{\text{смен}}$  – количество смен, принимаемое по табл. 5.18 (например, для экскаваторных работ равно 88 сменам).

Расчет автомобилей-самосвалов представлен из расчета на 1 экскаватор с емкостью ковша 1 м<sup>3</sup>. Поскольку расчет показал, что данный объем работы выполняют 2 экскаватора, общее количество самосвалов составляет  $12 \cdot 2 = 24$  машины.

Результат записывают в строку 2, столбец 24 (табл. 5.23).

2.8. Следующей операцией в экскаваторных работах является работа на отвале. Определяют норму расхода для бульдозера мощностью 79 кВт и рабочих, работающих на отвале при доставке грунта 2-й группы автомобилями-самосвалами (табл.1-20 НРР 8.03.101-2017, приложение 7):

$$НР_{\text{бульд}} = (E1-20-2) = 4,2 \text{ маш.-ч};$$

$$НР_{\text{чел}} = (E1-20-2) = 3,86 \text{ чел.-ч.}$$

Результаты записывают в строку 3, столбцы 9 и 6 (табл. 5.23).

Определяют требуемое количество маш.-ч и чел.-ч, затрачиваемое на разработку всего объема грунта:

$$TR_{\text{бульд}} = V_{\text{экс}} \cdot НР_{\text{бульд}} = 79,543 \cdot 4,2 = 334 \text{ маш.-ч};$$

$$TR_{\text{чел}} = V_{\text{экс}} \cdot НР_{\text{чел}} = 79,543 \cdot 3,86 = 307 \text{ чел.-ч.}$$

Результаты записывают в строку 3, столбцы 10 и 7 соответственно (табл. 5.23).

2.9. Следующей операцией в экскаваторных работах является уплотнение грунта. Определяют нормы расхода на уплотнение грунта насыпи при толщине одного уплотняемого слоя 0,3 м за 8 проходов по одному следу с поливкой водой: трактора на гусеничном ходу и катка дорожного прицепного на пневмоколесном ходу:

$$НР_{\text{упл}} = 1,46 (E1-130-2) + 7 \cdot 1,46 (E1-130-8) = 11,68 \text{ маш.-ч.}$$

Результат записывают в строки 4 и 5, столбцы 15 и 18 (табл. 5.23).

Норма расхода для бульдозера

$$НР_{\text{бульд}} = (E1-130-2) = 14,82 \text{ маш.-ч.}$$

Результат записывают в строки 4 и 5, столбец 9 (табл. 5.23).

Норма расхода для поливочной машины

$$НР_{\text{пол.маш}} = (E1-135-1) = 13,91 \text{ маш.-ч.}$$

Результат записывают в строку 4, столбец 21 (табл. 5.23).

Норма расхода для рабочих-строителей при поливке водой уплотняемого грунта

$$НР_{\text{раб}} = (E1-135-1) = 13,91 \text{ чел.-ч.}$$

Результат записывают в строку 4, столбец 6 (табл. 5.23).

2.10. Определяют требуемое количество маш.-ч и чел.-ч на разработку грунта при выполнении экскаваторных работ:

$$TR_{\text{чел}} = V_{\text{упл}} \cdot HR_{\text{чел}} = 37,9 \cdot 13,91 = 527,2 \text{ чел.-ч.}$$

Результат записывают в строку 4, столбец 7 (табл. 5.23).

$$TR_{\text{бульд}} = V_{\text{упл}} \cdot HR_{\text{бульд}} = 37,9 \cdot 14,82 = 561,7 \text{ маш.-ч.}$$

Результат записывают в строки 4 и 5, столбец 10 (табл. 5.23).

$$TR_{\text{упл}} = V_{\text{упл}} \cdot HR_{\text{упл}} = 37,9 \cdot 11,68 = 442,7 \text{ маш.-ч.}$$

Результат записывают в строки 4 и 5, столбцы 16 и 19 (табл. 5.23).

$$TR_{\text{пол.маш}} = V_{\text{упл}} \cdot HR_{\text{пол.маш}} = 37,9 \cdot 13,91 = 527,2 \text{ маш.-ч.}$$

Результат записывают в строку 4, столбец 22 (табл. 5.23).

2.11. Рассчитывают суммарное значение требуемого количества маш.-ч и чел.-ч по столбцам 7, 10, 13, 16, 19, 22:

$$\sum TR_{\text{чел}} = 636,3 + 307 + 527,2 = 1470,5 \text{ чел.-ч;}$$

$$\sum TR_{\text{бульд}} = 437,5 + 334 + 561,7 + 561,7 = 1894,9 \text{ маш.-ч;}$$

$$\sum TR_{\text{экск}} = 1407,9 \text{ маш.-ч;}$$

$$\sum TR_{\text{упл}} = 442,7 + 442,7 = 885,4 \text{ маш.-ч;}$$

$$\sum TR_{\text{пол.маш}} = 527,2 \text{ маш.-ч.}$$

2.12. Определяют требуемое количество машин и людей для выполнения экскаваторных работ:

$$N_{\text{чел}} = \frac{\text{треб. чел.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{1470,5}{88 \cdot 8} = 2 \text{ чел.};$$

$$N_{\text{бульд}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{1894,9}{88 \cdot 8} = 2,7 \approx 3 \text{ маш.};$$

$$N_{\text{упл.маш}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{885,4}{88 \cdot 8} = 1,2 \approx 1 \text{ маш.};$$

$$N_{\text{пол.маш}} = \frac{\text{треб. маш.} \cdot \text{ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{527,2}{88 \cdot 8} = 0,7 \approx 1 \text{ маш.}$$

Число экскаваторов определено в п. 2.7 подраздела 5.4.3.

Таким образом, для выполнения экскаваторных работ необходимы:

- ведущие машины – экскаваторы с емкостью ковша  $1 \text{ м}^3 - 2$ ;
- автомобили-самосвалы – 24;
- бульдозеры – 3;
- трактор – 1;
- каток на пневматическом ходу – 1;
- поливомоечная машина – 1;
- строители, занятые на вспомогательных работах, – 2.

**3. Комплектование машинно-дорожных отрядов.** Комплектование отрядов (табл. 5.26) выполняют с учетом данных, полученных в табл. 5.23.

Таблица 5.26

**Комплектование машинно-дорожного отряда**

Наименование	Кол-во машин	Обслуживающий персонал		
		Профессия	Разряд, категория	Кол-во
1	2	3	4	5
Состав экскаваторного звена				
Экскаватор ( $1 \text{ м}^3$ )	2	Машинист	VI	2
Бульдозер (79 кВт)	3	Машинист	VI	3
Поливомоечная машина (6000 л)	1	Машинист	IV	1
Трактор (79 кВт)	1	Тракторист	VI	1
Каток прицепной (25 т)	1		Прицепной	
Автосамосвал	24	Водитель	I класс	24
Рабочая сила (на уплотнении с поливкой)		Дорожный рабочий	III	3
Итого	32			34

#### 5.4.4. Расчет ресурсов при выполнении земляных работ на выторфовывании

##### Задание по подразделу 5.4.4

1. Обозначить технологические операции, выполняемые при выторфовывании.
2. Сформировать и заполнить таблицу для расчета работ на выторфовывании.
3. Произвести комплектование состава звена, занятого на выторфовывании.

## Пример выполнения

### Исходные данные

1. Объем при выторфовывании – результат расчета по табл. 5.15, строка 34; табл. 5.17, строка 11. *Например:* при выторфовывании экскаватором в отвал – 21 200 м<sup>3</sup>.
2. Принятое число смен – результат расчета в табл. 5.18. *Например,* 20 смен.
3. Экскаваторы, задействованные на выторфовывании (табл. 5.27):
  - при разработке траншеи – емкость ковша 0,65 м<sup>3</sup>;
  - на перекидке грунта – емкость ковша 0,5 м<sup>3</sup>;
  - на разработке грунта в карьере – емкость ковша 1,0 м<sup>3</sup>.
4. Глубина болота – *например,* 2,0 м (табл. П.1.1, приложение 1).

### Порядок выполнения

#### **1. Обозначают технологические операции, выполняемые на выторфовывании.**

При выторфовывании и устройстве насыпи на болоте состав работ включает (табл. 1-140, приложение 7):

- разработку растительно-корневого покрова и торфа – выполняет экскаватор одноковшовый дизельный на гусеничном ходу 0,65 м<sup>3</sup>;
- перекидку грунта – выполняет экскаватор одноковшовый дизельный на гусеничном ходу 0,5 м<sup>3</sup>;
- разравнивание грунта на отвале – выполняет бульдозер 79 кВт;
- устройство, содержание и перекладку щитов под экскаваторы – выполняет кран на автомобильном шасси 16 т (этот вид работ не рассматривают).

Перемещение грунта автомобилями-самосвалами для отсыпки насыпи в пределах болота включает (табл. 1-142, приложение 7):

- перемещение грунта – выполняет автомобиль-самосвал 10 т;
- разворот автомобилей-самосвалов на насыпи или за пределами болота;
- подачу автомобилей под погрузку;
- содержание землевозных дорог на болоте – выполняет бульдозер.

Засыпку траншеи грунтом 2-й группы выполняют экскаватором с ковшем вместимостью 1 м<sup>3</sup>. При этом состав работ включает:

- разработку (табл. 1-17, приложение 7) грунта экскаватором с погрузкой на автомобилю-самосвалы – выполняет экскаватор;
- планировку земляного полотна – выполняет бульдозер 79 кВт;
- вспомогательные работы, выполняемые вручную.

Предварительная планировка площадей автогрейдером (табл. 1-145, приложение 7) производится со срезкой неровностей и засыпкой впадин.

На основании вышеизложенного работы на болоте выполняются следующей техникой:

- тремя экскаваторами с емкостью ковша:
  - экскаватор 1 м<sup>3</sup> – разработка грунта в карьере для засыпки траншеи;
  - экскаватор 0,65 м<sup>3</sup> – разработка траншеи на болоте путем удаления растительно-корневого покрова и торфа;
  - экскаватор 0,5 м<sup>3</sup> – перекидка грунта на болоте;

Расчет ресурсов по возведению земляного полотна (работы по выгорфовыванию)

№ п/п	Производственные процессы	Объем работ		Источник норм	Рабочая сила			Требуемые ресурсы					
		Ед. изм.	Кол-во		Н. расх. чел.-ч	Треб. чел.-ч	Треб. чел.	Автомобиль-самосвал (10 т)		Бульдозер (79 кВт)			
								Треб. маш.-ч	Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Н. расх. маш.-ч		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Разработка торфа на болотах 1-го типа экскаваторами в отвал	1000 м <sup>3</sup>	21,2	E1-140-1	657,54	13939,8					5,17	109,6	
2	Засыпка траншеи грунтом	1000 м <sup>3</sup>	21,2	E1-17-2	8	169,6					5,5	116,6	
3	Перемещение грунта автомобилями-самосвалами	1000 м <sup>3</sup>	21,2	E1-142-2 E1-142-6	49,77	1055,1		122,02	2586,8				
4	Предварительная планировка грунта	1000 м <sup>2</sup>	13,25	E1-145-2							0,72	9,54	
5	Итого					15155,5	94,7 (95)		2586,8	16,2 (16)		235,74	1,5 (2)

Работы выполняются за 20 смен

№ п/п	Требуемые ресурсы						Требуемые ресурсы					
	Автомобиль-самосвал (10 т)			Экскаватор (1 м <sup>3</sup> )			Экскаватор (0,65 м <sup>3</sup> )			Экскаватор (0,5 м <sup>3</sup> )		
	Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.	Треб. маш.-ч	Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.	Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.	Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.
1	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1							37,05	785,5		6,28	133,1	
2				17,7	375,2							
3	20,69	438,6										
4	0,45	5,96										
5		444,56	2,8 (3)		375,2	2,3 (2)		785,5	4,9 (5)		133,1	0,8 (1)

Работы выполняются за 20 смен

- бульдозером 79 кВт;
- автогрейдером среднего типа 99 кВт;
- автомобилями-самосвалами 10 т.

**2. Составляют таблицу для расчета ресурсов.** Исходя из перечисленных операций на выторфовывании, составляют таблицу расчета ресурсов (табл. 5.27).

2.1. Объем грунта на выторфовывании определен в подразделе 5.2 и составляет, *например*, 21 200 м<sup>3</sup> (см. табл. 5.17).

Результат записывают в строки 1, 2, 3, столбец 4 (табл. 5.27).

2.2. Норма расхода на удаление растительно-корневого покрова и торфа в траншеях на болотах 1-го типа экскаватором 0,65 м<sup>3</sup> составляет

$$НР_{\text{экск.0,65}} = (E1-140-1) = 37,05 \text{ маш.-ч.}$$

Результат записывают в строку 1, столбец 21 (табл. 5.27).

Перекидку грунта выполняет экскаватор 0,5 м<sup>3</sup>, для которого норма расхода составляет

$$НР_{\text{экск.0,5}} = (E1-140-1) = 6,28 \text{ маш.-ч.}$$

Результат записывают в строку 1, столбец 24 (табл. 5.27).

Разравнивание грунта на отвале выполняет бульдозер 79 кВт, для которого норма расхода составляет

$$НР_{\text{бульд}} = (E1-140-1) = 5,17 \text{ маш.-ч.}$$

Результат записывают в строку 1, столбец 12 (табл. 5.27).

Норма расхода для строителей составляет

$$НР_{\text{чел}} = (E1-140-1) = 657,54 \text{ чел.-ч.}$$

Результат записывают в строку 1, столбец 6 (табл. 5.27).

2.3. Определяют требуемое количество маш.-ч, затрачиваемое на удаление торфа на болоте 1-го типа:

$$ТР_{\text{экск.0,65}} = V_{\text{выторф}} \cdot НР_{\text{экск.0,65}} = 21,2 \cdot 37,05 = 785,5 \text{ маш.-ч.}$$

Результат записывают в строку 1, столбец 22 (табл. 5.27).

$$ТР_{\text{экск.0,5}} = V_{\text{выторф}} \cdot НР_{\text{экск.0,5}} = 21,2 \cdot 6,28 = 133,1 \text{ маш.-ч.}$$

Результат записывают в строку 1, столбец 25 (табл. 5.27).

$$TR_{\text{бульд}} = V_{\text{выторф}} \cdot НР_{\text{бульд}} = 21,2 \cdot 5,17 = 109,6 \text{ маш. -ч.}$$

Результат записывают в строку 1, столбец 13 (табл. 5.27).

Требуемое количество чел.-ч определяют из выражения

$$TR_{\text{чел}} = V_{\text{выторф}} \cdot НР_{\text{чел}} = 21,2 \cdot 657,54 = 13939,8 \text{ чел. -ч.}$$

Результат записывают в строку 1, столбец 7 (табл. 5.27).

2.4. Определяют норму расхода на разработку грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаватором (табл. 1-17, приложение 7) с емкостью ковша  $1 \text{ м}^3$ . Засыпка траншеи грунтом включает разработку грунта 2-й группы в карьере экскаватором с емкостью ковша  $1 \text{ м}^3$ , погрузку грунта на автомобили-самосвалы, доставку грунта к месту расположения болота, разгрузку грунта и планировку земляного полотна. Норма расхода для экскаватора составляет

$$НР_{\text{экс.1,0}} = (E1-17-2) = 17,7 \text{ маш. -ч.}$$

Результат записывают в строку 2, столбец 18 (табл. 5.27).

Норма расхода для бульдозера 79 кВт составляет

$$НР_{\text{бульд}} = (E1-17-2) = 5,5 \text{ маш. -ч.}$$

Результат записывают в строку 2, столбец 12 (табл. 5.27).

Норма расхода для рабочих-строителей составляет

$$НР_{\text{чел}} = (E1-17-2) = 8 \text{ чел. -ч.}$$

Результат записывают в строку 2, столбец 6 (табл. 5.27).

2.5. Определяют требуемое количество чел.-ч и маш.-ч, затрачиваемое на засыпку траншеи грунтом:

$$TR_{\text{чел}} = V_{\text{выторф}} \cdot НР_{\text{чел}} = 21,2 \cdot 8 = 169,6 \text{ чел. -ч.};$$

$$TR_{\text{бульд}} = V_{\text{выторф}} \cdot НР_{\text{бульд}} = 21,2 \cdot 5,5 = 116,6 \text{ маш. -ч.};$$

$$TR_{\text{экс.1,0}} = V_{\text{выторф}} \cdot НР_{\text{экс.1,0}} = 21,2 \cdot 17,7 = 375,2 \text{ маш. -ч.}$$

Результаты записывают в строку 2, столбцы 7, 13 и 19 соответственно (табл. 5.27).

2.6. Перемещение грунта для отсыпки насыпей в пределах болота осуществляют автомобилями-самосвалами. Норма расхода для автомобиля-самосвала 10 т, перемещающего грунт в пределах болота, протяженность которого составляет 500 м, состоит из двух частей (табл. 1-142, приложение 7): при перемещении грунта на расстояние до 0,25 км (250 м) (E1-142-2, приложение 7), с добавлением на каждые последующие 0,25 км (E1-142-6, приложение 7):

$$НР_{авт} = 103,93 (E1-142-2) + 18,09 (E1-142-6) = 122,02 \text{ маш. -ч.}$$

Результат записывают в строку 3, столбец 9 (табл. 5.27).

Аналогичным образом определяют норму расхода для рабочих-строителей:

$$НР_{чел} = 33,14 (E1-142-2) + 16,63 (E1-142-6) = 49,77 \text{ чел. -ч.}$$

Результат записывают в строку 3, столбец 6 (табл. 5.27).

Норма расхода для автогрейдера среднего типа 99 кВт:

$$НР_{автогрейд} = 18,03 (E1-142-2) + 2,66 (E1-142-5) = 20,69 \text{ маш. -ч.}$$

Результат записывают в строку 3, столбец 15 (табл. 5.27).

2.7. Определяют требуемое количество маш.-ч и чел.-ч, затрачиваемое на перемещение грунта для отсыпки насыпи в пределах болота:

$$ТР_{чел} = V_{выторф} \cdot НР_{чел} = 21,2 \cdot 49,77 = 1055,1 \text{ чел. -ч;}$$

$$ТР_{авт} = V_{выторф} \cdot НР_{авт} = 21,2 \cdot 122,02 = 2586,8 \text{ маш. -ч;}$$

$$ТР_{автогрейд} = V_{выторф} \cdot НР_{автогрейд} = 21,2 \cdot 20,69 = 438,6 \text{ маш. -ч.}$$

Результаты записывают в строку 3, столбцы 7, 10 и 16 соответственно (табл. 5.27).

2.8. Проводят предварительную планировку грунта бульдозером 79 кВт. Определяют объем работ. Болото глубиной 2,0 м (исходные данные) и протяженностью 500 м (согласно заданию, табл. П.1.2) располагается на пикетах ПК25...ПК30. Согласно табл. 1.3 средняя высота насыпи на 3-м километре составляет 2,97 м. По выражению (1.2) определяют ширину основания насыпи понизу, которая составляет 26,3 м. На основании этих данных ширина траншеи принята равной 26,5 м. Следовательно, площадь верха траншеи, засыпанной привозным грунтом, составляет:  $S_{план} = 26,5 \cdot 500 = 13\,250 \text{ м}^2$ .

Учитывая, что единица измерения объема работ составляет  $1000 \text{ м}^2$ , площадь предварительной планировки будет равна 13,25 (записывают в строку 4, столбец 4, табл. 5.27).

Определяют норму расхода в маш.-ч и чел.-ч при планировке площадей механизированным способом (табл. 1-145, приложение 7) грунта 2-й группы (работу выполняют бульдозером и автогрейдером):

$$НР_{бульд} = (E1-145-2) = 0,72 \text{ маш. -ч;}$$

$$НР_{автогрейд} = (E1-145-2) = 0,45 \text{ маш. -ч.}$$

2.9. Определяют требуемое количество маш.-ч и чел.-ч, затрачиваемое на предварительную планировку засыпки траншеи на болоте:

$$TR_{\text{бульд}} = V_{\text{план}} \cdot NP_{\text{бульд}} = 13,25 \cdot 0,72 = 9,54 \text{ маш.-ч};$$

$$TR_{\text{автогрейд}} = V_{\text{план}} \cdot NP_{\text{автогрейд}} = 13,25 \cdot 0,45 = 5,96 \text{ маш.-ч.}$$

Результаты записывают в строку 4, столбцы 13 и 16 (табл. 5.27).

Суммируют столбцы 7, 10, 13, 16, 19, 22 и 25.

Столбец 7:  $13939,8 + 169,6 + 1055,1 = 15155,5$  чел.-ч.

Столбец 10: 2586,8 маш.-ч.

Столбец 13:  $109,6 + 116,6 + 9,54 = 235,74$  маш.-ч.

Столбец 16:  $438,6 + 5,96 = 444,56$  маш.-ч.

Столбец 19: 375,2 маш.-ч.

Столбец 22: 785,5 маш.-ч.

Столбец 25: 133,1 маш.-ч.

2.10. Определяют требуемое количество человек для строительства земляного полотна на болоте:

$$N_{\text{выторф. чел}} = \frac{\text{треб. чел.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{15155,5}{20 \cdot 8} = 94,7 \approx 95 \text{ чел.},$$

где  $N_{\text{смен}}$  – принимаемое количество смен, равное 20 сменам (см. табл. 5.18).

Определяют требуемое количество машин для строительства земляного полотна на болоте:

$$N_{\text{авт}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{2586,8}{20 \cdot 8} = 16,2 \approx 16 \text{ маш.};$$

$$N_{\text{бульд}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{235,74}{20 \cdot 8} = 1,5 \approx 2 \text{ маш.};$$

$$N_{\text{автогрейд}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{444,56}{20 \cdot 8} = 2,8 \approx 3 \text{ маш.};$$

$$N_{\text{экс.1,0}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{375,2}{20 \cdot 8} = 2,3 \approx 2 \text{ маш.};$$

$$N_{\text{экс.0,65}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{785,5}{20 \cdot 8} = 4,9 \approx 5 \text{ маш.};$$

$$N_{\text{экс.0,5}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{133,1}{20 \cdot 8} = 0,8 \approx 1 \text{ маш.}$$

Таким образом, для выполнения работ по выторфовыванию необходимы:

- экскаваторы с емкостью ковша 1 м<sup>3</sup> – 2;
- экскаваторы с емкостью ковша 0,65 м<sup>3</sup> – 5;
- экскаваторы с емкостью ковша 0,5 м<sup>3</sup> – 1;
- автомобили-самосвалы – 16;
- бульдозеры – 2;
- автогрейдеры – 3;



• рабочие-строители – 95 человек, занятые в основном на разравнивании грунта на отвале, а также на устройстве, содержании и перекладке щитов под экскаваторы.

**3. Комплектование машинно-дорожных отрядов.** Комплектование (табл. 5.28) выполняют с учетом данных, полученных в табл. 5.27.

Таблица 5.28

**Комплектование машинно-дорожного отряда**

Наименование	Кол-во машин	Обслуживающий персонал		
		Профессия	Разряд, категория	Кол-во
1	2	3	4	5
Состав экскаваторного звена				
Экскаватор (1 м <sup>3</sup> )	2	Машинист	VI	2
Экскаватор (0,65 м <sup>3</sup> )	5	Машинист	VI	5
Экскаватор (0,5 м <sup>3</sup> )	1	Машинист	VI	1
Бульдозер (79 кВт)	2	Машинист	VI	2
Автогрейдер (99 кВт)	3	Машинист	VI	3
Автосамосвал (10 т)	16	Водитель	I класс	16
Рабочая сила (устройство, содержание и перекладка щитов под экскаваторы)		Дорожный рабочий	III	95
Итого	29			124



Количество рабочих-строителей можно сократить за счет применения механизмов на перекладке щитов с помощью крана и уплотнения грунта вибротрамбовками.

### **5.4.5. Расчет ресурсов при выполнении земляных работ на планировке и срезке недобора**

*Отделочные работы* – заключительная стадия строительства автомобильной дороги, включающая устройство присыпных обочин, ликвидацию временных съездов и въездов, планировку, уплотнение и укрепление обочин и откосов. Планировочные работы, входящие в отделочные, должны обеспечить помимо ровности соответствие планируемой поверхности проектным отметкам, что даст возможность соблюдать необходимые условия для стока воды.

*Планировочные работы* – производственный процесс по изменению рельефа территории и обеспечению ровной поверхности строительной площадки или поверхности отсыпаемого слоя грунта земляного полотна на каждой захватке при строительстве дороги. Является завершающей операцией по отделке и приданию ровной поверхности обочинам, откосам, дну резервов и канав.

*Недобор* – остаток невыработанного грунта на откосе или основании выемки при работе экскаватора, оставляемый в целях обеспечения максимальной плотности грунта естественного сложения.

Размеры недобора грунта принимают по табл. 5.11 в зависимости от вида оборудования и вместимости ковша экскаватора. Объем недоборов входит в профильный объем выемки. Допускается принимать объем недобора в количестве 2 % от объема выемки.

Срезку недоборов в основании и на откосах выемки осуществляют автогрейдерами или экскаваторами-планировщиками с последующей погрузкой в транспортные средства экскаватором или погрузчиком и вывозкой на соседние пикеты для отсыпки насыпи.

### Задание по подразделу 5.4.5

1. Обозначить технологические операции, выполняемые при срезке недобора.
2. Сформировать и заполнить таблицу для расчета ресурсов при срезке недобора.
3. Обозначить технологические операции, выполняемые при планировочных работах.
4. Сформировать и заполнить таблицу для расчета ресурсов при планировке.

### Пример выполнения

#### Исходные данные

1. Объем недобора – табл. 5.15, строка 9; табл. 5.17, строка 12. *Например*, 3299 м<sup>3</sup>.
2. Объем отделочных работ – табл. 5.15, строки 36...39; табл. 5.16, строки 15...18. *Например*:
  - планировка верха земляного полотна – 63 760 м<sup>2</sup>;
  - планировка откосов – 86 240 м<sup>2</sup>;
  - планировка откосов кювета – 18 000 м<sup>2</sup>;
  - планировка дна кювета – 15 840 м<sup>2</sup>;
  - устройство кювета – 8268 м<sup>3</sup> (табл. 5.15, строка 4).
3. Вид экскаватора – одноковшовый дизельный на гусеничном ходу с емкостью ковша 0,65 м<sup>3</sup> (табл. 5.29).
4. Вид автогрейдера – среднего типа мощностью 99 кВт (табл. 5.29).
5. Принятое количество смен – табл. 5.18:
  - при срезке недобора, *например*, 4 смены;
  - при планировке и устройстве кювета – 10 смен.

Расчет ресурсов по возведению земляного полотна (работы по срезке недобора и планировке)

№ п/п	Наименование производственных процессов	Объем работ		Источник норм	Рабочая сила			Требуемые ресурсы		
		Ед. изм.	Кол-во		Н. расх. чел.-ч	Треб. чел.-ч	Треб. чел.	Бульдозер (79 кВт)		
								Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Срезка недобора грунта 2-й (1-й) группы	1000 м <sup>3</sup>	3,299	E1-38-2	557,96	1840,7		11,61	38,3	
2	Транспортировка грунта автомобилями-самосвалами грузоподъемностью 10 т на расстояние 1 км	1000 м <sup>3</sup>	3,299	Расчет						
3	Итого					1840,7	57,5 (58)	38,3	1,2 (1)	
Работа выполняется за 4 смены										
4	Планировка верха земляного полотна и откосов насыпи и выемки	1000 м <sup>3</sup>	150,0	E1-145-12				0,42	63	
5	Планировка дна и откосов кювета	1000 м <sup>2</sup>	33,84	E1-145-12				0,42	14,2	
6	Устройство кювета и транспортирование грунта	100 м <sup>3</sup>	82,68	E1-36-2	45,93	3797,5		0,1	8,3	
7	Итого					3797,5	47	85,5	1	
Работы выполняются за 10 смен										
Требуемые ресурсы										
№ п/п	Экскаватор (0,65 м <sup>3</sup> )	Автогрейдер (99 кВт)			Автомобиль-самосвал					
		Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч			
		Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.	Треб. маш.-ч	Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.	Треб. маш.			
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	43,78	144,4								
2										15
3		144,4	(4,5) 5							15
Работа выполняется за 4 смены										
4	0,83	124,5		1,69	253,5					
5	0,83	28		1,69	57,2					
6				0,37	30,6		16,7			1328,6
7		152,5	1,9 (2)		341,3	4,2 (4)				1328,6
Работы выполняются за 10 смен										

## Порядок выполнения

### 1. *Обозначают технологические операции, выполняемые на срезке недобора.*

При срезке недобора в выемках выполняют следующие операции:

- срезку недобора с погрузкой в автомобили-самосвалы;
- устройство и содержание водоотводных канав;
- разравнивание грунта на насыпи;
- содержание дорог и проездов;
- подготовку пути для перемещения экскаватора.

На этих операциях задействованы:

- экскаватор одноковшовый дизельный на гусеничном ходу 0,65 м<sup>3</sup>;
- бульдозер 79 кВт;
- рабочие-строители.

### 2. *Составляют таблицу для расчета ресурсов.*

2.1. Объем недобора принимают по табл. 5.17 – 3299 м<sup>3</sup>. Переносят это значение в табл. 5.29, строки 1 и 2, столбец 4.

2.2. Определяют норму расхода машин и затраты труда рабочих при срезке недобора в выемках (табл. 1-38, приложение 7) грунта 2-й группы:

$$НР_{\text{экск.0,65}} = (E1-38-2) = 43,78 \text{ маш.-ч};$$

$$НР_{\text{бульд}} = (E1-38-2) = 11,61 \text{ маш.-ч};$$

$$НР_{\text{чел}} = (E1-38-2) = 557,96 \text{ чел.-ч.}$$

Результаты записывают в строку 1, столбцы 12, 9, 6 соответственно (табл. 5.29).

2.3. Определяют требуемое количество маш.-ч и чел.-ч, затрачиваемое на срезку недобора:

$$ТР_{\text{экск.0,65}} = V_{\text{нед}} \cdot НР_{\text{экск.0,65}} = 3,299 \cdot 43,78 = 144,4 \text{ маш.-ч};$$

$$ТР_{\text{бульд}} = V_{\text{нед}} \cdot НР_{\text{бульд}} = 3,299 \cdot 11,61 = 38,3 \text{ маш.-ч};$$

$$ТР_{\text{чел}} = V_{\text{нед}} \cdot НР_{\text{чел}} = 3,299 \cdot 557,96 = 1840,7 \text{ чел.-ч.}$$

Результаты записывают в строку 1, столбцы 13, 10, 7 (табл. 5.29).

2.4. Определяют требуемое количество машин для срезки недобора при условии, что срезку недобора производят в течение 4 смен (см. табл. 5.18):

$$N_{\text{экск.0,65}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{144,4}{4 \cdot 8} = 4,5 \approx 5 \text{ маш.};$$

$$N_{\text{бульд}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{38,4}{4 \cdot 8} = 1,2 \approx 1 \text{ маш.};$$

$$N_{\text{чел}} = \frac{\text{треб. чел.} \cdot \text{ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T_{\text{смен}}} = \frac{1840,7}{4 \cdot 8} = 57,5 \approx 58 \text{ чел.}$$

Результаты записывают в строку 3, столбцы 14, 11 и 8 соответственно (табл. 5.29).

2.5. Следующей операцией при удалении недобора является транспортировка грунта автомобилями-самосвалами на расстояние 1 км.

В подразделе 5.4.3, п. 2.7 определены следующие показатели:

- норма времени на один тонно-километр для автомобиля-самосвала грузоподъемностью 10 т при пробеге по грунтовой дороге  $\text{НВР}_{\text{Т-КМ}} = 0,55$  мин;

- норма времени на полный пробег автомобиля в зависимости от его грузоподъемности и расстояния от карьера до участка строящейся дороги и обратно (расстояние 1 км:  $1 \cdot 2 = 2$  км)  $\text{НВР}_{\text{авт.1 км}} = 11$  мин (выражение (5.26));

- полный цикл работы автомобиля с учетом пробега в две стороны и простоя под погрузкой и разгрузкой  $T_{\text{цикл 1 км}} = 23,4$  мин (выражение (5.27));

- производительность автомобиля-самосвала с учетом пробега и простоя  $\text{П}_{\text{авт. 2 км}} = 78 \text{ м}^3/\text{смену}$  (выражение (5.28)).

Определяют производительность экскаватора с емкостью ковша  $0,65 \text{ м}^3$ :

$$\text{П}_{\text{экск}} = \frac{1000 \cdot T}{\text{НР}_{\text{экск}}} = \frac{1000 \cdot 8}{43,78} = 182,7 \text{ м}^3/\text{смену},$$

где  $\text{НР}_{\text{экск}}$  – например, 43,78 маш.-ч (Е1-38-2, табл. 1-38, приложение 7).

Определяют количество автомобилей-самосвалов, необходимых для обеспечения производительности ведущей машины – одного экскаватора:

$$N_{\text{авт.2 км}} = \frac{\text{П}_{\text{экск}}}{\text{П}_{\text{авт}}} = \frac{182,7}{78} = 2,3 \approx 3 \text{ авт.}$$

Общее количество автомобилей определяют путем умножения количества машин, приходящихся на один экскаватор, на количество экскаваторов (табл. 5.29, строка 3, столбец 14):

$$\sum N_{\text{авт}} = N_{\text{авт}} \cdot N_{\text{экск}} = 3 \cdot 5 = 15 \text{ маш.}$$

Результат записывают в строку 2, столбец 20 (табл. 5.29).

**3. Обозначают технологические операции, выполняемые при планировочных работах и устройстве кюветов.** Определяют объем работ при планировке верха и откосов земляного полотна в насыпи и выемке. По табл. 5.17, строки 15...18, выписывают площадь планировки:

- верха земляного полотна –  $63\,760 \text{ м}^2$ ;
- откосов насыпи и выемки –  $86\,240 \text{ м}^2$ ;
- ИТОГО –  $150\,000 \text{ м}^2$ ;
- откосов кювета –  $18\,000 \text{ м}^2$ ;
- дна кювета –  $15\,840 \text{ м}^2$ ;

- итога — 33 840 м<sup>2</sup>;  
 всего — 183 840 м<sup>2</sup>;  
 • устройство кювета — 8268 м<sup>3</sup>.

Результаты «итога» записывают в строки 4 и 5, столбец 4, а устройство кювета — в строку 6, столбец 4 (табл. 5.29).

#### 4. Составляют таблицу для расчета ресурсов.

4.1. Определяют норму расхода машин при планировке верха и откосов земляного полотна в насыпи и выемке.

Норму расхода в маш.-ч при планировке верха земляного полотна и откосов определяют по НРР 8.03.101-2017 в разделе 03 «Сопутствующие работы» — «Планировка площадей, откосов, полотна выемок и насыпей» (табл. 1-145, приложение 7). Норму расхода выбирают с учетом:

- группы грунта по трудности разработки — 1, 2, 3.

*Например*, при планировке механизированным способом насыпей откосов и полотна грунта 2-й группы. Норму расхода (Е1-145-12) рассчитывают:

- для экскаватора 0,65 м<sup>3</sup> —  $НР_{\text{экск}} = 0,83$  маш.-ч;
- бульдозера 79 кВт —  $НР_{\text{бульд}} = 0,42$  маш.-ч;
- автогрейдера среднего типа 99 кВт —  $НР_{\text{автогрейд}} = 1,69$  маш.-ч.

Нормы расхода записывают в строку 4, столбцы 12, 9 и 15 (табл. 5.29).

При планировке выполняют следующие работы: планировку поверхности земляного полотна, устройство сливной призмы, планировку откосов, выравнивание грунта и планировку бермы.

Количество смен для выполнения объема работ равно 10 (см. табл. 5.18).

4.2. Определяют требуемое количество маш.-ч, затрачиваемое на планировку земляного полотна и откосов автогрейдером среднего типа 99 кВт:

$$TR_{\text{план.автогрейд}} = S_{\text{план.з/п}} \cdot НР_{\text{автогрейд}} = 150,0 \cdot 1,69 = 253,5 \text{ маш.-ч.}$$

Результат записывают в строку 4, столбец 16 (табл. 5.29).

Определяют требуемое количество маш.-ч, затрачиваемое бульдозером 79 кВт:

$$TR_{\text{план.бульд}} = S_{\text{план.з/п}} \cdot НР_{\text{бульд}} = 150,0 \cdot 0,42 = 63 \text{ маш.-ч.}$$

Результат записывают в строку 4, столбец 10 (табл. 5.29).

Определяют требуемое количество маш.-ч, затрачиваемое экскаватором 0,65 м<sup>3</sup>:

$$TR_{\text{план.экск}} = S_{\text{план.з/п}} \cdot НР_{\text{экск}} = 150,0 \cdot 0,83 = 124,5 \text{ маш.-ч.}$$

Результат записывают в строку 4, столбец 13 (табл. 5.29).

4.3. Определяют норму расхода машин при планировке дна и откосов кювета.

Норму расхода в маш.-ч при планировке дна и откосов кювета определяют по НРР 8.03.101-2017 в разделе 03 «Сопутствующие работы» — «Планировка площадей, откосов, полотна выемок и насыпей» (табл. 1-145, приложение 7).

Норму расхода принимают такую же, как в п. 4.1. Нормы расхода для автогрейдера, бульдозера и экскаватора будут такими же, как и при планировке земляного полотна. Отличие состоит только в объеме работ. Рассчитывают требуемое количество маш.-ч:

$$TR_{\text{план.к.автогрейд}} = S_{\text{план.к}} \cdot НР_{\text{автогрейд}} = 33,84 \cdot 1,69 = 57,2 \text{ маш.-ч};$$

$$TR_{\text{план.к.бульд}} = S_{\text{план.к}} \cdot НР_{\text{бульд}} = 33,84 \cdot 0,42 = 14,2 \text{ маш.-ч.};$$

$$TR_{\text{план.к.экс}} = S_{\text{план.к}} \cdot НР_{\text{экс}} = 33,84 \cdot 0,83 = 28 \text{ маш.-ч.}$$

Результаты записывают в строку 5, столбцы 16, 10 и 13 соответственно (табл. 5.29).

4.4. Норму расхода в маш.-ч при устройстве кюветов в выемках определяют по НРР 8.03.101-2017 (табл. 1-36, приложение 7). При устройстве кюветов выполняют работы: устройство кюветов, погрузка грунта в автосамосвалы, разравнивание грунта на отвале, зачистка неровностей, нарезка выводов кюветов и транспортирование грунта. На этих работах задействованы механизмы, имеющие нормы расхода (Е1-36-2) в маш.-ч на единицу измерения 100 м<sup>3</sup>:

- автогрейдер среднего типа 99 кВт – 0,37;
- бульдозер 79 кВт – 0,1;
- экскаватор траншейный – 3,32;
- автомобиль-самосвал 10 т – 16,07.

Норма расхода в чел.-ч составляет 45,93 чел.-ч.

Определяют требуемое количество маш.-ч, затрачиваемое на устройство кювета:

$$TR_{\text{к.автогрейд}} = V_{\text{к}} \cdot НР_{\text{автогрейд}} = 82,68 \cdot 0,37 = 30,6 \text{ маш.-ч};$$

$$TR_{\text{к.бульд}} = V_{\text{к}} \cdot НР_{\text{бульд}} = 82,68 \cdot 0,1 = 8,3 \text{ маш.-ч};$$

$$TR_{\text{к.авт}} = V_{\text{к}} \cdot НР_{\text{авт}} = 82,68 \cdot 16,07 = 1328,6 \text{ маш.-ч};$$

$$TR_{\text{к.чел.-ч}} = V_{\text{к}} \cdot НР_{\text{чел.-ч}} = 82,68 \cdot 45,93 = 3797,5 \text{ чел.-ч.}$$

Результаты записывают в строку 6, столбцы 16, 10, 19 и 7 соответственно (табл. 5.29).

Суммируют столбцы 7, 10, 13, 16 (строки 4, 5, 6).

Столбец 7: 3797,5 чел.-ч.

Столбец 10: 63 + 14,2 + 8,3 = 85,5 чел.-ч.

Столбец 13: 124,5 + 28 = 152,5 маш.-ч (расчет для экскаватора 0,65 м<sup>3</sup>).

Столбец 16: 253,5 + 57,2 + 30,6 = 341,3 маш.-ч.

Столбец 19: 1328,6 маш.-ч.

4.5. Определяют количество машин при условии выполнения объема работ за 10 смен (см. табл. 5.18, *грейдерные работы*): автогрейдеров, бульдозеров, автомобилей и рабочих-строителей, занятых на планировке и устройстве кювета:

$$N_{\text{автогрейд}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{341,3}{10 \cdot 8} = 4,2 \approx 4 \text{ маш.};$$

$$N_{\text{бульд}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{85,5}{10 \cdot 8} = 1 \text{ маш.};$$

$$N_{\text{авт}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{1328,6}{10 \cdot 8} = 16,6 \approx 16 \text{ маш.};$$

$$N_{\text{чел}} = \frac{\text{треб. чел.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{3797,5}{10 \cdot 8} = 47,4 \approx 47 \text{ чел.}$$

Результаты записывают в строку 7, столбцы 17, 11, 20 и 8 (табл. 5.29).

Таким образом, для выполнения планировочных работ и устройства кювета необходимы:

- автогрейдеры – 4;
- бульдозеры мощностью 79 кВт – 1;
- автомобили-самосвалы – 16;
- рабочие-строители – 47 чел.

#### **5.4.6. Расчет ресурсов при выполнении земляных работ по устройству присыпных обочин**

*Присыпная обочина* – боковая полоса земляного полотна между бровкой и кромкой проезжей части или укрепленной обочины, устраиваемая из насыпного грунта с последующим уплотнением, а при необходимости укреплением дорожно-строительными материалами.

При устройстве присыпной обочины выполняются следующие работы:

- разработка грунта экскаватором ( $0,65 \text{ м}^3$ ) с погрузкой в автомобили-самосвалы (табл. 1-17, приложение 7);
- перемещение грунта автомобилями-самосвалами грузоподъемностью 10 т;
- разравнивание грунта бульдозером (79 кВт) и автогрейдером (среднего типа 99 кВт) (табл. 1-145, приложение 7);
- уплотнение грунта с поливкой и без поливки водой самоходным катком на пневматических шинах (Е2-1-31. ЕНиР. «Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы». Сборник 2. Земляные работы. Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы. «Уплотнение грунта самоходным катком на пневматических шинах») (табл. 5.30).

При разработке грунта помимо разработки грунта экскаватором выполняют следующие операции:

- планировку поверхности забоя и земляного полотна забойной дороги бульдозером;
- содержание забойной дороги;
- вспомогательные работы, выполняемые вручную, связанные с устройством канав и ограждающих валиков.

Таблица 5.30

**Нормы времени на 100 м<sup>3</sup> уплотненного слоя грунта самоходным катком на пневматических шинах ДУ-31А (Д-627А)**

Работы	Толщина уплотняемого слоя, м	С разворотом на насыпи			С разворотом, со съездом с насыпи		
		Длина гона, м					
		До 100	До 200	Свыше 200	До 200	До 300	Свыше 300
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	До 0,20	0,63	0,46	0,39	0,77	0,58	0,5
	От 0,2 до 0,3	0,41	0,31	0,26	0,51	0,39	0,34
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	До 0,2	0,13	0,08	0,07	0,15	0,11	0,09
	От 0,2 до 0,3	0,08	0,06	0,04	0,11	0,08	0,06

### Задание по подразделу 5.4.6

1. Сформировать и заполнить таблицу для расчета ресурсов по устройству присыпной обочины.
2. Определить количество смен, необходимое для устройства присыпной обочины.
3. Определить количество автомобилей для доставки грунта.
4. Определить объем работ при разравнивании грунта.
5. Рассчитать ресурсы при уплотнении грунта самоходным пневмокатком.
6. Рассчитать количество машин и людей, необходимое для устройства присыпных обочин.

### Пример выполнения

#### Исходные данные

1. Объем присыпных обочин – табл. 5.15, строка 7, всего за 4 км. *Например*, 10 240 м<sup>3</sup>.

#### Порядок выполнения

1. **Составляют таблицу для расчета ресурсов при устройстве присыпной обочины и заполняют ее позиции.** Заполняют табл. 5.31. Объем присыпной обочины составляет 10 240 м<sup>3</sup> (исходные данные). В пересчете на единицу измерения 1000 м<sup>3</sup> объем составляет  $V_{п.об} = 10,24$ . Результат записывают в строку 1, столбец 4 (табл. 5.31).



Расчет ресурсов по возведению земляного полотна (работы по устройству присыпных обочин)

№ п/п	Наименование производственных процессов	Объем работ		Источник норм	Рабочая сила			Требуемые ресурсы			
		Ед. изм.	Кол-во		Н. расх. чел.-ч	Треб. чел.-ч	Треб. чел.	Автомобиль-самосвал (10т)	Бульдозер (79 кВт)	Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Устройство присыпной обочины; разработка грунта 2-й (1-й) группы экскаватором с емкостью ковша 0,65 м³ с погрузкой в автосамосвалы	1000 м³	10,24	Е1-17-8	11,41	116,8	8	9	7,84	80,3	
2	Доставка грунта от карьера к участку автомобиль-самосвалом 10 т		10,24	Расчет				27			
3	Разравнивание грунта	1000 м²	19,52	Е1-145-12							
4	Поливка водой	1000 м³	5,12	Е1-135-1	13,91	71,2			0,42	8,2	
5	Уплотнение самоходными катками на пневмошинах за 8 проходов по одному следу при толщине слоя до 30 см	1000 м³	5,12	ЕНиР Сб.2 Вып.1 Земляные работы							
6	То же, без поливки		5,12	ЕНиР Сб.2 Вып.1 Земляные работы							
7	Итого					188	2,3 (3)	27		88,5	1,1 (1)

Работы выполняются за 10 смен

№ п/п	Требуемые ресурсы												
	Автогрейдер (99 кВт)			Поливочная машина			Экскаватор (0,65 м³)			Самоходный пневмокаток ДУ-31А			
Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.	Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.	Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.	Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.	Н. расх. маш.-ч	Треб. маш.-ч
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
						25,25	258,6						
1,69	33		13,91	71,2								67,2	344
												67,2	344
33	0,4 (1)			71,2	0,9 (1)		258,6	3,2 (3)		688		8,6 (9)	

## 2. Определяют количество смен, необходимое для устройства присыпной обочины.

2.1. Определяют норму расхода для разработки грунта 2-й группы экскаватором одноковшовым дизельным на гусеничном ходу с ковшом емкостью 0,65 м<sup>3</sup>, бульдозером 79 кВт и затраты труда рабочих (табл. 1-17, приложение 7):

$$НР_{\text{экск.0,65}} = (E1-17-8) = 25,25 \text{ маш.-ч};$$

$$НР_{\text{бульд}} = (E1-17-8) = 7,84 \text{ маш.-ч};$$

$$НР_{\text{чел}} = (E1-17-8) = 11,41 \text{ чел.-ч.}$$

Результаты записывают в строку 1, столбцы 19, 10 и 6 соответственно (табл. 5.31).

2.2. Определяют производительность экскаватора:

$$П_{\text{экск}} = \frac{1000}{НР_{\text{экск}}} T = \frac{1000 \cdot 8}{25,25} = 316,8 \text{ м}^3/\text{смену.}$$

2.3. Определяют количество смен, необходимое для выполнения объема работ одним экскаватором:

$$N_{\text{смен}} = \frac{V}{П_{\text{экск}}} = \frac{10\,240}{316,8} = 32 \text{ смены.}$$

Количество смен при выполнении работ одним экскаватором составляет 32. Принимают количество смен равным 10.

2.4. Определяют количество машин – экскаваторов, работающих на разработке грунта для устройства присыпной обочины:

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{НР_{\text{экск.0,65}} \cdot V_{\text{п.об}}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{25,25 \cdot 10,24}{10 \cdot 8} = 3,2 \approx 3 \text{ маш.}$$

2.5. Определяют требуемое количество маш.-ч и чел.-ч, затрачиваемое на устройство присыпной обочины:

$$ТР_{\text{экск.0,65}} = V_{\text{п.об}} \cdot НР_{\text{экск.1,0}} = 10,24 \cdot 25,25 = 258,6 \text{ маш.-ч};$$

$$ТР_{\text{бульд}} = V_{\text{п.об}} \cdot НР_{\text{бульд}} = 10,24 \cdot 7,84 = 80,3 \text{ маш.-ч};$$

$$ТР_{\text{чел}} = V_{\text{п.об}} \cdot НР_{\text{чел}} = 10,24 \cdot 11,41 = 116,8 \text{ чел.-ч.}$$

Результаты записывают в строку 1, столбцы 20, 11, 7 соответственно (табл. 5.31).

**3. Определяют количество автомобилей для доставки грунта**, находящегося на расстоянии 3 км от строящегося объекта, для устройства присыпной обочины.

На доставке грунта применяют автомобили-самосвалы грузоподъемностью 10 т. В подразделе 5.4.3, п. 2.7 определены следующие показатели:

- норма времени на один тонно-километр для автомобиля-самосвала грузоподъемностью 10 т при пробеге по грунтовой дороге  $HBP_{Т-КМ} = 0,55$  мин;

- норма времени на полный пробег автомобиля в зависимости от его грузоподъемности и расстояния от карьера до участка строящейся дороги и обратно (расстояние 3 км:  $3 \cdot 2 = 6$  км)  $HBP_{авт. 3 км} = 33$  мин (выражение (5.26));

- полный цикл работы автомобиля с учетом пробега в две стороны и простоя под погрузкой и разгрузкой (см. табл. 5.25)  $T_{цикл 3 км} = 33 + 1,24 \cdot 10 = 45,4$  мин (выражение (5.27));

- производительность автомобиля-самосвала с учетом пробега и простоя  $P_{авт. 6 км} = 35$  м<sup>3</sup>/смену (выражение (5.28)).

Определяют производительность экскаватора с емкостью ковша 0,65 м<sup>3</sup>:

$$P_{экск} = \frac{1000 \cdot T}{HP_{экск}} = \frac{1000 \cdot 8}{25,25} = 316,8 \text{ м}^3/\text{смену},$$

где  $HP_{экск}$  – например, 25,25 маш.-ч (Е1-17-8, приложение 7; табл. 5.31).

Определяют количество автомобилей-самосвалов, необходимое для обеспечения производительности ведущей машины – одного экскаватора

$$N_{авт. 2 км} = \frac{P_{экск}}{P_{авт}} = \frac{316,8}{35} = 9 \text{ авт.}$$

Общее количество автомобилей определяют путем умножения количества машин, приходящихся на один экскаватор, на количество экскаваторов:

$$\sum N_{авт} = N_{авт} \cdot N_{экск} = 9 \cdot 3 = 27 \text{ маш.},$$

где  $N_{экск}$  – количество экскаваторов, которое определено в п. 2.4 подраздела 5.4.6.

Результат записывают в строку 2, столбец 9 (табл. 5.31).

**4. Определяют объем работ при разравнивании грунта на присыпной обочине,** измеряемый в 1000 м<sup>2</sup>. Согласно расчетам, проведенным в п. 2 подраздела 5.2, вычислены следующие размеры:

- толщина дорожной одежды – 0,5 м;
- ширина неукрепленной обочины – 2,25 м (выражение (5.6));
- схема присыпной обочины представлена на рис. 5.9.

4.1. Рассчитывают площадь разравнивания. Определяют длину верхней горизонтальной линии трапеции (см. рис. 5.9):

$$l_{тр} = 3 - 0,75 = 2,25 \text{ м.}$$

Определяют длину нижней горизонтальной линии трапеции:

$$l_{тр.ниж} = (0,5 \cdot 1,75) + (2,25 - 0,5) = 2,625 \text{ м.}$$

Определяют среднюю линию трапеции:

$$l_{\text{ср}} = \frac{2,25 + 2,625}{2} = 2,4375 \approx 2,44 \text{ м.}$$

Площадь сечения на уровне средней линии длиной в 1 м составляет 2,44 м<sup>2</sup>.

Площадь полосы разравнивания на участке в 4 км, расположенной с двух сторон от дорожной одежды, составляет

$$S_{\text{п.об}} = 2,44 \cdot 2 \cdot 4000 = 19\,520 \text{ м}^2.$$

В пересчете на единицу измерения 1000 м<sup>2</sup> площадь составит 19,52 м<sup>2</sup>. Полученное значение полосы разравнивания записывают в строку 3, столбец 4 (табл. 5.31).

4.2. Разравнивание грунта производят механизированным способом (табл. 1-145, Е1-145-12, приложение 7) с привлечением для работы бульдозера 79 кВт и автогрейдера среднего типа 99 кВт. Определяют норму расхода для планировки поверхности со срезкой неровностей грунта 2-й группы:

$$\text{НР}_{\text{бульд}} = (\text{Е1-145-12}) = 0,42 \text{ маш.-ч};$$

$$\text{НР}_{\text{автогрейд}} = (\text{Е1-145-12}) = 1,69 \text{ маш.-ч.}$$

Результат записывают в строку 3, столбцы 10 и 13 соответственно (табл. 5.31).

4.3. Определяют требуемое количество маш.-ч, затрачиваемое на разравнивание грунта при устройстве присыпной обочины:

$$\text{ТР}_{\text{бульд}} = S_{\text{п.об}} \cdot \text{НР}_{\text{бульд}} = 19,52 \cdot 0,42 = 8,2 \text{ маш.-ч};$$

$$\text{ТР}_{\text{автогрейд}} = S_{\text{п.об}} \cdot \text{НР}_{\text{автогрейд}} = 19,52 \cdot 1,69 = 33 \text{ маш.-ч.}$$

Результаты записывают в строку 3, столбцы 11 и 14 соответственно (табл. 5.31).

### **5. *Расчитывают ресурсы при уплотнении грунта самоходным катком.***

5.1. Полив водой уплотняемого грунта насыпей производят поливомоечной машиной с емкостью 6000 л. Норма расхода составляет

$$\text{НР}_{\text{пол. маш}} = (\text{Е1-135-1}) = 13,91 \text{ маш.-ч.}$$

Затраты труда рабочих составляют

$$\text{НР}_{\text{чел}} = (\text{Е1-135-1}) = 13,91 \text{ чел.-ч.}$$

Результаты записывают в строку 4, столбцы 16 и 6 соответственно (табл. 5.31).

5.2. Определяют объем грунта, подлежащий увлажнению:

$$V_{\text{п.об.увл}} = \frac{V_{\text{п.об}}}{2} = \frac{10\,240}{2} = 5120 \text{ м}^3.$$

В данном случае делить на коэффициент уплотнения 1,05 не нужно, поскольку объем присыпной обочины (строка 7 табл. 5.15), равный 10 240 м<sup>3</sup>, уже взят с учетом этого коэффициента. Поэтому увлажняют только половину грунта и в результате объем делят пополам. Переводят объем увлажненного грунта в единицы 1000 м<sup>3</sup> и получают 5,12.

Результат записывают в строки 4, 5 и 6, столбец 4 (табл. 5.31).

5.3. Определяют требуемое количество маш.-ч и затраты труда рабочих в чел.-ч на поливке водой уплотняемого грунта:

$$TR_{\text{пол. маш}} = V_{\text{п.об}} \cdot НР_{\text{пол. маш}} = 5,12 \cdot 13,91 = 71,2 \text{ маш.-ч};$$

$$TR_{\text{чел}} = V_{\text{п.об}} \cdot НР_{\text{чел}} = 5,12 \cdot 13,91 = 71,2 \text{ чел.-ч}.$$

Результаты записывают в строку 4, столбцы 17 и 7 соответственно (табл. 5.31).

5.4. Уплотнение грунта самоходными катками на пневмошинах. Норму расхода в маш.-ч для пневмокатка определяют по ЕНиР (Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник 2. Земляные работы. Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы) (см. табл. 5.30).

На уплотнении работают катки марок ДУ-31А (масса 16 т) и ДУ 29 (масса 30 т). Ширина уплотняемой полосы этих катков составляет соответственно 1,9 и 2,22 м, толщина уплотняемого слоя до 0,35 м (ДУ-31А) и до 0,4 м (ДУ-29) (табл. 5.32).

Таблица 5.32

Технические данные пневмокатков

Показатель	Единица измерения	Марка катка	
		ДУ-31А (Д627А)	ДУ-29 (Д624)
Тип катка		Самоходный на пневматических шинах	
Ширина уплотняемой полосы	м	1,9	2,22
Толщина уплотняемого слоя	м	До 0,35	До 0,4
Мощность двигателя	кВт	66	96
Масса катка	т	16	30

5.5. По ЕНиР принимают Е2-1-31 «Уплотнение грунта самоходными катками». По табл. 5.30 принимают норму времени (на 100 м<sup>3</sup>), равную 0,26, на уплотнение грунта толщиной от 0,2 до 0,3 м катком ДУ-31А при четырех проходах по одному следу и длине гона свыше 200 м. Принимают длину гона, равную 250 м.

5.6. Учитывая, что количество проходов по одному следу составляет 8 (см. табл. 5.31), добавляют из этой же таблицы дополнительно норму времени, равную 0,04 на каждый проход сверх первых четырех. Таким образом, общая норма времени составляет

$$\text{НВР}_{100} = 0,26 + (0,04 \cdot 4) = 0,42 \text{ маш. -ч.}$$

Данная норма рассчитана для длины гона 250 м. Рассматриваемый участок имеет длину 4000 м. Делят данную длину на длину гона:

$$4000 : 250 = 16 \text{ гонов.}$$

Умножают норму на число гонов:

$$\text{НВР}_{4\text{ км}} = 0,42 \cdot 16 = 6,72 \text{ маш. -ч.}$$

Полученное значение нормы времени рассчитано для объема 100 м<sup>3</sup>, а у нас объем присыпных обочин измеряется в 1000 м<sup>3</sup>. Следовательно, переводят норму времени в соответствующие единицы измерения:

$$\text{НВР}_{\text{каток}} = \text{НВР}_{4\text{ км}} \cdot 10 = 6,72 \cdot 10 = 67,2 \text{ маш. -ч.}$$

Результат записывают в строки 5 и 6, столбец 22 (табл. 5.31).

Определяют требуемое количество маш.-ч для уплотнения присыпной обочины:

$$\text{ТР}_{\text{каток}} = \text{НВР}_{\text{каток } 1000} \cdot V_{\text{упл}} = 67,2 \cdot 5,12 = 344 \text{ маш. -ч.}$$

Результат записывают в строки 5 и 6, столбец 23 (табл. 5.31).

5.7. Рассчитывают суммы результатов по столбцам 7, 11, 14, 17, 20, 23.

Столбец 7: 116,8 + 71,2 = 188 чел.-ч.

Столбец 11: 80,3 + 8,2 = 88,5 маш.-ч.

Столбец 14: 33 маш.-ч.

Столбец 17: 71,2 маш.-ч.

Столбец 20: 258,6 маш.-ч.

Столбец 23: 344 + 344 = 688 маш.-ч.

**6. Рассчитывают количество машин и людей, необходимое для выполнения работ по устройству присыпной обочины.** Определяют количество машин и людей, работающих на устройстве присыпной обочины (количество смен принимают такое же, как и для планировочных работ, например 10 смен):

$$N_{\text{чел}} = \frac{\text{треб. чел. -ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{188}{10 \cdot 8} = 2,3 \approx 3 \text{ чел.};$$

$$N_{\text{бульд}} = \frac{\text{треб. маш. -ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{88,5}{10 \cdot 8} = 1,1 \approx 1 \text{ маш.};$$

---

$$N_{\text{автогрейд}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{33}{10 \cdot 8} = 0,4 \approx 1 \text{ маш.};$$

$$N_{\text{пол.маш}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{71,2}{10 \cdot 8} = 0,9 \approx 1 \text{ маш.};$$

$$N_{\text{экск}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{258,6}{10 \cdot 8} = 3,2 \approx 3 \text{ маш.};$$

$$N_{\text{каток}} = \frac{\text{треб. маш.-ч}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{688,1}{10 \cdot 8} = 8,6 \approx 9 \text{ маш.}$$

Таким образом, для выполнения планировочных работ необходимы:

- экскаваторы 0,65 м<sup>3</sup> – 3;
- бульдозер мощностью 79 кВт – 1;
- автогрейдер – 1;
- поливомоечная машина – 1;
- самоходные пневмокотки – 9;
- автомобили-самосвалы – 27;
- рабочие-строители – 3.



# Раздел 6

## ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

### Введение

*Технология* – совокупность производственных методов и процессов в определенной отрасли производства, а также научное описание способов производства продукции. Технология отвечает на вопрос, каким образом выполнять тот или иной технологический процесс.

*Технологический процесс* – часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по выполнению производственных операций, направленных на изготовление окончательной продукции. Технологический процесс состоит из множества простейших *рабочих операций*, которые являются организационно неделимыми и технологически однородными.

*Строительство* – отрасль материального производства, продукцией которой являются готовые к эксплуатации сооружения.

*Строительный процесс* – производственный процесс, осуществляемый непосредственно на строительной площадке.

*Технология строительства* – последовательное и рациональное выполнение отдельных технологических процессов, направленных на приготовление материалов и смесей, сооружение составных частей конструкции при максимальном использовании средств автоматизации, механизации и высококвалифицированных рабочих кадров.

*Строительство дорог*, или *дорожное строительство*, – отрасль строительства, занимающаяся проектированием, строительством, ремонтом и техническим обслуживанием автомобильных дорог.

В данном разделе рассматриваются технологии, представленные в табл. 6.1. Технология производства работ приведена с использованием материалов технологических карт на возведение земляного полотна.

Таблица 6.1

Технологии возведения земляного полотна

№ технологии	Наименование технологии	Ведущая машина
1	2	3
1	Возведение насыпи земляного полотна автогрейдером из грунта при-трассовых резервов	Автогрейдер
2	Возведение насыпи земляного полотна бульдозером из грунта выемки	Бульдозер

1	2	3
3	Возведение насыпи земляного полотна бульдозером из грунта боковых резервов	Бульдозер
4	Возведение насыпи земляного полотна скрепером из грунта выемки	Скрепер
5	Возведение насыпи земляного полотна из привозного грунта, разрабатываемого в карьере экскаватором	Экскаватор
6	Возведение насыпи земляного полотна высотой более 6 м из привозного грунта, разрабатываемого в карьере экскаватором	Экскаватор
7	Устройство земляного полотна в выемке глубиной до 5 м	Экскаватор
8	Возведение насыпи земляного полотна на болоте I типа глубиной менее 4 м с полным выторфовыванием	Экскаватор
9	Возведение насыпи земляного полотна на болоте I и II типов глубиной более 4 м с частичным выторфовыванием	Экскаватор

### Задание по разделу 6

1. Описать технологию возведения земляного полотна с зарисовкой технологической схемы в соответствии с обозначенным вариантом.

#### Пример выполнения

##### Исходные данные

1. Технология возведения земляного полотна (номер описываемой технологии представлен в исходных данных, приложение 1, табл. П.1.1).
2. Технологическая схема, характеризующая производственный процесс.

##### Порядок выполнения

1. Описывают технологию возведения земляного полотна (в соответствии с обозначенным заданием).

### 6.1. Возведение насыпи земляного полотна автогрейдером из грунта притрассовых резервов

**Область применения.** Возведение насыпи земляного полотна автомобильных дорог с применением самоходного грейдера (автогрейдера).

Прицепные грейдеры в основном предназначены для профилирования поверхностей: основания земляного полотна, верха и откосов земляного полотна, обочин, дна притрассового карьера, временных подъездных дорог, устройства кюветов. Автогрейдеры, являющиеся самоходными машинами, в дополнение к вышеназванным операциям предназначены для возведения на-

сыпей земляного полотна, а также для строительства автомобильных дорог простейшего типа из местного грунта. Кроме того, они могут выполнять бульдозерные работы передним отвалом, а также рыхление тяжелых и слежавшихся грунтов кирковщиком.

Возведение насыпей автогрейдером осуществляются при высоте насыпей до 0,75 м и при равнинном рельефе. Автогрейдер входит в состав комплекта дорожно-строительных машин, выполняющих следующие работы:

- подготовку основания земляного полотна;
- возведение насыпей;
- отделочные работы при окончательной планировке поверхности земляного полотна и откосов;
- планировку обочин;
- устройство кюветов.

При осуществлении отдельных видов работ автогрейдер во время последовательных проходов выполняет повторяющиеся операции по резанию грунта, его рыхлению, формированию призмы волочения, перемещению грунта, его распределению, разравниванию и профилированию.

Автогрейдер совершает следующие земляные работы:

- *разравнивание*. Разравнивание грунта, т.е. распределение грунта по поверхности ровным слоем, автогрейдер производит продольными проходами по захватке (рис. 6.1.). Работу выполняют передним бульдозерным отвалом или полноповоротным, при этом разравнивание грунта совмещается с профилированием;

- *профилирование*. Профилирование — это вид отделочных работ, при которых полноповоротный отвал устанавливается с уклоном от бровки земляного полотна к центру. Движение автогрейдер выполняет продольными проходами, смещаясь при каждом очередном проходе от бровки к осевой линии. При этом срезанный грунт перемещается вдоль отвала к центру, создавая за полный цикл проходов двухскатный или односкатный (на дорогах I технической категории или на виражах) поперечный профиль.

**Технология возведения насыпи земляного полотна.** Технология основана на перемещении грунта из притрассового резерва на полосу, отведенную для возведения насыпи. Срезка и перемещение грунта осуществляются при продольных проходах вдоль захватки. Эта технология применима при невысокой насыпи, до 0,75 м. При сооружении насыпи из привозного грунта автогрейдер работает только в пределах полосы, занимаемой земляным полотном. Поэтому он разравнивает грунт и профилирует слой грунта, предназначенный для уплотнения.

Работы по возведению земляного полотна из грунта боковых резервов автогрейдером ведутся поточным методом на четырех захватках длиной 350...400 м каждая (рис. 6.2).

1. *На первой захватке* выполняют следующие технологические операции:

- срезку растительного слоя грунта бульдозером (*например*, 0,15 м);
- уплотнение основания насыпи прицепным катком на пневмошинах.

Работы проводят двумя бульдозерами: один бульдозер срезает грунт при продольных проходах вдоль участка, другой перемещает и обваловывает

срезанный грунт за пределами полосы отвода. Растительный слой срезают с полосы, включающей ширину насыпи понизу и ширину боковых резервов с двух сторон от насыпи (продольно-поперечный способ, см. рис. 3.8, б).

Основание под насыпь уплотняют катком за 10...12 круговых проходов. Коэффициент уплотнения основания насыпи должен быть не ниже 0,98.

2. На второй захватке выполняют следующие технологические операции:

- разработку грунта в резерве и перемещение его в насыпь автогрейдером;
- разравнивание и планировку грунта в насыпи автогрейдером.

Разработку грунта в резерве и перемещение его в насыпь производят двумя автогрейдерами. Отвал автогрейдера устанавливают под таким углом, чтобы срезаемый грунт перемещался вдоль отвала в сторону насыпи и откладывался в виде небольшого валика, который после разравнивания образует слой грунта в насыпи. Резерв разрабатывают по кольцевой схеме, начиная от его внутренней бровки и укладки первого слоя вдоль оси. Дальнейшая укладка слоев идет от оси к бровке земляного полотна. Для этой операции отвал устанавливают

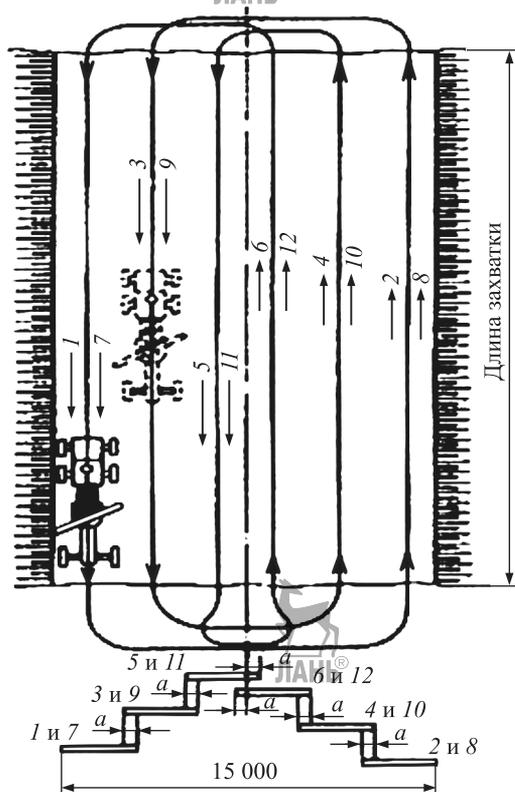


Рис. 6.1. Порядок разравнивания грунта автогрейдером при продольном движении по земляному полотну:

1...12 – номера проходов;  $a$  – перекрытие следа предыдущего прохода

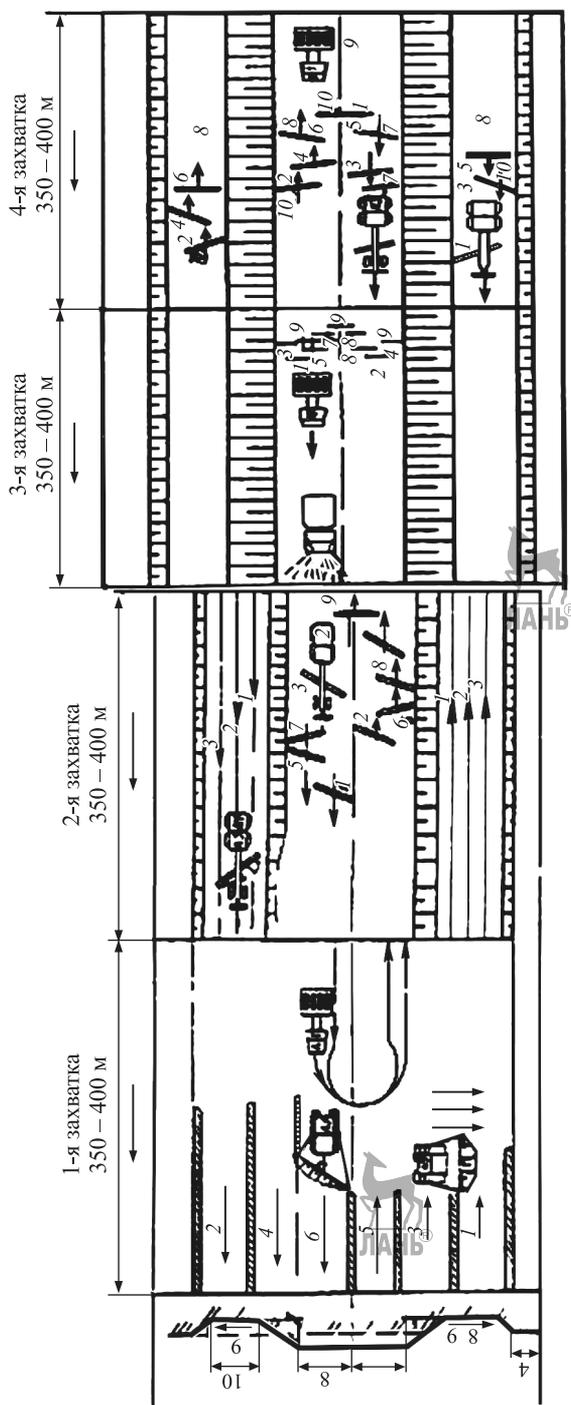


Рис. 6.2. Технологическая схема возведения земляного полотна автогрейдером из грунта боковых резервов:

1-я захватка: 1 – срезка растительного слоя и перемещение его за пределы полосы отвода бульдозером; 2 – уплотнение основания под насыпь пневмокатком; 2-я захватка: 3 – разработка грунта и перемещение автогрейдером; 4 – разравнивание грунта автогрейдером; 3-я захватка: 5 – увлажнение грунта поливочной машиной; 6 – уплотнение грунта пневмокатком; 4-я захватка: 7 – планировка верха земляного полотна автогрейдером; 8 – планировка откосов и резервов автогрейдером; 9 – окончательное уплотнение грунта пневмокатком; 10 – планировка дна резервов автогрейдером. Стрелками и цифрами показана последовательность проходов машин

с углом захвата 45...55°. Незначительные неровности на поверхности земляного полотна ликвидируют путем срезания автогрейдером этих неровностей или подсыпкой и разравниванием грунта.

При захватках менее 100 м рационально работать по челночной схеме без поворота автогрейдера и с холостым возвратом машины задним ходом. При захватках 100...150 м целесообразно разравнивать грунт автогрейдером по челночной схеме с разворотом отвала на 180°, т.е. с использованием заднего хода машины в качестве рабочего. При длине захватки более 350 м поверхность земляного полотна разравнивают продольными круговыми проходами вдоль насыпи, начиная от краев к середине. Отвал автогрейдера устанавливают с углом захвата 70...90° и углом резания 50° (см. рис. 5.2, табл. 5.6).

3. На третьей захватке выполняют работы по уплотнению грунта насыпи. Грунт уплотняют слоями последовательными круговыми проходами прицепного катка на пневмошинах по всей ширине насыпи за восемь проходов по одному следу. Уплотнять грунт следует при оптимальной влажности. При недостаточной влажности грунт увлажняют с помощью поливомоечной машины.

Уплотнение начинают на расстоянии 2 м от бровки насыпи. Затем, смещая каток при каждом последующем проходе на 1/3 ширины следа в сторону бровки откоса, создают упоры по краям насыпи, после чего уплотнение продолжают круговыми проходами катка, смещая от краев насыпи к ее оси (рис. 6.3).

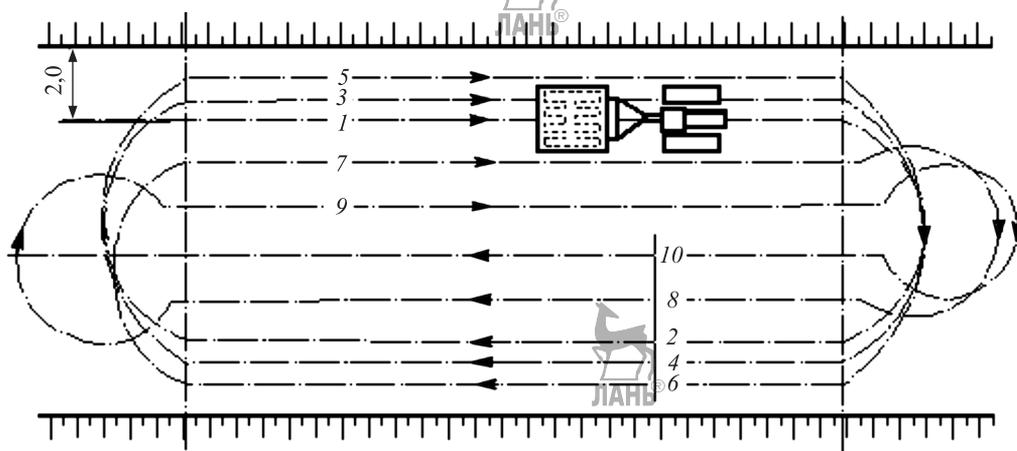


Рис. 6.3. Схема работы прицепного катка на пневматических шинах:  
1...10 — последовательность проходов

Требуемый коэффициент уплотнения грунта: 0,95...0,98 — в нижних слоях земляного полотна; 0,98...1,0 — в верхних. Толщина отсыпаемых слоев и количество проходов катка по одному следу представлены в табл. 6.2.

4. На четвертой захватке выполняют технологические операции:

- планировку верха земляного полотна автогрейдером (прицепным грейдером);
- планировку откосов автогрейдером (прицепным грейдером);

- окончательное уплотнение верха земляного полотна катком на пневмошинах;
- планировку дна резервов автогрейдером (прицепным грейдером).

Таблица 6.2

Толщина слоев грунта и количество проходов катка на пневматических шинах в зависимости от вида грунта и требуемого коэффициента уплотнения

Требуемый коэффициент уплотнения грунта											
Наибольшая толщина слоя в плотном теле, м, для грунтов						Число проходов при уплотнении грунтов					
глины, суглинки			супеси, пески			глины, суглинки			супеси, пески		
0,90	0,95	0,98	0,90	0,95	0,98	0,90	0,95	0,98	0,90	0,95	0,98
0,5	0,4	0,25	0,6	0,45	0,3	4...6	8...10	12...15	4...6	6...8	10...12

Верх земляного полотна планируют последовательными проходами автогрейдера, начиная от краев, с постепенным смещением к середине. Перекрытие следов составляет 0,3...0,5 м. Планировку выполняют по круговой схеме за три прохода грейдера по одному следу.

Сооружение насыпи заканчивают отделкой откосов и планировкой дна резерва. Внутренние и внешние откосы резерва высотой до 1 м отделяют автогрейдерами с помощью откосника, установленного на отвале. Срезаемый грунт разравнивают по дну резерва или перемещают в насыпь. Отделку и окончательную планировку верха земляного полотна производят при угле захвата отвала  $90^\circ$ , при этом грунт перемещают на расстояние до 10 м. На стадии окончательной отделки земляного полотна применяют автогрейдеры с автоматической следящей системой (например, «Профиль-30»).

Откосы высотой до 0,6 м планируют отвалом автогрейдера, установленным на необходимый угол наклона. Работы по планировке и отделке внешнего откоса резерва и выемок глубиной 1...1,5 м при откосах  $25...70^\circ$  выполняют основным отвалом, вынесенным за пределы рамы автогрейдера (рис. 6.4). Для

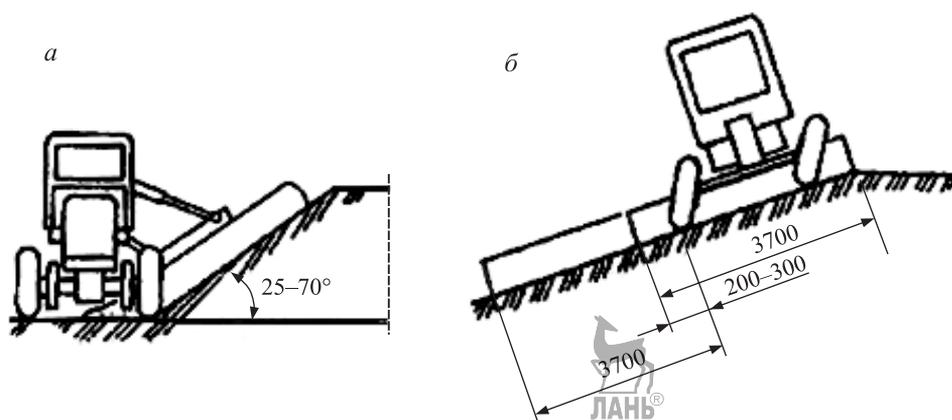


Рис. 6.4. Планировка откосов насыпи и выемки автогрейдером:  
а – при угле наклона  $25...70^\circ$ ; б – при крутизне 1:3

повышения устойчивости автогрейдеров легкого и среднего типов при осуществлении этих работ передние колеса наклоняют в сторону откоса.

Откосы земляного полотна и резервов планируют автогрейдером с вынесенным в сторону отвалом за два прохода, при этом автогрейдер движется по дну резерва. Окончательное уплотнение верха земляного полотна после планировки выполняют катком на пневматических шинах за четыре прохода по одному следу.

Дно резерва планируют автогрейдером по круговой схеме за два прохода по одному следу.

## 6.2. Возведение насыпи земляного полотна бульдозером из грунта выемки

**Область применения.** Возведение насыпи земляного полотна из грунта выемки, перемещаемого бульдозером. Технология представлена с использованием материала технологической карты ТК 07-12-88. Разработка выемок землеройно-транспортными машинами с продольным перемещением грунта в насыпь позволяет обеспечить высокую производительность машин и рекомендуется, когда грунт из выемки пригоден для отсыпки насыпи.

Технология возведения насыпи земляного полотна высотой до 2,0 м или нижних слоев насыпей из грунта выемки при расстоянии перемещения грунта до 100 м включает следующие работы:

- подготовку основания насыпи;
- разработку грунта в резерве и перемещение его в насыпь;
- разравнивание грунта;
- уплотнение грунта;
- планировку верха земляного полотна и откосов;
- нарезку кюветов;
- планировку дна выемки.

Ведущий механизм — бульдозер.

**Технология возведения насыпи земляного полотна.** Работы по возведению земляного полотна ведутся поточным методом на трех захватках длиной от 20 до 100 м (рис. 6.5).

До начала возведения насыпи должен быть удален растительный слой грунта с выемки и основания насыпи шириной, равной ширине верха выемки и низа насыпи с учетом 2 м с каждой стороны.

1. На первой захватке выполняют следующие технологические операции:

• резание грунта в выемке и перемещение его по траншее на вторую захватку;

• резание грунта в гребнях и перемещение его на вторую захватку.

Разработку выемки с перемещением грунта в насыпь выполняет бульдозер, работающий по траншейно-ярусной схеме (рис. 6.6), при этом разработку начинают с ближнего к насыпи конца выемки и перемещают в дальний конец

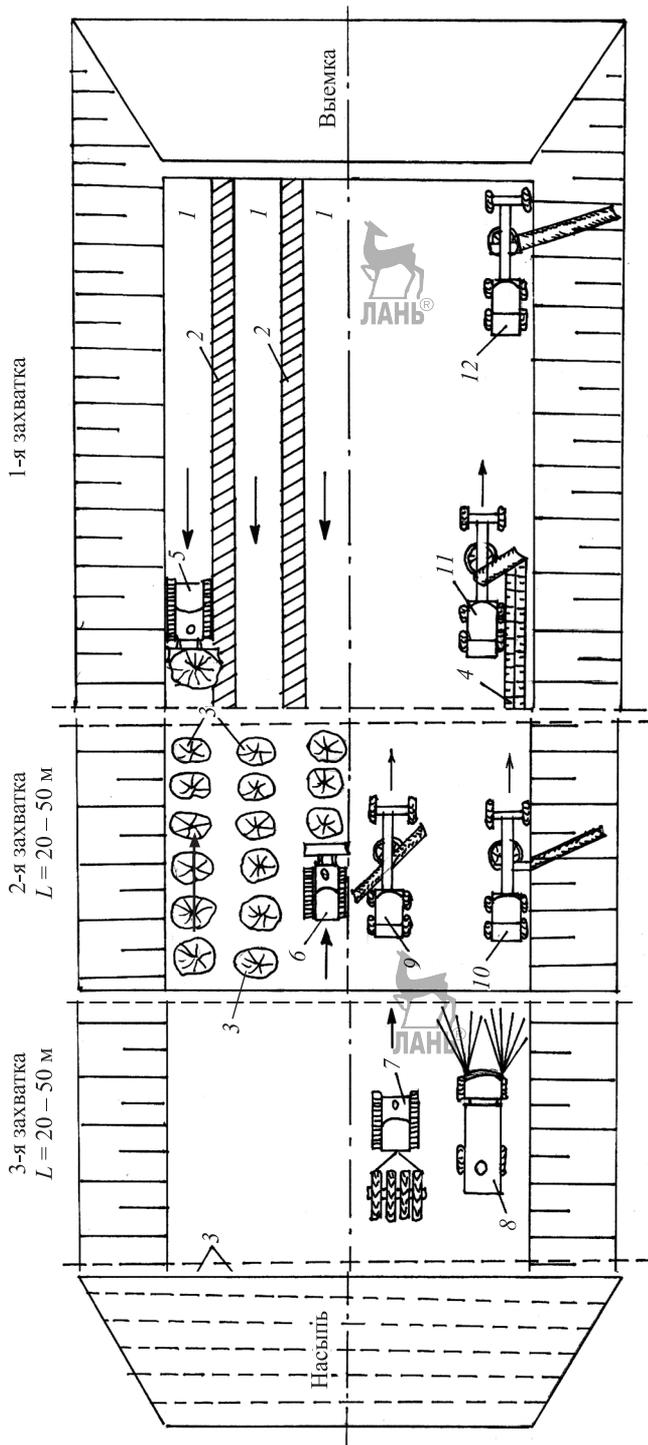


Рис. 6.5. Технологическая схема возведения насыпи бульдозером из грунта, разрабатываемого в выемке:

1 – траншея; 2 – валы грунта между траншеями; 3 – грунт, перемещенный в насыпь; 4 – кювет; 5 – бульдозер на зарезании и перемещении грунта; 6 – бульдозер на выравнивании грунта; 7 – прицепной каток на уплотнении; 8 – поливомоечная машина; 9 – автогрейдер на профилировании верха земляного полотна; 10 – автогрейдер на профилировании откосов; 11 – автогрейдер на устройстве кюветов; 12 – автогрейдер на срезке недобора

отсыпаемого слоя насыпи. Гребни между траншеями срезают, начиная с дальнего от насыпи участка, движением бульдозера под углом с перемещением грунта по ранее выработанной траншее.

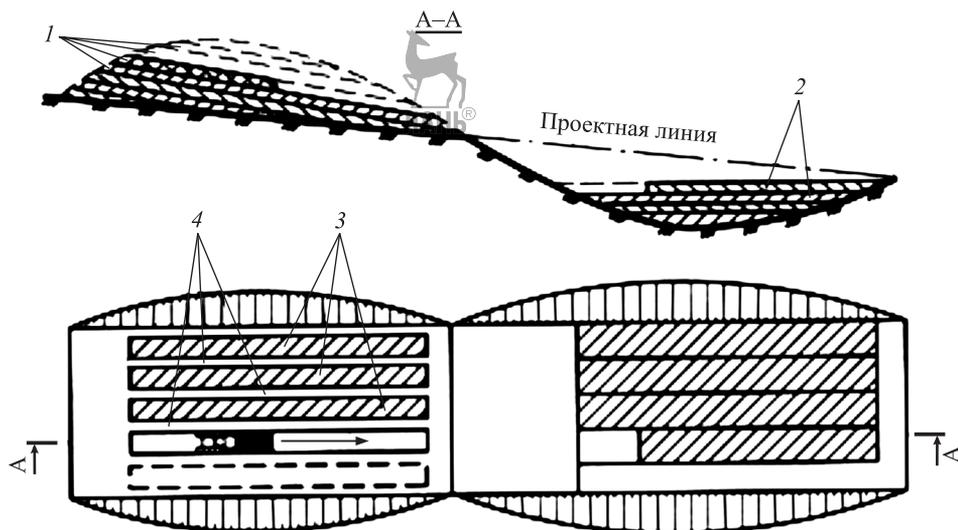


Рис. 6.6. Траншейно-ярусная схема разработки грунта бульдозером:  
1 – ярусы разработки; 2 – слои отсыпаемой насыпи; 3 – траншеи; 4 – гребни между траншеями

При дальности перемещения грунта бульдозером на расстояние более 25 м возрастают потери грунта. В целях снижения потерь применяют отвалы с открылками, отвалы совкового типа или образуют промежуточные накопительные валы, в которых бульдозер набирает полную призму грунта для дальнейшего перемещения.

После окончания разработки грунта первого слоя (яруса) в выемке по той же технологии начинают разработку следующего нижнего слоя (второго яруса), отступая от боковых границ первого слоя на величину, соответствующую заложению откоса выемки (рис. 6.7).

2. На второй захватке выполняют следующие технологические операции:

- подготовку основания насыпи;
- разравнивание куч грунта, перемещенного из первой захватки, в виде ровного слоя, профилирование верха земляного полотна.

Подготовка основания насыпи заключается в разметке ширины основания насыпи и закреплении ее кольшками, выравнивании поверхности и дополнительном уплотнении основания. На горизонтальных участках в недренирующих грунтах поверхности основания придается поперечный уклон от оси 20...40 ‰.

Разравнивание грунта. Насыпь отсыпают из грунтов слоями по всей ширине земляного полотна с учетом ее сужения по высоте к проектным отметкам (при заданном заложении откоса). На полосу, соответствующую ширине насыпи

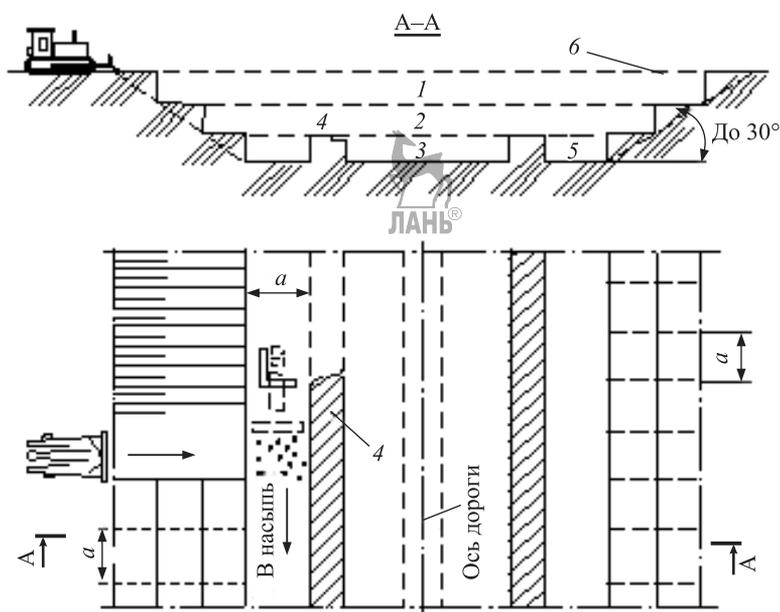


Рис. 6.7. Последовательность разработки выемки ярусами:

1...3 – ярусы; 4 – крайняя стенка; 5 – траншея; 6 – полки на откосе;  $a$  – ширина захвата при проходе бульдозера при выравнивании откоса выемки

понизу и отмеченную кольшками, перемещают бульдозером грунт и отсыпают в виде куч, которые разравнивают слоем заданной толщины с запасом на уплотнение в 10...20 %.

3. На третьей захватке выполняют следующие технологические операции:

- увлажнение грунта;
- уплотнение грунта.

При необходимости грунт увлажняют с помощью поливочной машины.

Уплотнение каждого слоя насыпи выполняют катками: на пневматических шинах, кулачковыми, решетчатыми, в зависимости от поры года и вида грунта (связные и несвязные, мерзлые, комковатые, переувлажненные грунты). Уплотнение верха земляного полотна выполняют катками на пневматических шинах. Для уплотнения связных грунтов применяют катки на пневматических шинах, кулачковые и решетчатые прицепные; для уплотнения несвязных грунтов применяют катки вибрационные и на пневматических шинах.

Уплотнение рыхлых, особенно глинистых, грунтов производят двумя видами катков: предварительное уплотнение (прикатку) – катками массой 6...12 т, при этом выполняют до 30...40 % от общего количества проходов, и окончательное уплотнение – катками массой более 25 т.

По завершении отсыпки насыпи выполняют следующие работы:

- профилирование верха земляного полотна с приданием необходимого поперечного уклона;

- срезку недобора с откосов и дна выемки;
- профилирование основания выемки;
- устройство кювета в выемке;
- профилирование откосов насыпи и выемки.

Земляные работы по перемещению грунта из выемки, его разравниванию и профилированию завершают к концу рабочей смены. При этом верху земляного полотна придают уклон от оси земляного полотна к бровке, равный 20 ‰ – при отсыпке насыпи из песчаных грунтов, 40 ‰ – при отсыпке из глинистых грунтов, что обеспечивает сток воды в случае выпадения атмосферных осадков.

### 6.3. Возведение насыпи земляного полотна бульдозером из грунта боковых резервов

**Область применения.** Возведение насыпи земляного полотна высотой до 1,5 м из грунта двусторонних боковых резервов. Разработку грунта и его перемещение в насыпь выполняют бульдозеры. Данный подраздел разработан с использованием положений, изложенных в технологической карте на возведение насыпи земляного полотна из грунта боковых резервов (ТК 07-02-88). Ведущая машина – бульдозер.

До возведения земляного полотна необходимо:

- произвести разметку ширины основания насыпи и боковых двусторонних резервов;
- в зависимости от ширины полосы (до 25 м, более 25 м) осуществить снятие растительного слоя грунта поперечным или продольно-поперечным способом;
- восстановить ось дороги, ширину основания насыпи, произвести высотную разбивку насыпи;
- произвести планировку и доуплотнение полосы, равной ширине основания насыпи;
- устроить временный водоотвод.

В состав работ входят:

- работа бульдозера на возведении насыпи из грунта боковых резервов;
- разравнивание бульдозером грунта слоем установленной толщины;
- увлажнение грунта (при необходимости) поливочной машиной;
- уплотнение слоя грунта катком до требуемой плотности.

В дальнейшем рабочие операции повторяются до достижения высоты насыпи проектной величины. При достижении проектной величины на заключительной стадии выполняют технологические операции:

- планировку верха и откосов земляного полотна автогрейдером;
- окончательное уплотнения верхней части земляного полотна.

**Технология возведения насыпи земляного полотна.** Работы по возведению земляного полотна из боковых резервов бульдозером выполняют на первых трех захватках длиной 200 м каждая (основные земляные работы) и четвертой захватке, объединяющей первые три, длиной 600 м (отделочные работы) (рис. 6.8).

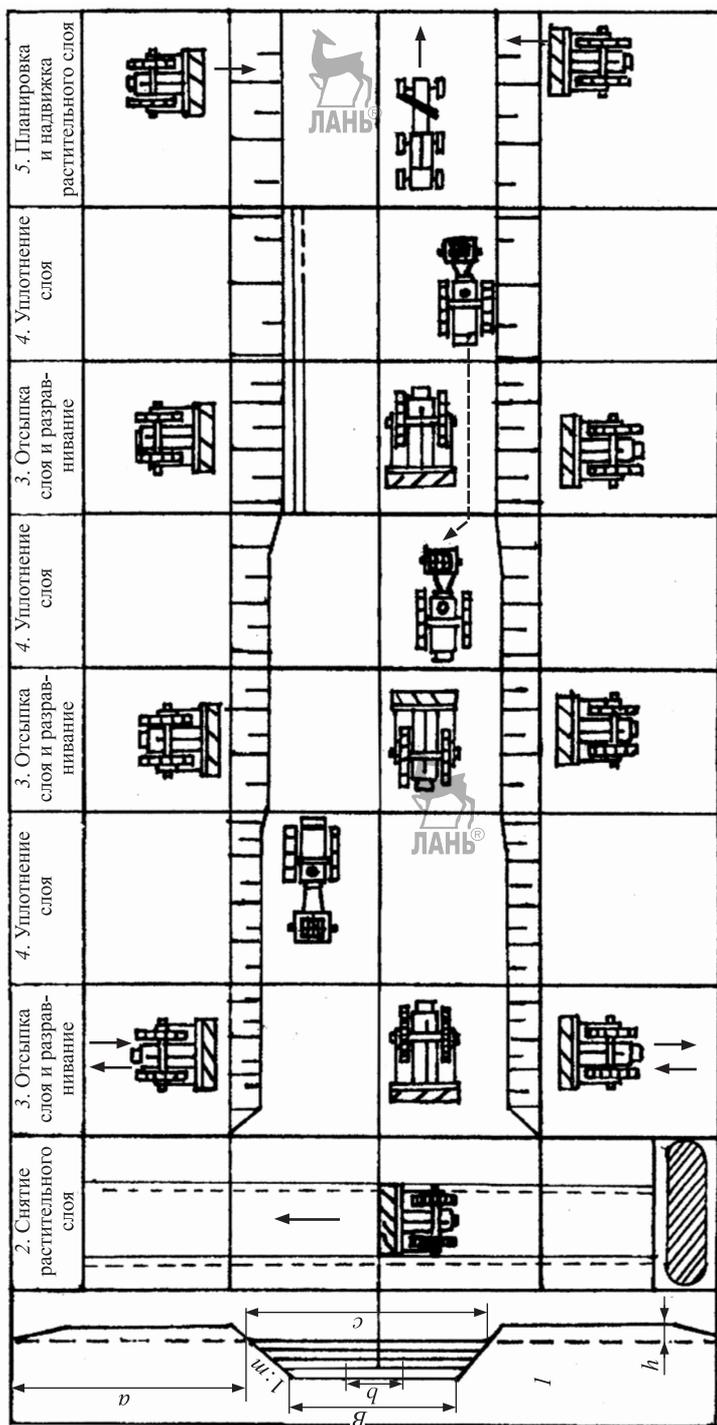


Рис. 6.8. Технологическая схема возведения насыпи бульдозерами из двусторонних боковых резервов:

$I$  — поперечный профиль земляного полотна;  $2$  — снятие растительного слоя с укладкой в боковые валы;  $3$  — отсыпка слоев с граничной разработкой в резерве и последним разравниванием в насыпи;  $4$  — последное уплотнение грунта в насыпи;  $5$  — планировка насыпи и резервов автогрейдером и надвижка растительного грунта из боковых валов бульдозером

1. На первой захватке выполняют следующие технологические операции:

- срезку растительного слоя грунта толщиной 0,1...0,2 м;
- уплотнение основания насыпи пневмокатком (коэффициент уплотнения 0,98).

Работы по срезке растительного слоя грунта выполняют бульдозером по поперечной схеме. Снятие растительного слоя грунта проводят при ленточной форме стружки. Грунт срезают от оси дороги поперечными проходами бульдозера, перекрывая каждый предыдущий след на 0,25...0,30 м, и перемещают за пределы полосы отвода. В дальнейшем срезанный растительный грунт используют для укрепления откосов земляного полотна и рекультивации.

Подготовка основания насыпи заключается в разметке ширины основания насыпи и закреплении ее колышками, выравнивании поверхности и дополнительном уплотнении основания. Основание насыпи уплотняют катком за четыре прохода по одному следу. При уплотнении каждый предыдущий след перекрывают последующим на 1/3 его ширины. На горизонтальных участках в недренлирующих грунтах поверхности основания придают поперечный уклон от оси 20...40 ‰.

2. На второй захватке выполняют следующие технологические операции:

- зарезание грунта;
- набор полной призмы перед отвалом;
- перемещение грунта по траншее из бокового резерва на основание земляного полотна;
- разравнивание грунта в насыпи бульдозером.

Зарезание грунта проводят с учетом его классификации по трудности разработки. Зарезание песчаных грунтов выполняют при клиновидной форме стружки, а тяжелых грунтов – при гребенчатой форме стружки (рис. 6.9).

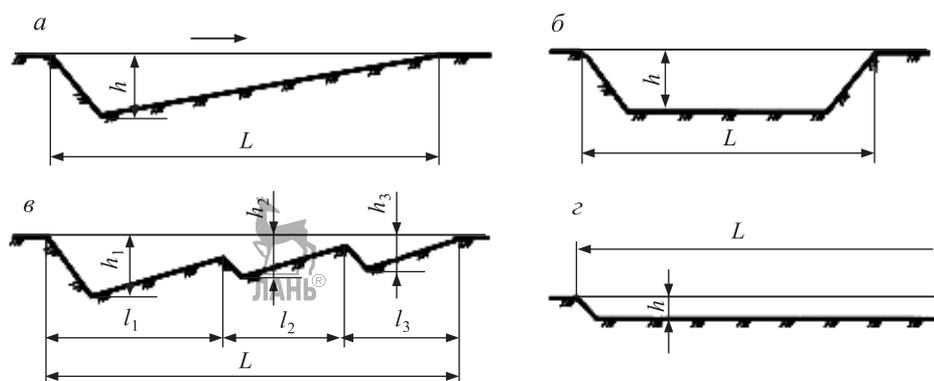


Рис. 6.9. Форма стружек грунта, срезаемых бульдозером: а – клиновидная; б, г – ленточная; в – гребенчатая;  $h$  – толщина стружки;  $h_1, h_2, h_3$  – величина заглупления отвала при гребенчатой форме стружки;  $L$  – длина резания;  $l_1, l_2, l_3$  – длина гребней

Перемещение грунта к месту укладки начинают по окончании набора грунта перед отвалом (рис. 6.10).

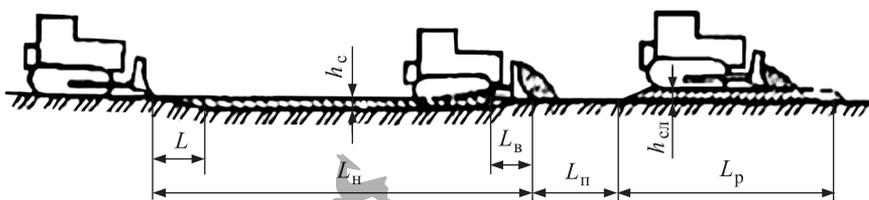


Рис. 6.10. Работа бульдозера по перемещению грунта из бокового резерва в насыпь:  $L$  – резание грунта;  $L_{н}$  – набор грунта;  $L_{в}$  – выход бульдозера из резерва;  $L_{п}$  – перемещение грунта;  $L_{р}$  – разравнивание грунта;  $h_c$  – толщина стружки;  $h_{ст}$  – толщина отсыпаемого слоя

Для уменьшения потерь при перемещении грунта применяют два способа (рис. 6.11):

- 1) по траншее в грунте естественного состояния;
- 2) по траншее, образованной из валов грунта, осыпавшегося во время предыдущих проходов бульдозера.

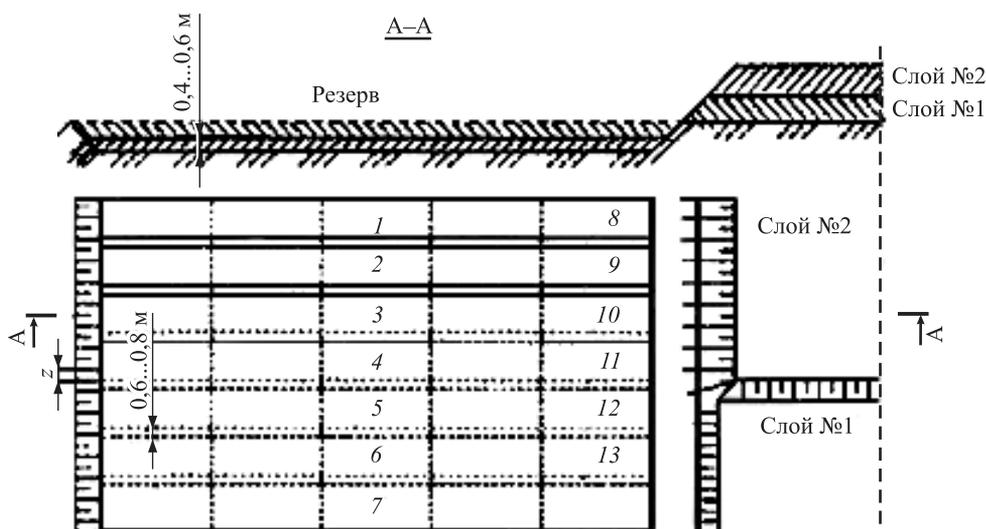


Рис. 6.11. Способ траншейной разработки резерва: 1...7 – траншеи; 8...13 – стенки-гребни;  $z$  – ширина перекрытия следа (0,2...0,3 м)

Первый набор грунта в резерве производят на расстоянии от края подошвы насыпи, обеспечивающем набор грунта на полный отвал. Разработку резерва осуществляют по траншейной схеме.

Схема разработки грунта в притрассовых двусторонних или одностороннем резервах и укладки его в насыпь представлена на рис. 6.12.

После отсыпки слоя грунта насыпи толщиной 0,25...0,3 м из бокового резерва бульдозер начинает разрабатывать грунт во второй траншее резерва, перемещая грунт для отсыпки второго слоя насыпи. Расстояние между первой и второй траншеями составляет 0,6...0,8 м.

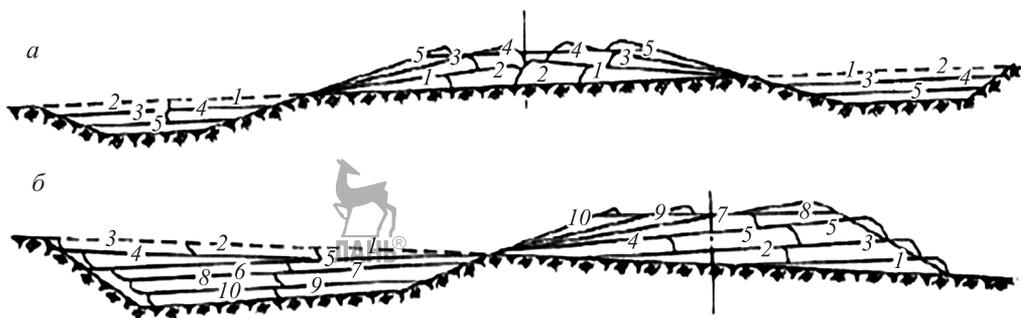


Рис. 6.12. Схема разработки грунта бульдозером в резерве и перемещения его в насыпь: а – из двусторонних резервов; б – из одностороннего резерва; 1...10 – слои грунта

Отсыпают грунт слоями от оси земляного полотна к бровке насыпи из одного бокового резерва, а затем из второго. При подходе к месту укладки приподнимают отвал бульдозера и при движении вперед распределяют грунт на участке, а при возвращении задним ходом производят дополнительную планировку. После разравнивания грунта поверхность каждого слоя должна иметь поперечный уклон 30...40 ‰.

Укладку перемещаемого грунта выполняют различными способами: «отдельными кучами», «от себя», «на себя», «в полуприжим», «в прижим» (рис. 6.13). При перемещении грунта на расстояние менее чем 50 м холостой возврат бульдозер выполняет задним ходом.

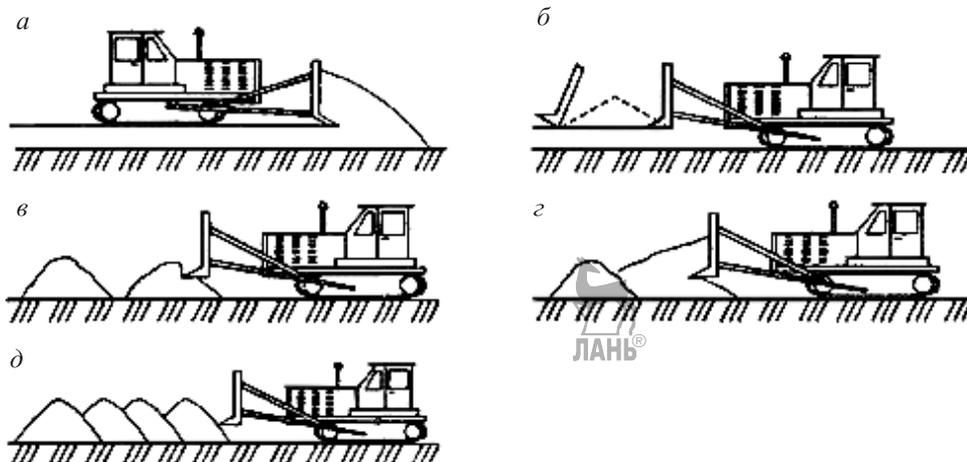


Рис. 6.13. Способы укладки грунта бульдозером: а – «от себя»; б – «на себя»; в – «отдельными кучами»; з – «в полуприжим»; д – «в прижим»

3. На третьей захватке выполняют следующие технологические операции:

- увлажнение грунта;
- уплотнение катками.

Уплотняют грунт при оптимальной влажности. При недостаточной влажности грунт увлажняют с помощью поливовой машины.

Уплотняют грунт слоями толщиной 0,25...0,30 м последовательными круговыми проходами катка по всей ширине насыпи за десять проходов по одному следу (см. рис. 6.3). Первый и второй проходы пневмокоток совершает на удалении 2 м от бровки земляного полотна. На третьем и четвертом проходах каток приближается к бровке на 1/3 ширины катка. Четвертый и пятый проходы каток осуществляет вдоль бровки, не доходя до края на расстояние 0,3...0,5 м. Таким образом, каток создает боковой упор, не позволяющий насыпи изменять свои размеры при уплотнении центральной части. Дальнейшее уплотнение каток совершает по центральной части насыпи.

После отсыпки и уплотнения первого слоя грунта работы, выполненные на второй и третьей захватках, повторяют при создании второго и последующих слоев до достижения проектных высотных отметок.

4. На четвертой захватке, достигшей длины, равной 600 м, выполняют следующие технологические операции:

- планировку верха земляного полотна с приданием проектного поперечного уклона;
- окончательное уплотнение земляного полотна;
- планировку откосов земляного полотна;
- планировку откосов боковых резервов;
- планировку дна резервов (все работы по планировке выполняет автогрейдер);

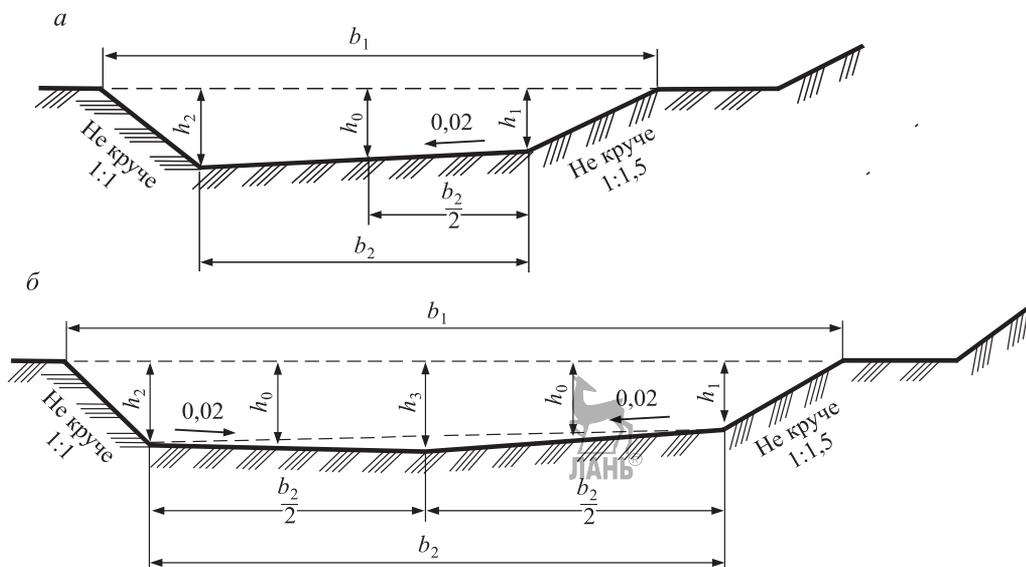


Рис. 6.14. Схема бокового резерва:

$a$  – шириной до 10 м;  $b$  – шириной более 10 м;  $b_1$  – ширина резерва поверху,  $b_2$  – ширина резерва понизу;  $h_0$  – средняя глубина резерва;  $h_1$  – минимальная глубина резерва;  $h_2$  – глубина резерва с учетом уклона его дна (рис. б –  $h_3$ )

• перемещение и распределение растительного грунта на откосы насыпи, дно и откосы резервов (работы выполняет бульдозер).

Верх земляного полотна планируют путем последовательных проходов автогрейдера, начиная от краев с постепенным смещением к середине. Перекрытие следов составляет 0,3...0,5 м. Работы выполняют по челночной схеме за четыре прохода автогрейдера по одному следу.

Откосы насыпи планируют за два прохода автогрейдера по одному следу.

Дну и откосам резервов придают уклоны в зависимости от ширины резерва поверху (рис. 6.14). Дно и откосы резерва планируют автогрейдером по челночной схеме за четыре прохода по одному следу.

Окончательное уплотнение верха земляного полотна после планировки выполняют пневмокатком за два прохода по одному следу.

После окончания планировочных работ на данном участке проводят работы по восстановлению растительного слоя грунта путем надвигки его на откосы насыпи и резервов бульдозером, перемещая его из валиков в поперечном направлении.

ЛАНЬ®

## 6.4. Возведение насыпи земляного полотна скрепером из грунта выемки

**Область применения.** Возведение насыпи земляного полотна или нижних слоев насыпей из грунта выемки при расстоянии перемещения грунта более 100 м, выполняемые скрепером. Технология представлена с использованием материала технологической карты ТК 07-03-88. При расстоянии перемещения грунта от 100 м до 600 м эту работу проводят прицепными и полуприцепными скреперами, работающими с гусеничными тягачами, а при расстоянии от 600 м до 3 км – самоходными скреперами.

Ведущая машина – скрепер.

В состав работ входят:

- подготовка основания насыпи;
- разработка грунта в резерве и перемещение его в насыпь;
- распределение грунта ровным слоем по поверхности основания или уплотненного слоя грунта;
  - возвращение скрепера в выемку для набора нового объема грунта;
  - уплотнение грунта;
  - срезка недобора;
  - планировка дна и откосов выемки;
  - планировка верха земляного полотна и откосов;
  - окончательное уплотнение верха земляного полотна.

**Технология возведения насыпи земляного полотна.** Работы по возведению земляного полотна из грунта выемки прицепными скреперами ведут поточным методом на четырех захватках длиной 150...200 м каждая (рис. 6.15).

1. *На первой захватке* выполняют следующие технологические операции:

- срезку растительного слоя грунта бульдозером;

ЛАНЬ®

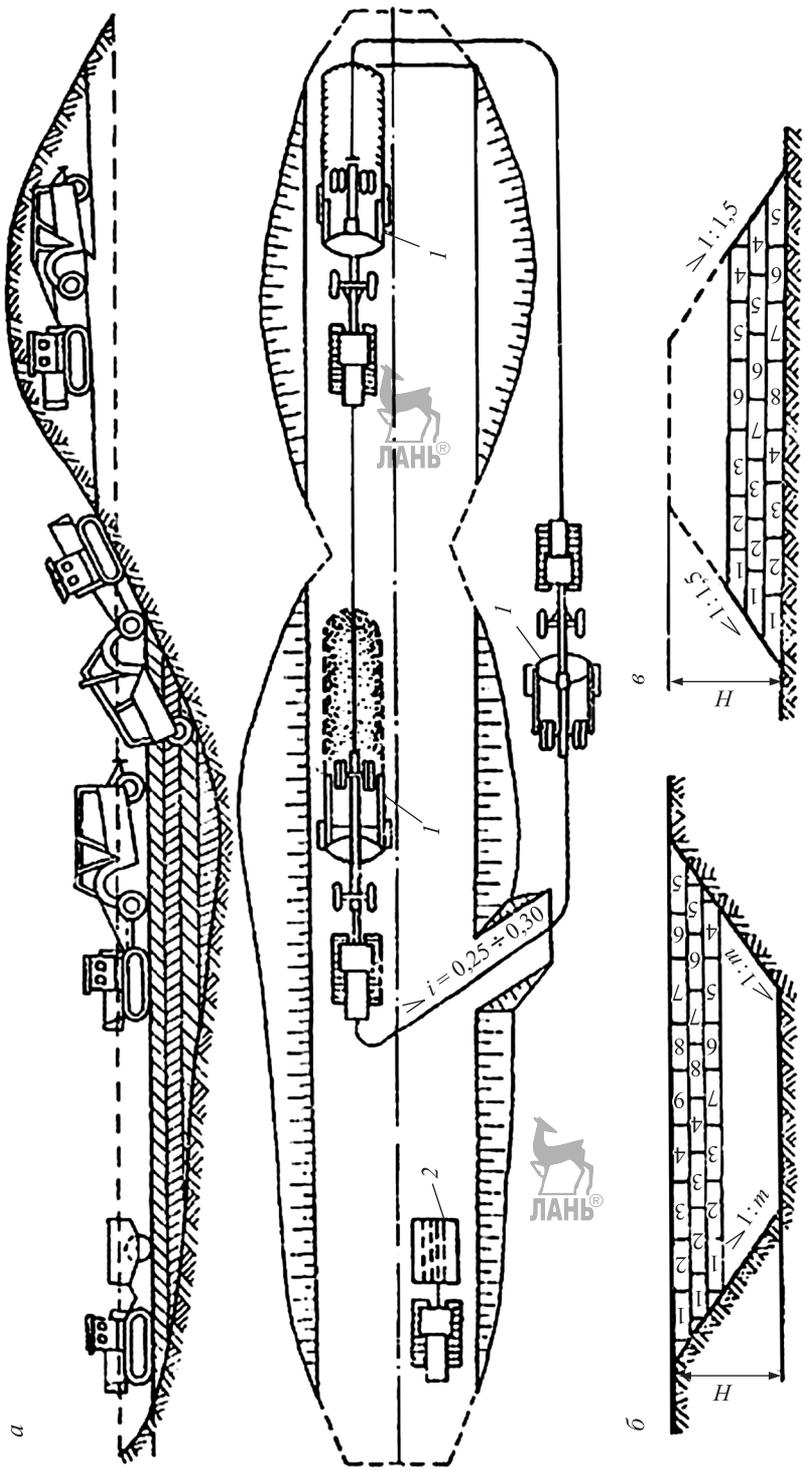


Рис. 6.15. Технологическая схема отсыпки насыпи земляного полотна из грунта выемки:  
 а — набор грунта в ковш скрепера в выемке, распределение грунта по поверхности отсыпаемых слоев, уплотнение грунта, возвращение скрепера в выемку для набора грунта; 1 — прицепной скрепер; 2 — прицепной пневмоколесный каток; б — разработка выемки скрепером; 1...9 — последовательный набор грунта в выемке по ярусам; в — отсыпка слоев насыпи; 1...8 — последовательная отсыпка грунта в насыпи по слоям; H — глубина выемки и высота насыпи

---

- разравнивание поверхности основания (если в основании залегают пылеватоглинистые грунты, поверхности основания придают двускатный профиль);

- уплотнение основания насыпи катком на пневматических шинах.

Растительный слой удаляют как с поверхности выемки, так и с основания насыпи. Для этого вначале рассчитывают ширину основания насыпи и ширину верха выемки. Отмеривают полученные величины от оси трассы и закрепляют колышками. Толщину срезаемого растительного слоя назначают по согласованию с землепользователем, например 15 см. Растительный слой грунта срезают бульдозером по поперечной схеме и складывают за пределами полосы отвода. В дальнейшем растительный грунт используют при укреплении резервов и откосов земляного полотна.

Основание под насыпь уплотняют катком за 10...12 проходов по одному следу. Перекрытие предыдущего следа при последующем проходе катка составляет 1/3 ширины следа. Движение катка осуществляют по круговой схеме. Коэффициент уплотнения основания под насыпь должен быть не ниже 0,98.

2. На второй захватке выполняют следующие технологические операции:

- разработку грунта в выемке с перемещением его в насыпь скрепером;
- распределение грунта ровным слоем по основанию или слою уплотненного грунта.

Цикл работы скрепера включает четыре операции: резание грунта (заполнение ковша), перемещение грунта, разгрузка ковша и холостой ход.

Набор грунта и выгрузку его на насыпи производят на ходу, при движении скрепера параллельно оси выемки или насыпи. Каждый слой насыпи отсыпают от бровки к оси продольными полосами. Длину пути, на котором осуществляется резание и набор грунта, принимают: для супесчаных грунтов – 20...30 м, легких суглинков – 40...50 м. Толщина слоя, срезаемого при наборе, зависит от вида грунта, а также от вместимости ковша скрепера (табл. 6.3).

Возведение насыпи выполняют прицепные скреперы с емкостью ковша 10 м<sup>3</sup>. Для быстрого заполнения ковша скрепера применяют трактор-толкач. Выемку разрабатывают по шахматно-ребристой схеме (рис. 6.16).

При отсыпке насыпи разгрузку ковша осуществляют с одновременным разравниванием грунта. Для этого опускают ковш и нож скрепера, устанавливают на высоте, равной толщине укладываемого слоя (в данном случае 0,3 м), поднимают до отказа заслонку и задней стенкой ковша выдавливают грунт. При отсыпке земляного полотна скрепером повышается начальная плотность грунта, вследствие чего при его уплотнении допускается сокращать число проходов катка до 35 %.

После разравнивания грунта поперечные уклоны поверхности отсыпанного слоя должны составлять 20...40‰.

3. На третьей захватке выполняют работы по уплотнению насыпи. Уплотнение грунта проводят при оптимальной влажности. Допускаемые отклонения: ±10% – для связных грунтов, ±20% – для несвязных. Уплотнение грунта выполняют прицепным катком на пневматических шинах и начинают после

отсыпки грунта, на половине длины захватки (см. рис. 6.3). Толщина отсыпанных слоев грунта и расчетное количество проходов машины зависят от вида грунта, типа применяемых грунтоуплотняющих машин и требуемого коэффициента уплотнения (см. табл. 6.2).

Таблица 6.3

Толщина слоя грунта в зависимости от вместимости ковша скрепера

Вместимость ковша скрепера, м <sup>3</sup>	Толщина слоя грунта, см			
	Песок	Супесь	Суглинок	Глина
6...7	30	25	20	14
10	30	30	25	18
15	35	35	30	22

Фактическое число проходов и рациональный режим работы грунтоуплотняющих машин устанавливают по результатам пробного уплотнения.

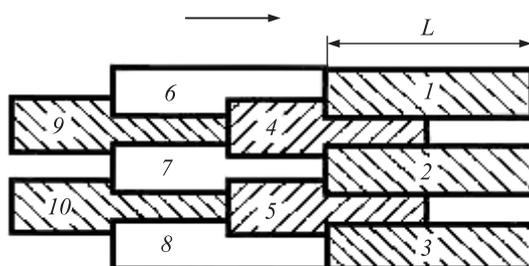


Рис. 6.16. Шахматно-ребристая схема разработки грунта скрепером:  
1...10 – очередность проходов; стрелкой указано направление движения скрепера

4. На четвертой захватке выполняют следующие технологические операции:

- планировку верха земляного полотна автогрейдером;
- планировку откосов насыпи и выемки автогрейдером;
- планировку дна выемки и устройство кювета в выемке автогрейдером;
- окончательное уплотнение земляного полотна катком на пневмошинах;
- перемещение и распределение растительного грунта на откосах земляного полотна и выемки.

## 6.5. Возведение насыпи

### земляного полотна из привозного грунта, разрабатываемого в карьере экскаватором

**Область применения.** Возведение насыпи земляного полотна из грунта карьера, разрабатываемого экскаватором, и транспортировка автомобилями-самосвалами в насыпь. Технология представлена с использованием материала технологической карты ТК 07-06-88.

В состав работ входят:

- подготовка основания насыпи;
- разработка сосредоточенного резерва;
- набор грунта ковшем экскаватора и погрузка его в кузов автомобиля-самосвала;
- доставка грунта на объект возведения насыпи земляного полотна;
- разгрузка грунта в кучи;
- послойное разравнивание грунта бульдозером;
- послойное уплотнение грунта катками;
- планировка верха и откосов земляного полотна автогрейдером;
- содержание землевозных дорог, а также въездов и съездов с насыпи.

**Технология возведения насыпи земляного полотна.** Работы по возведению земляного полотна из привозного грунта, разрабатываемого в карьере экскаватором, ведут поточным методом на трех захватках длиной 140...180 м каждая (рис. 6.17).

До начала отсыпки насыпи должны быть проведены подготовительные работы по удалению растительности на полосе отвода и снятию плодородного слоя с полосы, равной ширине насыпи понизу, плюс по 2 м с каждой стороны для прохода построечного транспорта. Освобожденная от растительности полоса выравнивается и уплотняется за 10...12 проходов катка на пневматических шинах.

Кроме того, такие же работы по удалению растительности выполняют на площади, отведенной под карьер. После обваловывания периметра карьера устраивают пионерную траншею экскаватором, оборудованным обратной лопатой. По траншее экскаватор, оборудованный прямой лопатой, спускается в забой и начинает разрабатывать грунт. Погрузка грунта осуществляется в кузов автомобиля-самосвала, который спускается в забой по пионерной траншее.

Транспортирование грунта автомобилями-самосвалами происходит по существующей сети подъездных дорог или по специально подготовленным для этого землевозным дорогам от карьера до строительного объекта. После этого осуществляют основные работы по возведению насыпи земляного полотна.

1. *На первой захватке* выполняют следующие технологические операции:

- отсыпку привозного грунта в виде куч;
- разравнивание привозного грунта полосой, толщина которой зависит от массы уплотняемого катка.

Для отсыпки грунта одновременно выполняют экскаваторные работы по разработке грунта в карьере, погрузке его в кузов автомобиля-самосвала и работы по доставке грунта на объект строительства. Разработку грунтового карьера экскаваторами с прямой лопатой производят по схеме лобового забоя (рис. 6.18).

Глубину первой пионерной траншеи определяют из условия погрузки грунта в автомобиль-самосвал при использовании наибольшей высоты выгрузки, обеспечивающей расположение ковша экскаватора над кузовом автомобиля (рис. 6.19).

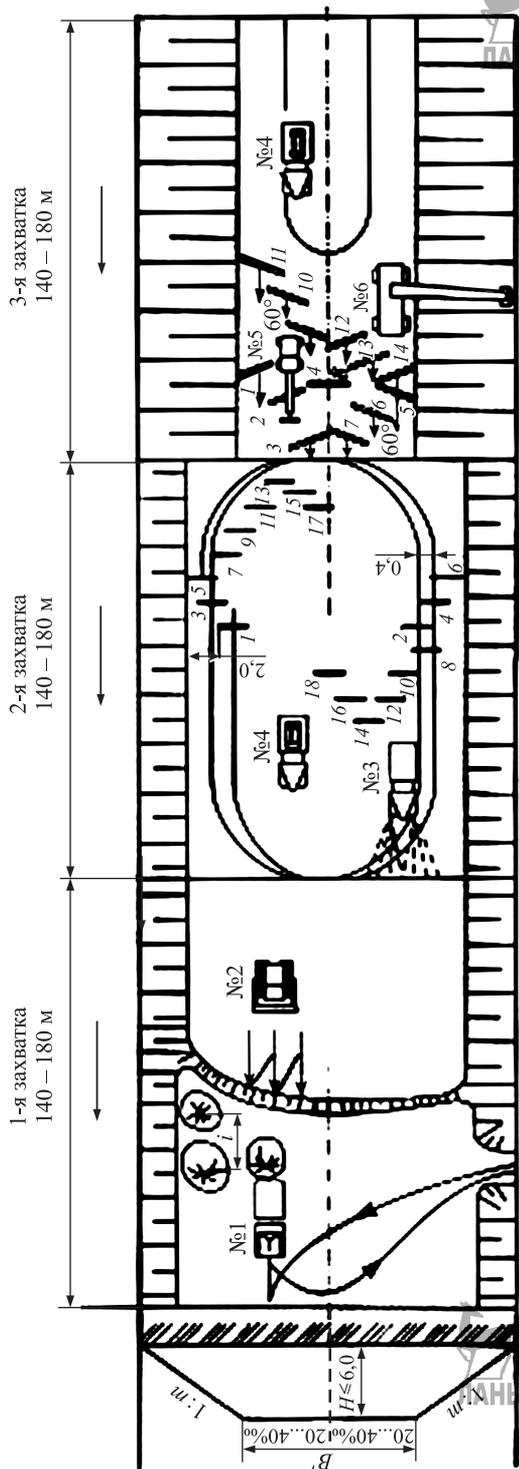


Рис. 6.17. Технологическая схема отсыпки насыпи земляного полотна из привозного грунта, разрабатываемого в карьере экскаватором: 1-я захватка – доставка грунта и выгрузка в виде куч; №1 – автомобиль-самосвалы; №2 – выравнивание грунта бульдозером; 2-я захватка – увлажнение грунта; №3 – поливочная машина; №4 – уплотнение грунта катком на пневмошинах; 3-я захватка – планировка верха земляного полотна; №4 – окончательное уплотнение; №5 – автогрейдер; №6 – срезка излишка грунта с откосов экскаватором с планировочным ковшом; 1...18 – порядок проходов машин

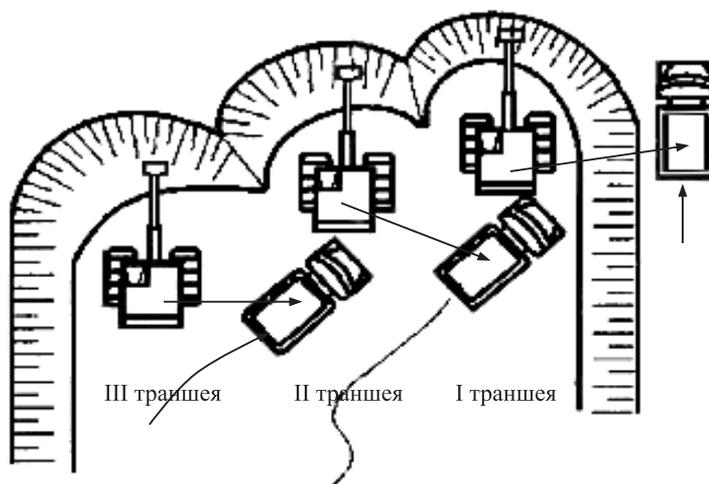


Рис. 6.18. Разработка карьера экскаватором с прямой лопатой лобовым забоем

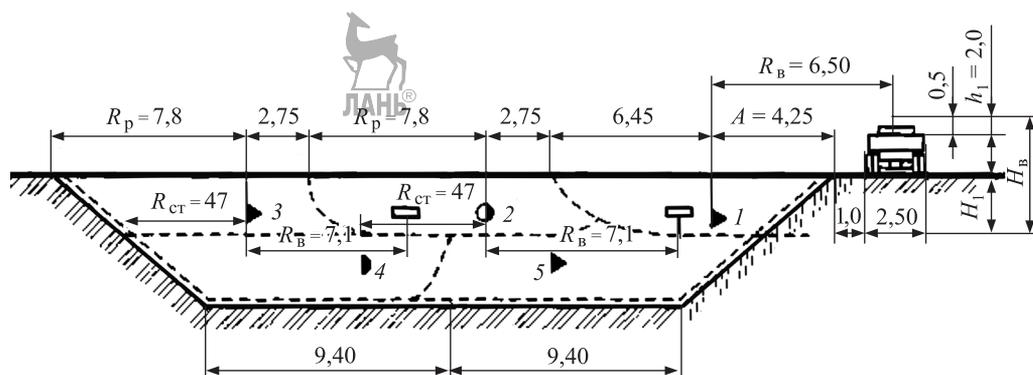


Рис. 6.19. Сечение грунтового карьера (размеры в м):

$R_p$  – наибольший радиус резания;  $R_в$  – наибольший радиус выгрузки;  $R_{ст}$  – радиус резания на уровне стояния гусениц;  $H_в$  – наибольшая высота выгрузки;  $A$  – расстояние от кромки разрабатываемой траншеи до оси прохода экскаватора;  $H_1$  – глубина пионерной траншеи;  $h_1$  – высота кузова автомобиля; 1...5 – последовательное перемещение места расположения экскаватора на ярусах

При разработке второй и последующих траншей ось забоя располагается на расстоянии наибольшего радиуса выгрузки от оси движения автомобиля-самосвала. При разработке следующего нижнего яруса автомобили-самосвалы размещаются на уровне основания первого яруса, и далее операции повторяются по мере углубления карьера.

Рабочий цикл экскаватора с прямой лопатой включает следующие операции:

- 1) копание грунта (движение стрелы, рукояти и ковша);
- 2) поворот на разгрузку (поворот платформы со всем рабочим оборудованием);
- 3) разгрузка (открыванием днища ковша или поворотом ковша относительно рукояти);

- 4) поворот в забой;
- 5) опускание стрелы и рукояти с ковшом на подошву забоя.

Транспортировку грунта из карьера в насыпь производят автомобилями-самосвалами. Количество транспортных средств, необходимых для перевозки грунта, определяют в результате расчета. Грунт выгружают через каждые 5 м вдоль насыпи и через каждые 5 м по ее ширине (рис. 6.20).

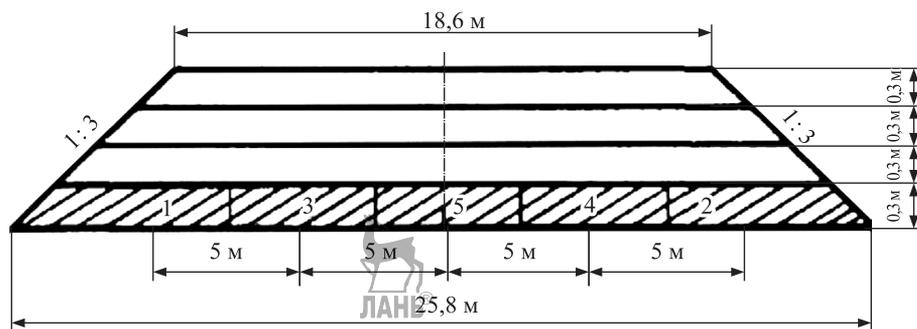


Рис. 6.20. Схема разгрузки грунта в насыпь

2. На второй захватке выполняют следующие технологические операции:
  - увлажнение привозного грунта до оптимальной влажности;
  - уплотнение грунта катками на пневматических шинах.

Уплотнять грунт следует при оптимальной влажности. При недостаточной влажности грунт увлажняют с помощью поливовой машины.

Грунт уплотняют слоями толщиной 0,3 м последовательными круговыми проходами катка по всей ширине насыпи за десять проходов по одному следу (см. рис. 6.3). Первые два прохода катка на пневматических шинах выполняют на расстоянии 2 м от бровки насыпи, а затем, смещая проходы на 1/3 ширины следа в сторону бровки, уплотняют края насыпи, не доходя 0,3...0,5 м до откоса. После этого продолжают уплотнение центральной части насыпи. Каждый последующий проход по одному следу начинают после перекрытия предыдущими проходами всей ширины земляного полотна.

При оптимальной влажности грунта для достижения коэффициента уплотнения 0,95 ориентировочно назначают 6...8 проходов катка для связных и 4...6 проходов для несвязных грунтов; для достижения коэффициента уплотнения 0,98 назначают 8...12 проходов для связных и 6...8 проходов для несвязных грунтов. Необходимое количество проходов катка по одному следу уточняют пробным уплотнением.

3. На третьей захватке выполняют следующие технологические операции:
  - срезку излишка грунта с откосов и их планировку;
  - профилирование верха земляного полотна;
  - окончательное уплотнение катком на пневматических шинах;
  - перемещение растительного грунта на откосы с посевом трав.

Откосы насыпи планируют за два прохода автогрейдера по одному следу при его движении непосредственно по откосу (при крутизне откосов не менее 1:3) (рис. 6.21).

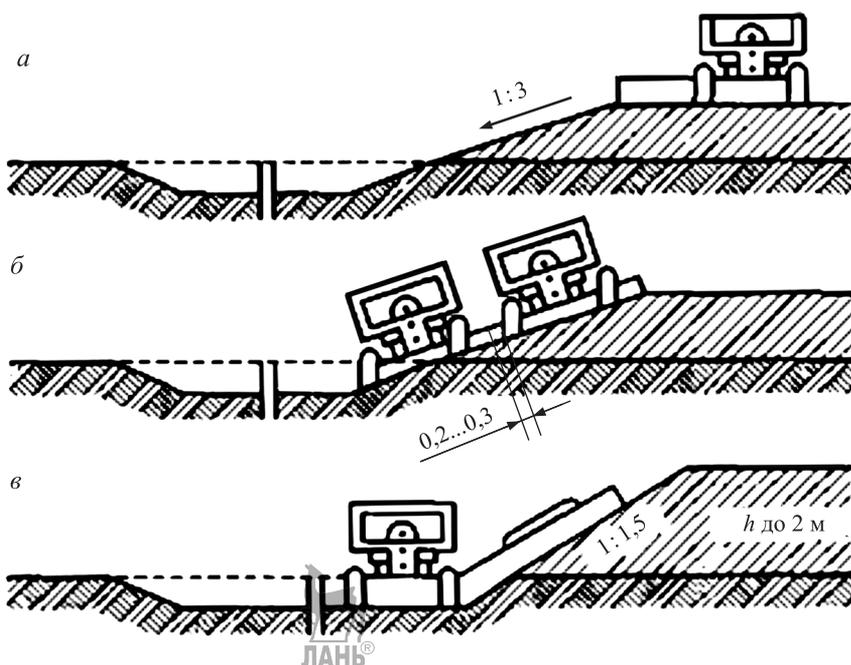


Рис. 6.21. Схема планировки земельного полотна и откоса автогрейдером:  
 а – планировка верха земельного полотна; б – планировка откосов крутизной 1:3; в – планировка откосов крутизной 1:1,5 и высотой земельного полотна до 2 м

Верх земельного полотна планируют путем последовательных проходов автогрейдера, начиная от краев с постепенным смещением к середине (рис. 6.22). Перекрытие следов составляет 0,5...0,6 м. Работы проводят по кольцевой схеме, выполняя грубую планировку, выравнивание и профилирование и окончательную планировку по проектным отметкам.

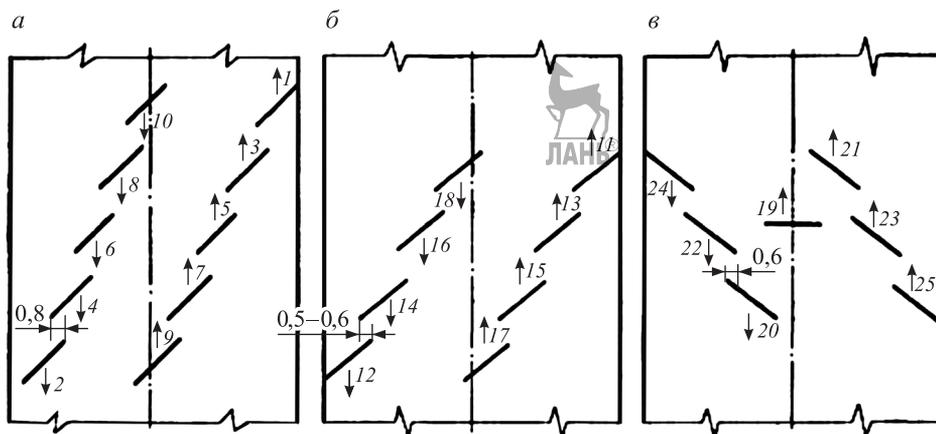


Рис. 6.22. Схемы прохода автогрейдера при планировке земельного полотна:  
 а – грубая планировка; б – выравнивание и придание поперечного профиля; в – окончательная планировка по проектным отметкам; 1...25 – номера проходов

## 6.6. Возведение насыпи земляного полотна высотой более 6 м из привозного грунта, разрабатываемого в карьере экскаватором

**Область применения.** Возведение насыпи земляного полотна при высоте насыпи более 6 м из привозного грунта. К сосредоточенным работам по строительству земляного полотна относятся работы с объемом, превышающим средний объем на одном километре в 3 и более раза. Ведущей машиной при данных работах является экскаватор.

До возведения земляного полотна необходимо:

- восстановить и закрепить трассу дороги и полосу отвода;
- расчистить территорию в пределах полосы отвода от растительности, пней и валунов;
- произвести разбивку земляного полотна и грунтового карьера;
- устроить временные землевозные дороги для транспортирования грунта;
- устроить съезды в забой и выезды из него;
- обеспечить отвод поверхностных и грунтовых вод от забоя.

В состав основных работ по возведению насыпи входят:

- разработка грунта в карьере и доставка его на объект строительства;
- отсыпка грунта в виде куч;
- разравнивание грунта в насыпи;
- уплотнение грунта;
- срезка излишков грунта с откосов;
- планировка верха и откосов земляного полотна;
- окончательное уплотнение верха земляного полотна.

**Технология возведения насыпи земляного полотна.** Работы по возведению земляного полотна из привозного грунта, разрабатываемого в карьере экскаватором, ведутся поточным методом на трех захватках. Длина захватки корректируется в зависимости от высоты насыпи (объема земляных работ). Технологическая схема возведения высоких насыпей такая же, как и в технологии возведения насыпи, изложенной в подразделе 6.5, и соответствует схеме, изображенной на рис. 6.17. Различие этих технологий заключается в особенностях применяемых грунтов и их расположения в слоях насыпи.

При возведении высоких насыпей земляного полотна необходимо придерживаться правила отсыпки насыпи из однородных грунтов. При невозможности выполнения этого условия необходимо руководствоваться следующими положениями:

- менее дренирующие грунты располагают в нижних слоях, более дренирующие – в верхних слоях насыпи;
- поверхность недренирующего грунта при укладке по нему слоя дренирующего грунта должна иметь поперечный уклон 40 ‰;
- при расположении недренирующего грунта над дренирующим поверхность контакта устраивается горизонтальной;

• применение легких пылеватых суглинков и тяжелых пылеватых супесей (приложение 5, табл. П.5.3), относящихся к сильно пучинистым грунтам с величиной относительного морозного пучения от 7 до 10 % (табл. П.5.5, табл. П.5.8), допускается только в нижних слоях насыпи;

• верхнюю часть насыпи на высоту 1,2 м отсыпают из песчаных и легких супесчаных грунтов, относящихся к непучинистым грунтам с величиной относительного морозного пучения до 2 % (табл. П.5.5);

• беспорядочная отсыпка грунтов в насыпь не допускается.

При высоте насыпи более 6 м откос земляного полотна имеет два заложения:

• верхняя часть насыпи толщиной 6 м имеет более крутое заложение (например, 1 : 1);

• нижняя часть насыпи, равная разности между высотой насыпи и шестью метрами, имеет более пологое заложение (например, 1 : 2);

• для увеличения устойчивости откоса и облегчения работ по их содержанию на откосе устраивают бермы шириной 2,5...3 м.

Влажность пылеватоглинистых разновидностей грунтов (табл. П.5.3) при возведении насыпей не должна превышать 1,1 от оптимальной влажности.

Для въезда дорожных машин и автомобилей-самосвалов на насыпь и съезда с нее устраивают пологие съезды.

1. *На первой захватке* выполняют следующие технологические операции:

• отсыпку грунта в насыпь автомобилями-самосвалами;

• разравнивание грунта бульдозером.

Для отсыпки земляного полотна применяют грунт, разрабатываемый в сосредоточенном карьере экскаваторами. Транспортировку грунта в насыпь осуществляют автомобилями-самосвалами. Количество автомобилей определяют расчетным путем в зависимости от дальности транспортировки.

Выгружают грунт из автомобилей-самосвалов в кучи. Бульдозером разравнивают грунт в насыпи слоями толщиной 0,3 м. Ширину отсыпки слоя насыпи принимают на 0,5 м больше ширины насыпи с каждой стороны. Это необходимо для уплотнения краевых полос, которые при отделке земляного полотна срезаются.

Бульдозер перемещается по челночной схеме от оси насыпи к краям. Перекрытие следов составляет 0,4...0,6 м.

2. *На второй захватке* выполняют работы по уплотнению земляного полотна. Грунт уплотняют катком на пневматических шинах по всей ширине насыпи.

При недостаточной влажности грунт увлажняют с помощью поливочной машины. Отклонение влажности от допускаемой составляет:  $\pm 10\%$  – для связных грунтов;  $\pm 20\%$  – для несвязных грунтов. Переувлажненные грунты необходимо просушить.

Требуемый коэффициент уплотнения грунта:

• 0,95...0,98 – в нижних слоях земляного полотна;

• 0,98...1,0 – в верхних слоях.

Число проходов катка ориентировочно назначают: для связных грунтов – 6...10; для несвязных грунтов – 4...8.

3. *На третьей захватке* выполняют следующие технологические операции:

- планировку верха земляного полотна автогрейдером;
- окончательное уплотнение верха земляного полотна катком на пневматических шинах;
- срезку излишков грунта с откосов экскаватором;
- планировку откосов экскаватором.

Планировку верха земляного полотна проводят автогрейдером по кольцевой схеме за четыре прохода по одному следу с разворотом на соседних захватках.

Срезку грунта и планировку откосов выполняют экскаватором-драглайном с верхней стоянки. Срезанный грунт автомобилями-самосвалами вывозится в отсыпаемую часть насыпи. Экскаватор перемещается вдоль бровки откоса на расстоянии 2...2,5 м от нее.

Окончательное уплотнение верха земляного полотна осуществляют катком за четыре прохода по одному следу.

## 6.7. Устройство земляного полотна в выемке глубиной более 5 м

**Область применения.** Устройство земляного полотна в выемке глубиной более 5 м экскаватором, оборудованным прямой лопатой. В разделе использованы положения, изложенные в технологической карте ТК 07-15-88 на устройстве выемки глубиной более 5 м.

До возведения земляного полотна необходимо:

- разметить полосу отвода;
- очистить полосу отвода от растительности;
- разметить ширину выемки поверху с учетом глубины выемки и заложения откосов;
- устроить временные землевозные дороги для транспортирования грунта;
- обеспечить отвод поверхностных и грунтовых вод от забоя.

В состав работ входят:

- удаление плодородного слоя грунта с ширины выемки поверху и дополнительно по 2 м с каждой стороны;
- разработка грунта и погрузка его в транспортные средства;
- планировка верха земляного полотна и откосов;
- нарезка кюветов;
- снятие недобора;
- планировка и уплотнение верха земляного полотна.

**Технология устройства земляного полотна в выемке.** Работы по устройству выемки глубиной 5 и более метров экскаватором ведут на трех захватках (рис. 6.23).

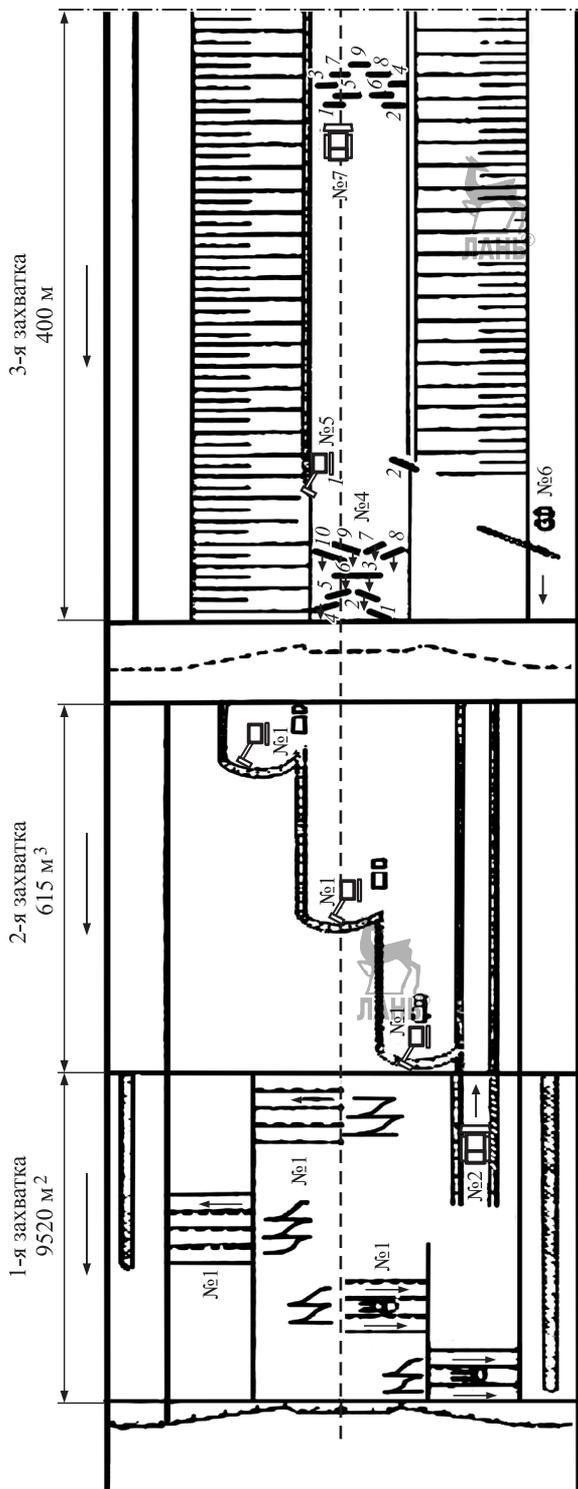


Рис. 6.23. Технологическая схема устройства земляного полотна в выемке:

1-я захватка: № 1 — удаление слоя растительного грунта бульдозером; № 2 — устройство пионерной траншеи бульдозером; 2-я захватка: № 1 — разработка грунта экскаватором в выемке с погрузкой в автомобили-самосвалы; 3-я захватка: № 4 — планировка верха земляного полотна автогрейдером; № 5 — устройство кюветов автогрейдером; № 6 — планировка откосов экскаватором; № 7 — уплотнение земляного полотна катком на пневматических шинах; 1...10 — последовательность проходов машин

1. На первой захватке выполняют следующие работы:

- удаление растительного слоя грунта бульдозером;
- устройство пионерной траншеи бульдозером.

Удаление растительного грунта выполняют бульдозером по поперечной схеме (рис. 6.24). Растительный грунт срезают отвалом бульдозера, перемещают на край полосы отвода и обваловывают. В дальнейшем его используют для распределения на откосах для укрепления их устойчивости корневой системой многолетних трав.

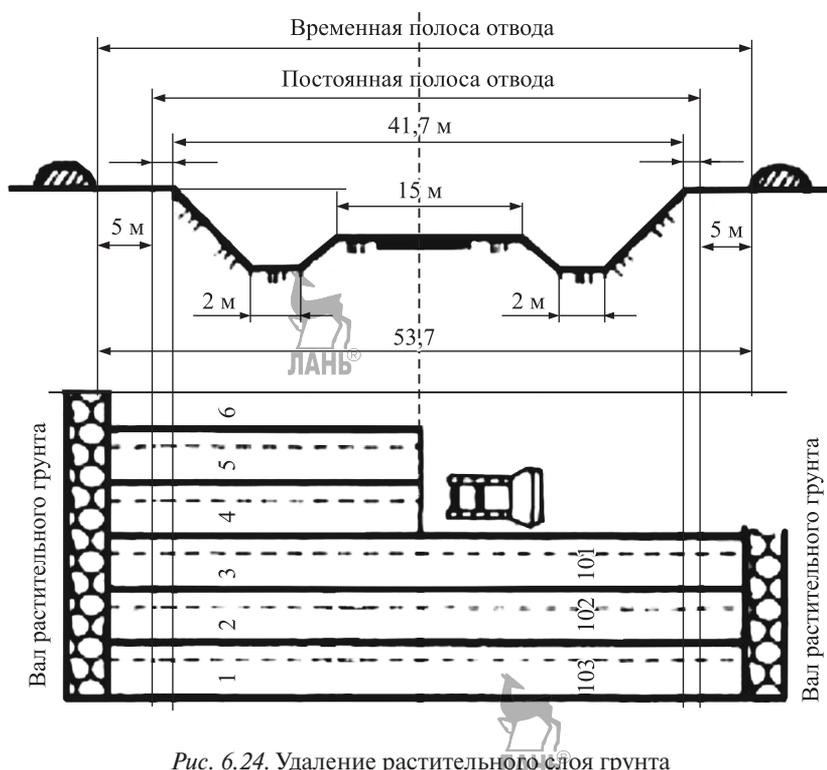


Рис. 6.24. Удаление растительного слоя грунта

Выемку начинают разрабатывать бульдозером, перемещая грунт волоком из выемки в насыпь. Технология работ описана в подразделе 6.2. По мере увеличения глубины разработки в работу подключается экскаватор, оборудованный прямой лопатой, который формирует пионерную траншею. На каждом ярусе стоянки экскаватора боковые края выемки разрабатывают с учетом заложения откоса. Ширина пионерной траншеи понизу соответствует ширине земляного полотна данной технической категории плюс двойная ширина кювета поверху. В случаях, предусмотренных проектом, дополнительно могут учитывать двойную ширину берм. Для обеспечения отвода воды пионерной траншее придают продольный уклон в сторону начала разработки. Грунт из траншеи бульдозер перемещает в близлежащую насыпь на расстояние до 50 м.

2. На второй захватке экскаватор разрабатывает грунт продольными проходами с погрузкой в транспортные средства. Экскаватор начинает разработку грунта с начала пионерной траншеи, расширяя ее на максимально возможную величину в зависимости от длины рукояти. Погрузку грунта осуществляют в кузов автомобиля-самосвала, который движется вслед за экскаватором по пионерной траншее. Подъезд к экскаватору автомобиль выполняет задним ходом (рис. 6.25).

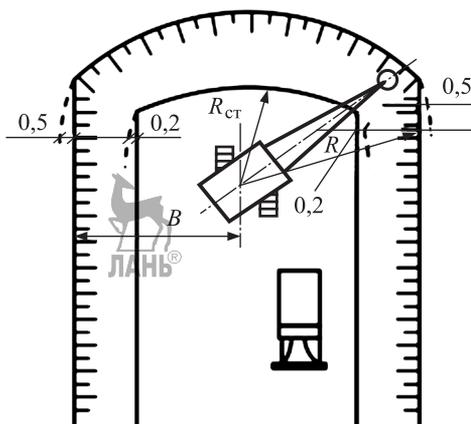


Рис. 6.25. Разработка выемки при первом проходе экскаватора

Основание траншеи, пригодное для движения автомобилей, выравнивает и частично уплотняет бульдозер.

Грунт в выемке разрабатывают с недобором для предотвращения нарушения структуры грунта в основании. Допускаемый недобор грунта при разработке выемки экскаватором – 0,2 м.

3. На третьей захватке производят работы по окончательной планировке земляного полотна, нарезке кюветов, планировке откосов выемки и уплотнению земляного полотна.

Планировку верха земляного полотна выполняют автогрейдером за четыре прохода по одному следу по челночной схеме. Перекрытие следов при планировке – 0,4...0,5 м. Откосы выемки планируют экскаватором, оборудованным планировочным ковшом. Планировку начинают с верхней части откоса, затем планируют нижнюю часть.

Кюветы нарезают автогрейдером за четыре прохода по длине захватки. Глубина кювета – не менее 0,5 м.

Уплотнение верха земляного полотна производят катком на пневматических шинах за четыре прохода по одному следу по кольцевой схеме со смещением полос уплотнения от краев полотна к его оси и перекрытием следов на 1/3.

## 6.8. Возведение насыпи земляного полотна на болоте I типа глубиной менее 4 м с полным выторфовыванием

**Область применения.** Возведение насыпи земляного полотна высотой до 4 м на осушенных болотах I типа с полным выторфовыванием. Данный раздел разработан с использованием положений, изложенных в технологической карте ТК 07-10-88 на возведение земляного полотна на болотах I типа с полным выторфовыванием. Ведущая машина – экскаватор-драглайн.

До возведения земляного полотна на болоте необходимо:

- произвести разбивочные работы полосы отвода и ширины насыпи понизу;

- очистить территорию в пределах полосы отвода от леса, пней;
- определить место складирования торфа;
- устроить подъезды от карьера к месту производства работ.

В состав работ входят:

- выторфовывание;
- засыпка траншеи грунтом способом «с головы»;
- уплотнение грунта в траншее;
- доставка грунта из карьера для отсыпки насыпи и его выгрузка на грунт насыпанной траншеи;

- послойное разравнивание грунта на насыпи;
- послойное уплотнение грунта;
- планировка откосов;
- планировка верха земляного полотна;
- уплотнение верха земляного полотна.

**Технология возведения насыпи земляного полотна на болоте I типа с полным выторфовыванием.** Выторфовывание выполняют экскаватором-драглайном с устройством продольной траншеи шириной, равной ширине основания насыпи, и глубиной, равной толщине слоя торфа до минерального дна (рис. 6.26).

Заполнение траншеи выполняют следующими грунтами:

- при наличии грунтовых вод:
  - песчаными, гравелистыми и щебеночными – ниже уровня грунтовых вод;
  - местными привозными грунтами (из карьера) – выше уровня грунтовых вод;
  - разрывы между устройством подводной и надводной частями земляного полотна не допускаются;

- при отсутствии грунтовых вод:
  - местными привозными грунтами (из карьера).

Работы по возведению земляного полотна на болоте ведут на трех захватках. Длина первой и второй – 20...25 м, третьей – 150...200 м.

1. *На первой захватке* выполняют следующие технологические операции:

- устройство продольной траншеи экскаватором-драглайном;
- засыпку грунта в траншею и разравнивание его бульдозером;
- уплотнение грунта в траншее экскаватором с трамбуемой плитой.

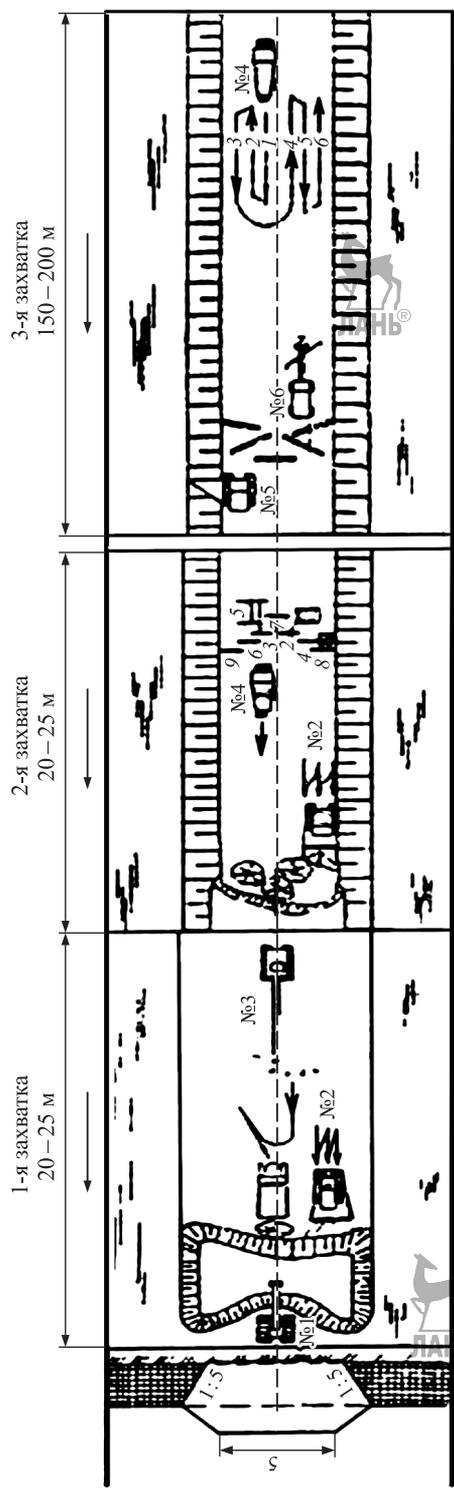


Рис. 6.26. Технологическая схема сооружения земляного полотна на болоте при полном выторфовывании:

1-я захватка: № 1 – разработка торфа экскаватором-драглайном; № 2 – засыпка траншеи и разравнивание грунта бульдозером; № 3 – уплотнение грунта трамбующей плитой на экскаваторе; 2-я захватка: № 2 – выгрузка привозного грунта в виде куч и разравнивание их бульдозером; № 4 – уплотнение грунта катком; 3-я захватка: № 4 – уплотнение грунта; № 5 – срезка грунта с откосов и планировка откосов; № 6 – планировка верха земляного полотна

Под насыпь способом «на себя» разрабатывают одну продольную траншею экскаватором-драглайном на уширенных гусеницах или экскаватором, установленным на деревянные щиты, который перемещается по поверхности болота. Экскаватор укладывает торф из траншеи на расстоянии от края траншеи, равном максимальному радиусу выгрузки. Торф, вынутый из траншеи, распределяют ровным слоем вдоль траншеи с помощью бульдозера на уширенных гусеницах (рис. 6.27).

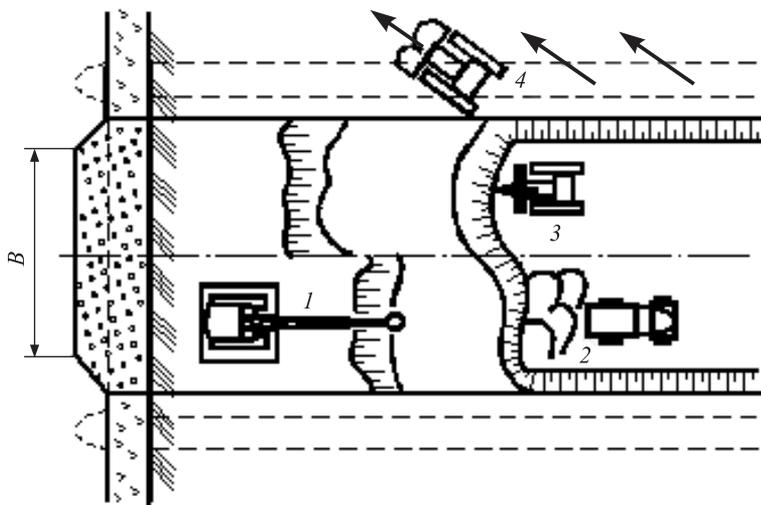


Рис. 6.27. Выторфовывание способом «на себя» с засыпкой траншеи:  
1 – экскаватор; 2 – доставка грунта автомобилями-самосвалами; 3 – сдвиг грунта в траншею бульдозером;  
4 – разравнивание торфа бульдозером на уширенных гусеницах

Крутизна откосов траншеи выторфовывания при устройстве ее экскаватором-драглайном – 1:0,5.

Работы по заполнению траншеи грунтом ведут способом «с головы». Траншею заполняют песком от середины к краям на всю ширину и высоту сразу после разработки ее экскаватором. Засыпку траншеи песком и последующее его разравнивание выполняют челночными проходами бульдозера.

Песок доставляют автомобилями-самосвалами и выгружают на расстоянии 5 м от края траншеи. Самосвалы для выгрузки разворачиваются на насыпи или на специально устроенных площадках и подаются к месту выгрузки грунта задним ходом.

Уплотнение выполняют экскаватором с трамбуемой плитой, который перемещается вдоль оси дороги (рис. 6.28). Полоса уплотнения равна ширине трамбуемой плиты; перекрытие следов от предыдущих ударов составляет 0,2...0,5 ширины плиты. Первые удары плиты делают с высоты, равной 0,5 высоты подъема плиты, последние – с высоты 2 м. Масса трамбуемой плиты – 1,5 т, количество ударов по одному месту – 4.

2. На второй захватке выполняют следующие технологические операции:

- разравнивание бульдозером грунта на насыпи слоями по 0,3 м;
- уплотнение слоя грунта самоходным катком на пневмошинах.

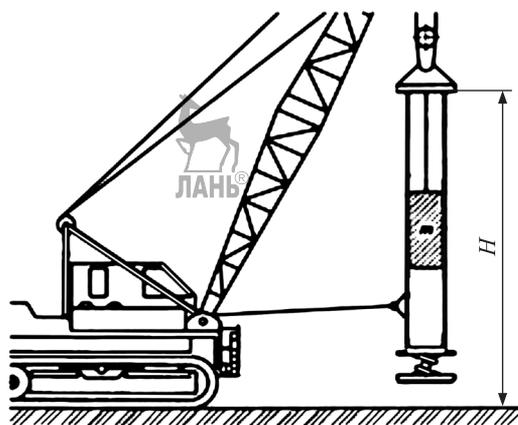


Рис. 6.28. Трамбующая плита на экскаваторе

Грунт, завозимый для отсыпки верхней части насыпи, выгружают из автомобиля-самосвала в шахматном порядке на отсыпанную ранее часть насыпи.

Разравнивание грунта на насыпи выполняют челночными проходами бульдозера. Возвращается бульдозер к началу захватки задним ходом с опущенным отвалом, которым бульдозер частично уплотняет грунт.

Уплотнение выполняют при оптимальной влажности грунта катком на пневматически шинах за десять проходов по одному следу по челночной схеме.

3. На третьей захватке выполняют следующие технологические операции:

- срезку лишнего грунта и планировку откосов откосопланировщиком;
- планировку верха земляного полотна автогрейдером;
- окончательное уплотнение земляного полотна катком на пневматических шинах.

Планировку откоса земляного полотна выполняют путем срезки лишнего грунта с откоса откосопланировщиком. Трактор с откосопланировщиком передвигается по круговой схеме, планируя откосы с обеих сторон насыпи.

Планировку верха земляного полотна выполняют автогрейдером за четыре прохода по одному следу. Работы организуют по челночной схеме с задним холостым ходом автогрейдера. По окончании планировки поверхность заглаживают тыльной стороной отвала автогрейдера, идущего задним ходом; отвал при этом должен быть расположен перпендикулярно к направлению движения автогрейдера.

Уплотнение верха земляного полотна производят катком за четыре прохода по одному следу.

## 6.9. Возведение насыпи земляного полотна на болоте I и II типов глубиной более 4 м с частичным выторфовыванием

**Область применения.** Возведение насыпи земляного полотна высотой до 3 м на болотах I и II типов (при толщине торфа более 4 м) с частичным выторфовыванием способом «от себя» по поперечной схеме продольной траншеи, при которой экскаватор разрабатывает продольную траншею с двух стоянок, перемещаясь поперек траншеи. Данный раздел составлен с использованием положений, изложенных в технологической карте на возведение земляного полотна на болотах I и II типов с частичным выторфовыванием. Ведущей машиной является экскаватор-драглайн.

Частичное выторфовывание выполняют одним из трех способов (рис. 6.29):  
1) с устройством продольных прорезей (при глубине торфа 3 м);

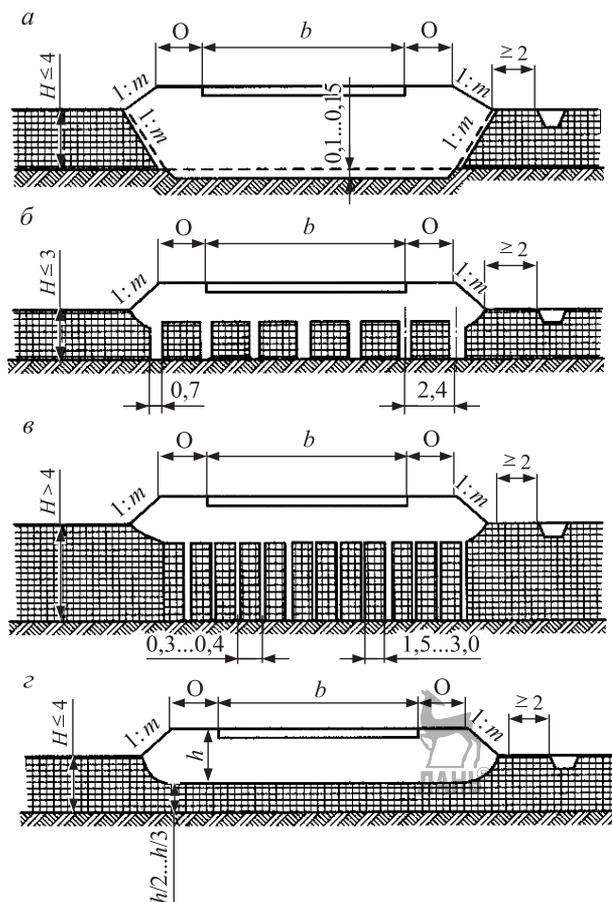


Рис. 6.29. Конструкции поперечных профилей земляного полотна на болоте:  
а – насыпь при полном выторфовывании; б – насыпь с продольными прорезями; в – насыпь с песчаными дренами; г – насыпь с частичным удалением торфа

- 2) с устройством вертикальных дрен (при глубине торфа более 4 м);
- 3) с частичным удалением слоя торфа (при глубине торфа 4 м и более).

Данная технология рассматривает третий вариант, т.е. частичное удаление торфа, при котором в качестве основания остается слой торфа, составляющий половину или треть всей толщины слоя торфа (рис. 6.29, з).

До возведения земляного полотна на болоте необходимо:

- произвести разбивочные работы полосы отвода и ширины насыпи понизу;
- очистить территорию в пределах полосы отвода от леса, пней;
- устроить подъезды от карьера к месту производства работ.

В состав работ входят:

- выторфовывание;
- доставка и засыпка траншеи грунтом;
- предварительное уплотнение бульдозером при его челночных проходах по поверхности засыпанной траншеи;
- доставка грунта для насыпи;
- послойное разравнивание грунта на насыпи;
- послойное уплотнение грунта пневмокатком;
- планировка откосов;
- планировка верха земляного полотна;
- окончательное уплотнение верха земляного полотна.

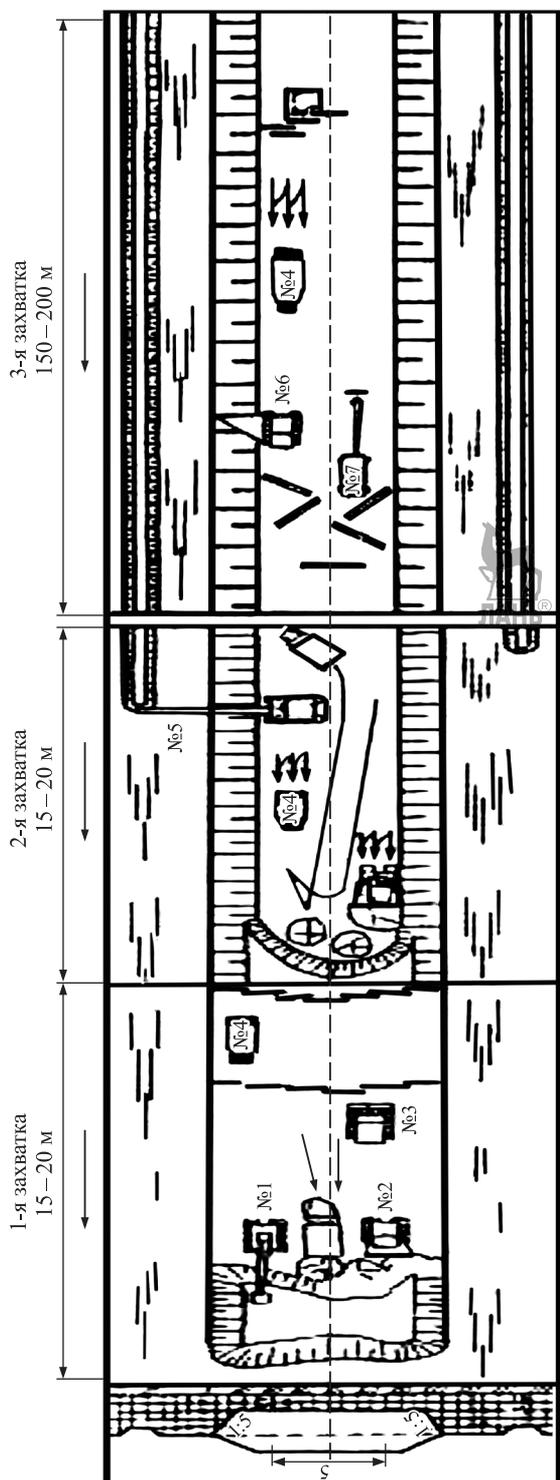
**Технология возведения насыпи земляного полотна на болоте I и II типов с частичным выторфовыванием** (рис. 6.30). Выторфовывание выполняют экскаватором-драглайном по схеме «от себя». Эту схему выторфовывания применяют, когда несущая способность торфа недостаточна для безопасной работы техники. Вся ширина траншеи разбивается на две равные части по оси траншеи. С одной стоянки экскаватор извлекает торф с половины траншеи, после чего перемещается в поперечном направлении на следующую стоянку и извлекает торф со второй половины траншеи. В это время доставляемый грунт бульдозером сдвигается в траншею на первой стоянке экскаватора. После извлечения торфа из траншеи на второй стоянке экскаватор перемещается на насыпь первой стоянки и продолжает разрабатывать грунт в продольном направлении (рис. 6.31).

Виды грунтов и порядок заполнения траншеи с учетом наличия и отсутствия грунтовых вод указаны в подразделе 6.8.

Работы по возведению земляного полотна на болоте ведут на трех захватках. Длина первой и второй — 15...20 м, третьей — 150...200 м.

1. *На первой захватке* выполняют следующие технологические операции:

- устройство траншеи экскаватором-драглайном;
- доставка грунта из сосредоточенного резерва (карьера) автомобилями-самосвалами;
- засыпка траншеи грунтом бульдозером;
- уплотнение грунта в траншее челночными проходами бульдозера по поверхности засыпанной траншеи.



*Рис. 6.30. Технологическая схема устройства земляного полотна на болоте I и II типов с частичным выгорфовыванием:*  
 1-я захватка: № 1 – разработка грунта в траншее экскаватором-драглайном с погрузкой в кузов автомобильной-самосвалов; № 2 – засыпка траншеи привозным грунтом бульдозером; № 3 – уплотнение грунта грунтоуплотняющей машиной; № 4 – доуплотнение грунта самоходным катком; 2-я захватка: № 4 – уплотнение грунта катком (уплотнение грунта катком с балластом); № 5 – отсыпка насыпи и разравнивание грунта бульдозером; устройство водопонижающих траншей; 3-я захватка: № 4 – уплотнение верхнего земляного полотна катком с балластом; № 6 – срезка грунта с откосов откосопланировщиком; № 7 – планировка верхнего земляного полотна автогрейдером

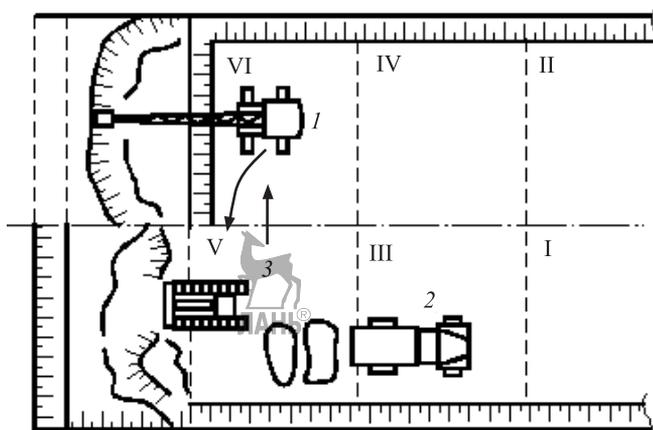


Рис. 6.31. Сооружение насыпи способом «от себя» поперечными проходами:  
 1 – разработка торфа экскаватором; 2 – подвоз грунта автомобилями-самосвалами; 3 – засыпка траншеи бульдозером; I–VI – порядок разработки захваток

При отсутствии грунтовых вод и твердой консистенции торфа при уплотнении может применяться грунтоуплотняющая машина (см. рис. 6.28), которая является самоходным агрегатом вибрационного или ударного действия (кроме катков), предназначена для уплотнения грунтовых масс, отсыпанных толстым слоем, и выполняет процесс уплотнения путем вибрирования, трамбования, вибрирования с трамбованием.

Траншею под насыпь устраивают способом «от себя», при этом экскаватор располагают на расстоянии 0,5 м от края разрабатываемой траншеи. Экскаватор передвигается от одного края насыпи к другому в поперечном направлении, вынутый торф загружают в автомобили-самосвалы и вывозят в кавальер.

Грунт для засыпки траншеи разрабатывают в сосредоточенном резерве (карьере). При разработке карьера выполняют весь цикл работ, связанный с эксплуатацией карьера: вскрышные работы, ярусная (террасная) разработка грунта, устройство пионерных траншей и забоев, содержание временных путей движения автомобилей, водопонижающие мероприятия и т.д.

Доставленный грунт автомобили самосвалы выгружают на расстоянии 5 м от края траншеи в виде куч. Разгрузку автомобилей-самосвалы выполняют при подаче к траншее задним ходом. После разгрузки автомобиль-самосвал подъезжает к экскаватору и встает под погрузку торфа. Работа автомобилей-самосвалов происходит по круговой схеме: *загрузка торфа* → *доставка торфа в кавальер* → *разгрузка торфа* → *перемещение в карьер* → *загрузка грунта* → *перемещение на объект строительства* → *разгрузка грунта* → *перемещение к экскаватору под погрузку торфа* (далее цикл повторяется).

Траншею заполняют грунтом на всю ширину и толщину удаляемого торфа сразу после устройства ее экскаватором.

Засыпку траншеи грунтом выполняют способом «с головы» до уровня выше поверхности болота на 0,5 м. Завершив отсыпку части насыпи, находящейся

на уровне поверхности болота, ее уплотняют бульдозером за 4...6 проходов по одному следу или грунтоуплотняющей машиной за два прохода по одному следу вдоль насыпи, начиная от краев с постепенным смещением к середине и перекрытием следа от предыдущего прохода на 0,5 м.

2. На второй захватке выполняют следующие технологические операции:

- разравнивание грунта на насыпи слоями толщиной 0,3...0,4 м бульдозером;
- уплотнение каждого слоя катком на пневматических шинах;
- устройство водопонижающих траншей экскаватором с грейферным ковшом.

Насыпь, отсыпанную выше поверхности болота, создают по традиционной технологии – послойной отсыпки и уплотнения. Грунт для отсыпки верхней части насыпи, расположенной выше поверхности болота, доставляют автомобилями-самосвалами и выгружают на насыпь в шахматном порядке. Самосвалы на место выгрузки грунта подаются задним ходом.

Разравнивание при толщине слоя 0,3...0,4 м выполняют бульдозером по челночной схеме. Ширина отсыпки слоев насыпи принята на 0,5 м больше с каждой стороны (для обеспечения надлежащего уплотнения краевых частей насыпи).

Уплотняют грунт катком на пневматических шинах по всей ширине насыпи. Уплотнение выполняют челночными проходами с перемещением полос уплотнения от краев насыпи к ее оси и перекрытием каждого следа на 1/3. Число проходов катка зависит от вида уплотняемого грунта:

- связные грунты уплотняют за 6...10 проходов по одному следу;
- несвязные грунты уплотняют за 4...8 проходов по одному следу.

*Водопонижение* – искусственное понижение уровня подземных вод, достигаемое откачкой или отводом воды в пониженные места. Выкопанная траншея постепенно заполняется водой, которую начинают откачивать и по трубопроводу отводят в пониженные места. Для откачки необходима установка гидронасосов и системы трубопроводов (рис. 6.32).

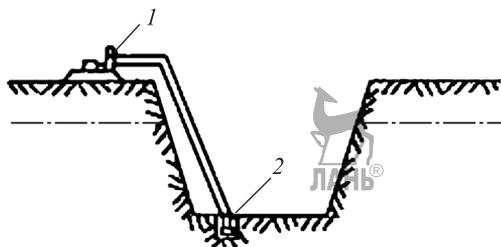


Рис. 6.32. Водопонижающая траншея:  
1 – насос; 2 – зумпф

После отсыпки насыпи на проектную высоту устраивают водопонижающую траншею на расстоянии не менее 2 м от подошвы насыпи. Для устройства траншеи используют экскаватор, оборудованный грейферным ковшом. Его

---

располагают на насыпи на расстояние не менее 1 м от бровки. Торф из водопонижающей траншеи грузят в автомобили-самосвалы и вывозят в кавальер.

3. *На третьей захватке* выполняют следующие технологические операции:

- срезку лишнего грунта с откоса откосопланировщиком;
- планировку откосов откосопланировщиком;
- планировку верха земляного полотна автогрейдером;
- окончательное уплотнение верха земляного полотна катком на пневматических шинах.

Планировку верха земляного полотна выполняют автогрейдером за четыре прохода по одному следу. Работу организуют по челночной схеме. По окончании планировки заглаживают поверхность тыльной стороной отвала автогрейдера, идущего задним ходом.

Планировка откосов земляного полотна выполняют одновременно со срезкой лишнего грунта с откоса откосопланировщиком на тракторе. Откосы планируют с обеих сторон насыпи за два прохода по одному следу.

Уплотнение верха земляного полотна производят катком на пневматических шинах за четыре прохода по одному следу.

При возведении насыпи на болоте с частичным выторфовыванием необходимо выдерживать технологический разрыв до окончания процесса консолидации.



---

# Раздел 7

---



## РАЗРАБОТКА КАЛЕНДАРНОГО ГРАФИКА СТРОИТЕЛЬСТВА

---

### Введение

*Линейный календарный график*, показывающий очередность и сроки строительства, является одним из элементов проекта организации строительства. Этот график включает количество, направление и скорость работы комплексных потоков, сроки выполнения линейных и сосредоточенных работ.

Календарный график обеспечивает оптимальную организацию строительства, что требует точной согласованности всех работ с учетом их особенностей. Одной из основных целей, решаемых организацией строительства, является выполнение поставленной задачи в кратчайшие сроки, для чего необходимы максимально возможное использование рабочего времени и полная загруженность дорожно-строительных машин. Выполнение этой задачи требует применения средств механизации и автоматизации, выполнения рабочих операций высокопроизводительной техникой, а также вовлечения в производственный процесс высококвалифицированных специалистов инженерных и рабочих специальностей.

Одной из важных особенностей линейных календарных графиков является детализация поточного производства, т.е. разбивка всего производственного процесса на отдельные виды работ, выполняемые бригадами и звеньями.

Линейный календарный график представляет собой графическое отражение выполнения отдельных видов работ в назначенные сроки и взаимную увязку отдельных работ в единый производственный процесс. Линейный календарный график состоит из двух взаимосвязанных частей: нижней – информационной, характеризующей место выполнения работ и их объем, и верхней – графической, отражающей выполнение линейных и сосредоточенных работ в конкретное время в течение всего периода строительства. В связи с этим верхнюю часть линейного графика выполняют в прямоугольной системе координат, в которой на горизонтальной оси располагают протяженность строящегося участка дороги, разбитую на километры и пикеты, а по вертикали обозначают продолжительность строительства, разбитую на смены.

Нижняя часть графика – информационная, включает перечень работ, выполняемых во время сооружения земляного полотна:

- подготовительные работы, характеризующие удаление растительности;
- строительство железобетонных труб, их количество и размеры;

- бульдозерные работы с обозначением объемов и продолжительности выполнения работ на определенных пикетах;
- скреперные работы с обозначением объемов и продолжительности выполнения работ на определенных пикетах;
- экскаваторные работы с обозначением объемов и продолжительности выполнения работ;
- работы на выторфовывании с обозначением объема и продолжительности выполнения работ;
- устройство присыпных обочин с обозначением объема и продолжительности выполнения работ;
- отделочные работы с обозначением объема и продолжительности выполнения работ.

Линейные работы, к которым относятся все перечисленные работы, за исключением строительства искусственных сооружений, т.е. строительства железобетонных труб, обозначаются наклонной прямой линией, которая имеет уклон в зависимости от сроков выполнения этих работ. Кроме того, эти линии проводятся только в том месте, т.е. на тех пикетах, где были выполнены работы. Каждая наклонная линия подписывается видом работ с подробным составом звена: бульдозерного, скреперного, экскаваторного, выполняющего эту работу.

Сосредоточенные работы обозначают вертикальными прямыми линиями, располагаемыми на пикетах, где построены железобетонные трубы. Начинается линия на смене, которая соответствует началу работ на первой трубе, и заканчивается продолжительностью строительства одной трубы.

Порядок обозначения линейных работ следующий:

- 1) проводят наклонную линию из начала координат графической части, обозначающую подготовительные работы;
- 2) проводят линию, соответствующую выторфовыванию;
- 3) чертят ступенчатую кривую, соответствующую сосредоточенным работам по строительству железобетонных труб;
- 4) проводят линию, соответствующую бульдозерным работам;
- 5) чертят наклонную линию, соответствующую скреперным работам;
- 6) проводят наклонную линию, соответствующую экскаваторным работам;
- 7) проводят наклонную линию, соответствующую устройству присыпных обочин;
- 8) в заключение чертят наклонную линию, соответствующую отделочным работам.

Выторфовывание могут выполнять после строительства труб, если место расположения болота не совпадает с местом строительства трубы. При наличии на дороге выемки земляные работы начинают выполнять бульдозером и скрепером по перемещению грунта из выемки в насыпь с последующей доставкой недостающего объема грунта из карьера при его разработке экскаватором. Если выемка на участке отсутствует, но имеет место боковой резерв, то работы продолжают бульдозером и скрепером по отсыпке земляного полотна грунтом из боковых резервов. Если боковые резервы не предусмотрены проектом производства работ, то грунт разрабатывают экскаватором в карьере с доставкой на

объект автомобилями-самосвалами. При небольшом удалении карьера от места сооружения насыпи эту работу могут выполнять скреперы. В этом случае бульдозеры будут заняты на разравнивании грунта и предварительном уплотнении гусеницами от собственной массы трактора.

К сосредоточенным работам помимо строительства искусственных сооружений относятся подготовка площадки и монтаж оборудования притрассовых заводов (АБЗ, ЦБЗ, ЭБ), работы на карьере, которые также отображаются на графике вертикальными линиями длиной, соответствующей продолжительности выполнения данных работ в сменах, против мест их расположения на плане дороги. Если строительство дорожных труб выполняет одна бригада, то эти отрезки должны быть соединены горизонтальными линиями, обозначающими переход на новый объект строительства после завершения работ на предыдущем объекте.

## Задание по разделу 7

1. Начертить на миллиметровой бумаге графическую и информационную части линейного календарного графика.
2. Заполнить информационную часть графика с учетом исходных данных.
3. Построить графическое отражение работы отдельных звеньев на устройстве земляного полотна.

## Пример выполнения

### Исходные данные

1. Протяженность строящегося участка – 4 км.
2. Число рабочих смен на выполнении подготовительных работ (раздел 3, выражение 3.2), *например* 19 смен.
3. Число рабочих смен на строительстве железобетонных труб (раздел 4, табл. 4.2, столбец 9), *например* 47 смен.
4. Число рабочих смен на выполнении бульдозерных, скреперных, экскаваторных, планировочных работ, работ на выторфовывании (подраздел 5.1, табл. 5.18, столбец 6), *например*:
  - бульдозерные – 14 смен;
  - скреперные – 86 смен;
  - экскаваторные – 88 смен;
  - планировочные – 10 смен;
  - выторфовывание – 20 смен.
5. Объемы бульдозерных, скреперных и экскаваторных, отделочных (планировочных) работ, работ на выторфовывании (подраздел 5.3, табл. 5.18), *например*:
  - бульдозерные – 15 396 (6484 + 8912) м<sup>3</sup>;
  - скреперные – 85 964 (13 997 + 21 735 + 18 998 + 20 300 + 10 934) м<sup>3</sup>;
  - экскаваторные – 79 543 (8268 + 33 311 + 37 964) м<sup>3</sup>;

- планировочные – 183 840 м<sup>2</sup>;
- выторфовывание – 21 200 м<sup>3</sup>.

6. Объемы работ по устройству присыпной обочины (подраздел 5.2, табл. 5.15, строка 7 – всего, на 4-м километре), *например* 10 240 м<sup>3</sup>.

## Порядок выполнения

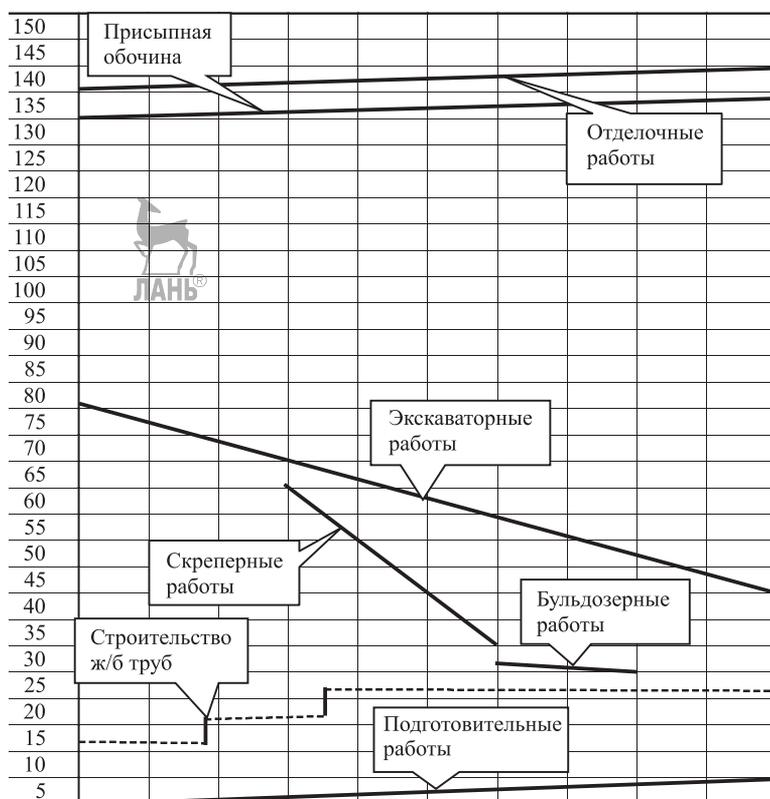
**1. Вычерчивают линейный календарный график (графическую и информационную части на миллиметровой бумаге).** Из миллиметровой бумаги вырезают (или склеивают) полосу высотой, равной высоте формата А4, и длиной, равной ширине формата А4, умноженной на 4. Образец графического изображения линейного календарного графика представлен на рис. 7.1...7.4.

**2. Заполняют информационную часть графика с учетом исходных данных.** Информационную часть графика заполняют в следующем порядке.

2.1. В строке «Подготовительные работы» записывают площадь, на которой были срезаны деревья и кустарник. Кроме того, записывают количество смен, в течение которых выполняют подготовительные работы (исходные данные, *например*, 19 смен). Если линейный календарный график выполняют на отдельных листах так, как это сделано в примере, то число смен делят на количество километров и получают количество смен, в течение которых выполняют подготовительные работы на одном километре (1-й км – 5 смен, 2-й км – 5 смен, 3-й км – 5 смен, 4-й км – 4 смены). Из табл. 3.3 выписывают площадь в га, на которой была произведена валка леса, очистка от кустарника и снятие растительного слоя.

2.2. В строке «Строительство железобетонных труб» записывают количество смен, в течение которых должны построить 8 железобетонных труб (исходные данные, *например*, 47 смен). По результатам столбца 2 табл. 4.2. выписывают количество труб, приходящихся на каждый из четырех километров (*например*, 1-й км – 2 трубы, 2-й км – 1 труба, 3-й км – 2 трубы, 4-й км – 3 трубы). Диаметр трубы принимают по столбцу 4 табл. 4.2 (*например*, 1 м). Среднее число смен, приходящихся на строительство одной трубы, составляет:  $47 : 8 = 5,9 \approx 6$ . Для строительства, *например*, трех труб необходимо:  $6 \cdot 3 = 18$  смен. Вычисленное количество смен записывают в соответствующем километре.

2.3. В строке «Бульдозерные работы» из табл. 5.15, строки 22 и 23, выписывают объемы бульдозерных работ на каждом километре и записывают их на пикетах 7 и 8 рис. 7.1 (*например*, на 1-м км объем бульдозерных работ составляет: 568 м<sup>3</sup> (пикет 8, строка 22) и 1793 м<sup>3</sup> (пикет 7, строка 23)). Эти цифры записывают в соответствующих пикетах 7, 8 рис. 7.1. Общий объем равен 2361 м<sup>3</sup>. Для определения количества смен, в течение которых выполняют этот объем бульдозерных работ, составляют пропорцию: 15 396 м<sup>3</sup> (см. табл. 5.18 – объем бульдозерных работ) равно 100 %, а 2361 м<sup>3</sup> – X. В результате расчета получают, что объем бульдозерных работ на 1-м км составляет 15 % от общего. Из той же табл. 5.18 выписывают, что бульдозерные работы выполняют, *например*, за 14 смен. Умножают общее количество смен 14 на 0,15 и получают, что объем бульдозерных работ на 1-м км выполняют за 2 смены. Это количество ставят в бульдозерных работах в знаменателе.



Пикеты	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Подготовительные работы Всего 19 смен	5 смен. Валка леса – 3,2 га; очистка от кустарника – 3,52 га; снятие растительного слоя – 4,24 га										
Строительство ж/б труб Всего 47 смен	6 смен · 2 = 12 смен 2 ж/б трубы диаметром 1,0 м										
Бульдозерные работы Всего 14 смен								$\frac{1793 + 568}{2}$			
Скреперные работы Всего 86 смен					$\frac{14617 + 10222 + 4821}{29}$						
Экспаваторные работы Всего 88 смен						$\frac{32765}{34}$					
Выторфовывание Всего 20 смен											
Присыпная обочина Всего 10 смен						$\frac{2560}{2}$					
Отделочные работы Всего 10 смен						$\frac{45480}{3}$					

Рис. 7.1. Линейный календарный график сооружения земляного полотна на 1-м километре: темным фоном на пикетах показана выемка

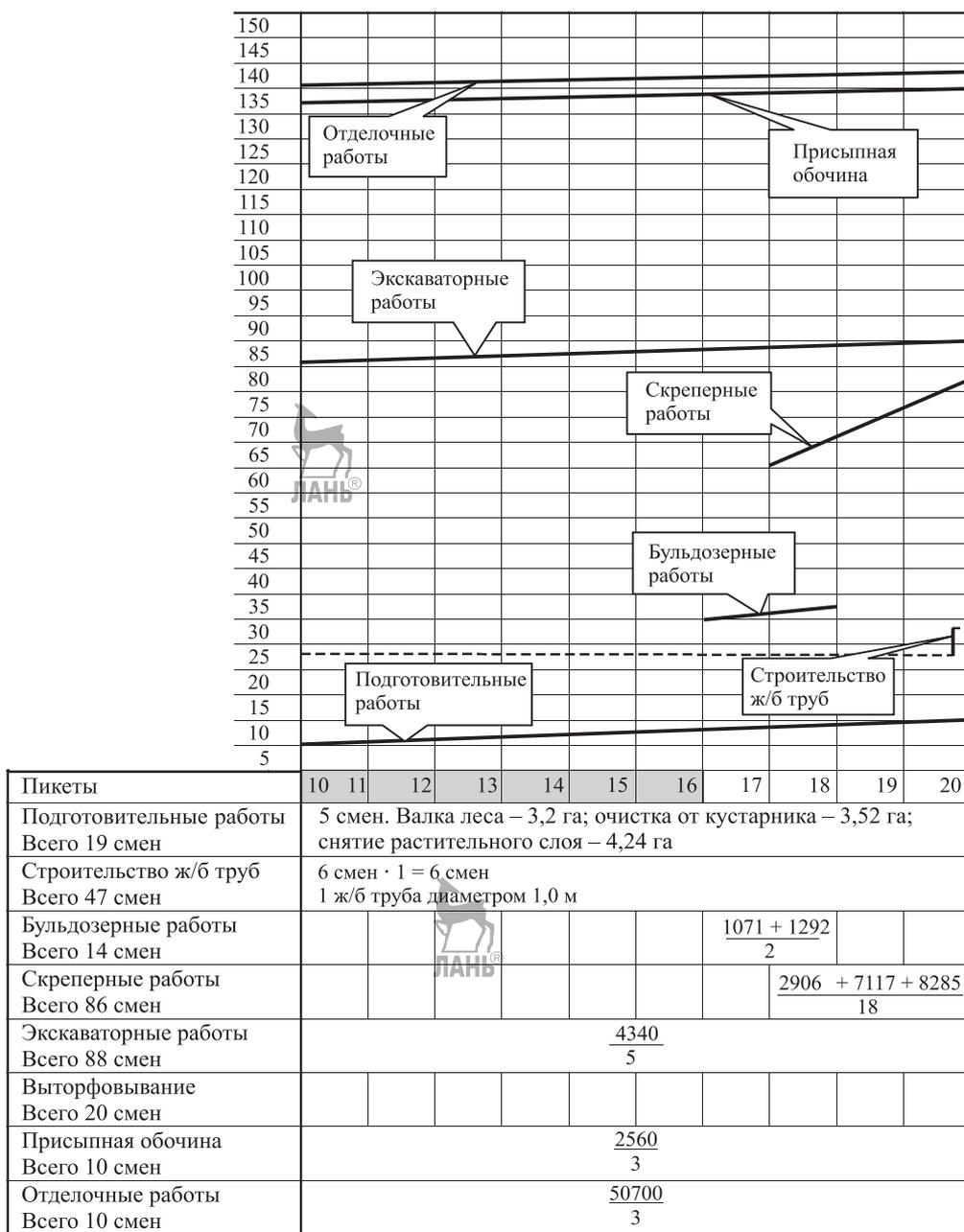
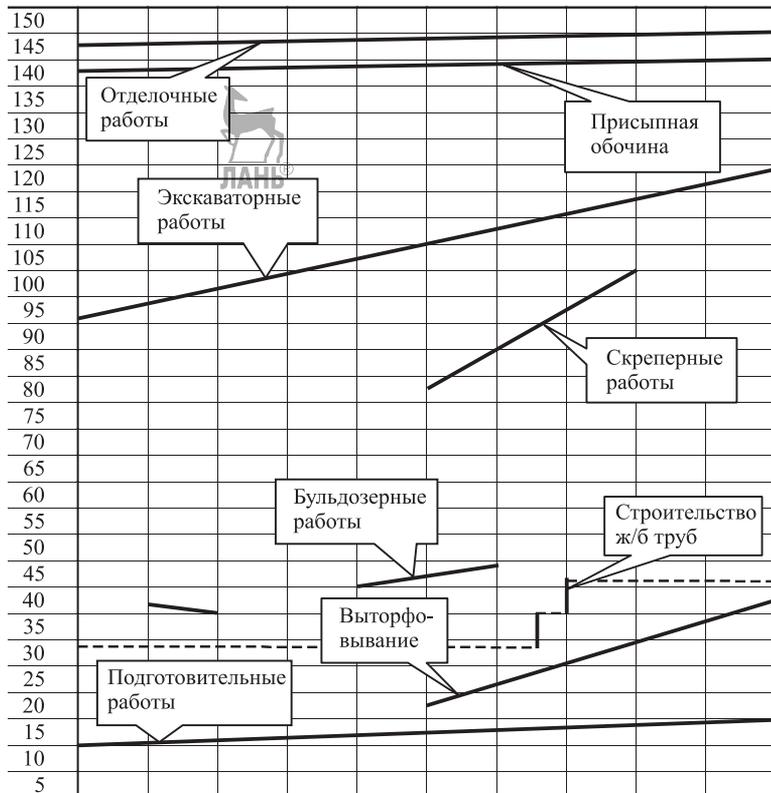


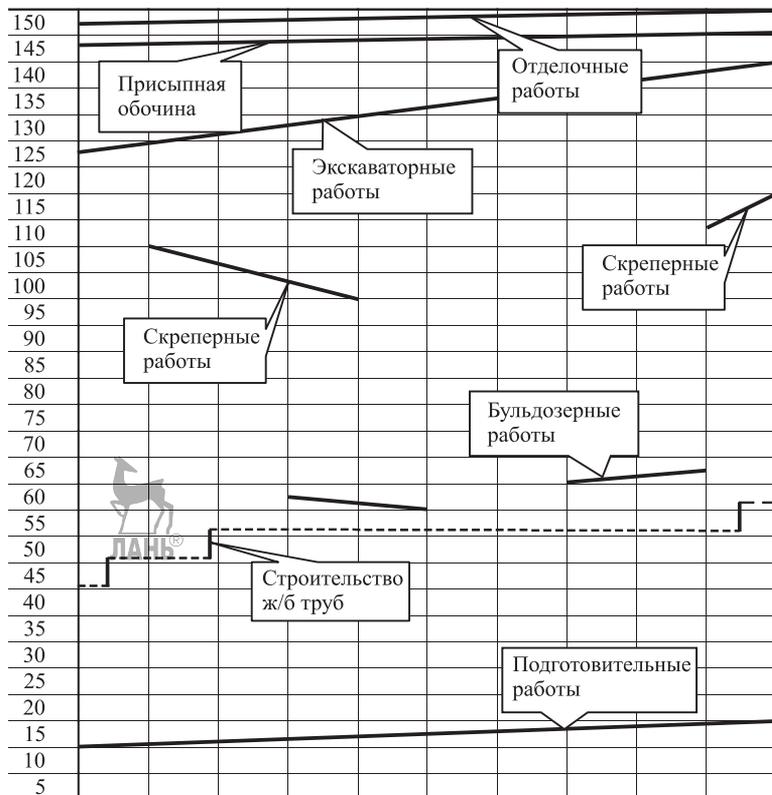
Рис. 7.2. Линейный календарный график сооружения земляного полотна на 2-м километре: темным фоном на пикетах показана выемка



Пикеты	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Подготовительные работы Всего 19 смен	5 смен. Валка леса – 3,2 га; очистка от кустарника – 3,52 га; снятие растительного слоя – 4,24 га										
Строительство ж/б труб Всего 47 смен	6 смен · 2 = 12 смен 2 ж/б трубы диаметром 1,0 м										
Бульдозерные работы Всего 14 смен			$\frac{985}{1}$			$\frac{1660 + 2579}{4}$					
Скреперные работы Всего 86 смен							$\frac{3060 + 11932 + 8332}{23}$				
Эксплуатационные работы Всего 88 смен						$\frac{26117}{28}$					
Выторфовывание Всего 20 смен									$\frac{21200}{20}$		
Присыпная обочина Всего 10 смен						$\frac{2560}{2}$					
Отделочные работы Всего 10 смен						$\frac{44080}{2}$					

Рис. 7.3. Линейный календарный график сооружения земляного полотна на 3-м километре: темным фоном на пикетах показана выемка





Пикеты	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Подготовительные работы Всего 19 смен	4 смены. Валка леса – 3,2 га; очистка от кустарника – 3,52 га; снятие растительного слоя – 4,24 га										
Строительство ж/б труб Всего 47 смен	6 смен · 3 = 18 смен 3 ж/б трубы диаметром 1,0 м										
Бульдозерные работы Всего 14 смен						$\frac{894 + 1512}{2}$			$\frac{588 + 2354}{3}$		
Скреперные работы Всего 86 смен			$\frac{2727 + 4158 + 2057}{10}$								$\frac{5730}{6}$
Эксплуатационные работы Всего 88 смен							$\frac{19535}{19}$				
Выторфовывание Всего 20 смен											
Присыпная обочина Всего 10 смен						$\frac{2560}{3}$					
Отделочные работы Всего 10 смен						$\frac{43580}{2}$					

Рис. 7.4. Линейный календарный график сооружения земляного полотна на 4-м километре: темным фоном на пикетах показана выемка

2.4. В строке «Скреперные работы» из табл. 5.15, строки 24...28, выписывают объемы скреперных работ на каждом километре и записывают на пикетах 4...6 рис. 7.1 (например, на 1-м км объем скреперных работ составляет:  $3715 + 1106 = 4821 \text{ м}^3$  (пикет 6, строки 24 и 25),  $10\,222 \text{ м}^3$  (пикет 5, строка 26) и  $5181 + 9436 = 14\,617 \text{ м}^3$  (пикет 4, строки 27 и 28)). Итоговые цифры записывают в пикетах 4...6 рис. 7.1. Общий объем равен  $29\,660 \text{ м}^3$ . Составляют пропорцию:  $85\,964 \text{ м}^3$  (см. табл. 5.18 – объем скреперных работ) равно  $100\%$ , а  $29\,660$  –  $X$ . В результате расчета получают, что объем скреперных работ на 1-м км составляет  $34\%$  от общего. В соответствии с табл. 5.18 скреперные работы выполняют, например, за 86 смен. Умножают общее количество смен 86 на  $0,34$  и получают 29 смен. Это количество смен записывают в знаменатель скреперных работ на рис. 7.1.

2.5. В строке «Экскаваторные работы» из табл. 5.15 складывают объемы строк 29...33 (например, на 1-м км итоговые цифры составили:  $3498$  (строка 29) +  $24\,851$  (строка 30) +  $2560$  (строка 31) =  $30\,909 \text{ м}^3$ ). Как видно из табл. 5.15, экскаваторные работы выполняли для каждого пикета, поэтому записывают итоговую цифру в целом на 1-м км. Общий объем экскаваторных работ составляет  $79\,543 \text{ м}^3$  (см. табл. 5.18). Объем экскаваторных работ на 1-м км составляет  $39\%$ , следовательно, экскаваторные работы выполняют за 34 смены (при общей продолжительности экскаваторных работ 88 смен). Это количество смен записывают в знаменатель экскаваторных работ рис. 7.1.

2.6. В строке «Выторфовывание» на 1-м км никаких расчетов не делают, поскольку болото расположено только на 3-м км. Для 3-го км объем выторфовывания составляет  $21\,200 \text{ м}^3$  (см. табл. 5.15, строка 34). Поскольку болото располагается только на одном километре (3-м км), то в строке на пикетах 26...30 (рис. 7.1) записывают весь объем, а в знаменателе ставят количество смен, равное 20, из табл. 5.18.

2.7. В строке «Присыпная обочина» записывают итоговый объем на 1-м км (строка 7, последний столбец), равный, например,  $2560 \text{ м}^3$ . Объем присыпной обочины для каждого километра является постоянной величиной, поскольку присыпную обочину устраивают независимо от того, земляное полотно выполнено в насыпи или в выемке. Поэтому эта цифра проставляется на каждом километре, а количество смен, в течение которых устраивают присыпную обочину (принимают такое же, как и для планировочных работ, например, 10 смен), пропорционально разбивают на количество километров, округляя до целого числа, например: 1-й км – 2 смены, 2-й км – 3 смены, 3-й км – 2 смены, 4-й км – 3 смены.

2.8. В строке «Отделочные работы» записывают итоговый объем работ, выполняемых при планировке: верха земляного полотна на 1-м км ( $15\,940 \text{ м}^2$  – строка 36), откосов на 1-м км ( $23\,900 \text{ м}^2$  – строка 37), откосов кювета на 1-м км ( $3000 \text{ м}^2$  – строка 38) и дна кювета на 1-м км ( $2640 \text{ м}^2$  – строка 39). Складывают итоговые столбцы строк 36...39 на 1-м км (см. табл. 5.15):  $15\,940 + 23\,900 + 3000 + 26\,400 = 45\,480 \text{ м}^2$ . Эту цифру ставят в числителе строки «Отделочные работы» на 1-м км рис. 7.1. Необходимо отметить, что итоговые цифры на всех километрах будут различные, поскольку не на всех километрах имеется выемка, а следовательно, различные объемы планировки откосов и дна кювета. В результате, на 2-м км площадь планировки составила  $50\,700 \text{ м}^2$ ; на 3-м км –

44 080 м<sup>2</sup>; на 4-м км — 43 580 м<sup>2</sup>. Всего: 183 840 м<sup>2</sup>. Эти цифры проставляют в строке «Отделочные работы» в числителе на соответствующих километрах.

Количество смен принимают из табл. 5.18, *например* 10 смен. Распределяют эти смены так же, как в строке «Присыпные обочины». *Например*, на 1-м км число смен равно 3, ставят эту цифру в знаменатель отделочных работ; на 2-м км — 3 смены, на 3-м км — 2 смены, на 4-м км — 2 смены.

**3. Строят графическое отражение работы отдельных звеньев на устройстве земляного полотна.** Вертикальную ось разбивают на равные отрезки и откладывают смены с градацией, *например*, через 5 смен.

Графические работы выполняют в следующей последовательности.

**3.1. Обозначают подготовительные работы.** Берут точку, соответствующую началу координат, и вторую точку, соответствующую количеству смен на выполнение подготовительных работ (*например*, 19 смен). Соединяют точки линейкой и проводят прямую линию, которую подписывают как «Подготовительные работы». Если календарный график выполняют на отдельных листах (*например*, на четырех листах), то количество смен для каждого километра принимают такое же, как принято в п. 2.1 раздела 7 (*например*, 1-й км — 5 смен, 2-й км — 5 смен, 3-й км — 5 смен, 4-й км — 4 смен).

**3.2. Обозначают выторфовывание.** На 3-м км (пикет 25) откладывают от линии, обозначающей подготовительные работы, вверх отрезок, соответствующий 4...5 сменам, и получают начальную точку прямой, обозначающей выторфовывание (*например*, начало работ — 18 смен). В информационной части графика приведено, что этот вид работ выполняют за 20 смен. Болото имеет протяженность 500 м, с 25-го пикета по 30-й пикет. На 30-м пикете находят точку, соответствующую окончанию работ по выторфовыванию: 18 смен + 20 смен = 38 смен. На вертикальной линии 30-го пикета откладывают точку, соответствующую 38 сменам. Соединяют точки линейкой и проводят линию, которую подписывают «Выторфовывание».

**3.3. Обозначают строительство железобетонных труб.** Строительство искусственных сооружений относится к сосредоточенным работам, которые обозначаются вертикальными прямыми, длина которых соответствует продолжительности строительства. Число отрядов-смен, необходимых для сооружения восьми водопропускных труб, составляет 47 смен (см. табл. 4.2, столбец 8 — всего). В п. 2.2 приведен расчет количества смен, приходящихся на строительство одной трубы, *например* 6 смен. Из табл. 4.2, столбец 2 выбирают пикетное положение трубы. Графическое отражение этого вида работ начинают с километра, где отображено выторфовывание, — в данном *примере* это 3-й км (рис. 7.3). На этом километре сооружаются две трубы: одна на ПК26 + 45 и вторая на ПК27 + 90 (см. табл. 4.2, столбец 2, строки 4 и 5). На ПК26 + 45 проводят вертикальную линию, на которой откладывают отрезок, равный 4...5 сменам, и получают начальную точку для строительства трубы. От этой точки измеряют отрезок, равный 6 сменам, и получают конечную точку строительства трубы. Соединяют точки жирной линией. Из начальной и конечной точек этой трубы проводят горизонтальные пунктирные линии вправо и влево до пикетов, на которых строятся следующие, соседние трубы. От пунктирной линии, про-

веденной влево, отрезок, равный 6 сменам, откладывают вниз, а от пунктирной линии, проведенной вправо, – вверх. Аналогичное построение выполняют до 1-го и 4-го км и получают ступенчатое изображение сосредоточенных работ. Ступенчатую линию подписывают «Строительство железобетонных труб».

3.4. *Обозначают бульдозерные работы.* Согласно информационной части графика на 1-м км бульдозерные работы выполняют на пикетах 7 и 8. Объем, равный  $2361 \text{ м}^3$  ( $1793 \text{ м}^3 + 568 \text{ м}^3$ ), бульдозерное звено выполняет за две смены (знаменатель бульдозерных работ, рис. 7.1). Учитывая, что бульдозеры перемещают грунт из выемки, начальная точка выполнения бульдозерных работ будет находиться на пикете 8, причем от горизонтальной линии сосредоточенных работ (строительство труб) необходимо отложить 4...5 смен. В данном примере начало бульдозерных работ на пикете 8 соответствует 25 сменам общего процесса строительства. На пикете 6 находят точку, соответствующую 27 сменам (25 смен + 2 смены). Соединяют точки линейкой и проводят жирную линию, которую подписывают «Бульдозерные работы».

После этого переходят ко 2-му км и находят начальную точку бульдозерных работ, выполняемых вправо от выемки (выемка на пикетах имеет темный фон). Следует учитывать, что работы на пикете 17 начинают после окончания бульдозерных работ на пикетах 7 и 8. Поэтому на пикете 16 находят точку, соответствующую 27 сменам (окончание бульдозерных работ на пикете 6), от которой откладывают 4...5 смен (технологический разрыв, связанный с перебазировкой техники и обслуживающего персонала) и получают точку начала бульдозерных работ на пикете 16. И далее по сложившейся схеме.

3.5. *Обозначают скреперные работы.* Согласно информационной части графика скреперные работы выполняют на пикетах 4...6. Объем скреперных работ на этих пикетах равен  $29\,660 \text{ м}^3$  ( $14\,617 \text{ м}^3 + 10\,222 \text{ м}^3 + 4821 \text{ м}^3$ ), его выполняют за 29 смен. На пикете 6 (пикет окончания бульдозерных работ) проводят вертикальную линию и откладывают от точки окончания бульдозерных работ (например, 27 смен) 4...5 смен технологического разрыва (27 смен + 4 смены = 31 смена), получают начальную точку скреперных работ на данных пикетах. На пикете 3 откладывают конечную точку скреперных работ, равную  $31 \text{ смена} + 29 \text{ смен} = 60 \text{ смен}$ . Соединяют начальную и конечную точки линейкой и проводят жирную линию, которую подписывают «Скреперные работы». Скреперные работы на 2-м км начинают по завершении работ на 1-м км. Поэтому на пикете 17 (рис. 7.2) начальная точка скреперных работ соответствует:  $60 \text{ смен} + 5 \text{ смен} = 65 \text{ смен}$ , а конечная:  $65 \text{ смен} + 18 \text{ смен} = 83 \text{ смены}$ . Дальнейшее обозначение скреперных работ проводят по сложившейся схеме.

3.6. *Обозначают экскаваторные работы.* Поскольку экскаваторные работы выполняют не только при перемещении грунта из сосредоточенного резерва, но и при вывозке грунта из выемок, эти работы распространяются на весь 1-й км. Основное требование, которое необходимо соблюдать, – это не допустить пересечения линий отдельных видов работ, а также выдерживать требования по технологическим разрывам между работами. Согласно информационной части графика экскаваторные работы на 1-м км выполняют в течение 34 смен. В любом месте графика берут начальную точку на любой смене, а конечную –

с разницей в 34 смены и получают наклонную линию. Эту линию перемещают параллельно начертанию до такого положения, при котором на пикете 3 разница между окончанием скреперных работ (точка, соответствующая 60 сменам) и наклонной линией, отражающей экскаваторные работы, составляет 4...5 смен. Такое положение кривой в нашем примере составляет: начало экскаваторных работ – 40 смен, окончание – 40 смен + 34 смены = 74 смены. Соединяют эти точки жирной линией и подписывают «Экскаваторные работы». На 2-м км начало экскаваторных работ соответствует точке: 74 смены + 4...5 смены = 79 смен (на пикете 28 максимальное сближение между кривыми должно составлять 4...5 смен), окончание: 79 смен + 5 смен = 84 смены. На 3-м км начало экскаваторных работ составляет: 84 смены + 4 смены = 88 смен, окончание: 88 смен + 28 смен = 116 смен. На 4-м км начало: 116 смен + 5 смен = 121 смена, окончание: 121 смена + 18 смен = 139 смен.

3.7. *Обозначают устройство присыпной обочины.* Графическое отражение этого вида работ начинают с пикета 40. На этом пикете обозначают точку, находящуюся на удалении 4...5 смен от окончания экскаваторных работ. *Например:* 139 смен + 5 смены = 144 смены. Продолжительность выполнения работ по устройству присыпной обочины составляет 10 смен, следовательно, начало выполнения этих работ, которое фиксируется на нулевом пикете, составляет: 144 смены – 10 смен = 134 смены. Соединяют эти точки линейкой, проводят жирную линию и подписывают «Присыпная обочина».

3.8. *Обозначают отделочные работы.* Графическое отражение этого вида работ выполняют аналогично выполнению работ по устройству присыпной обочины. На пикете 40 обозначают точку, находящуюся на удалении 4...5 смен. *Например:* 144 смены + 5 смен = 149 смен. Эта точка соответствует окончанию отделочных работ. Начало отделочных работ на нулевом пикете соответствует точке: 149 смен – 10 смен = 139 смен. Соединяют эти точки линейкой, проводят жирную линию и подписывают «Отделочные работы».

Выполненный линейный календарный график показывает, какое звено и в какое время выполняет тот или иной вид работ.

С учетом объемов работ, выполняемых землеройно-транспортными машинами, и расчетных значений количества смен, необходимых для выполнения этих объемов, построен линейный календарный график. При построении графика были учтены технологические разрывы между отдельными видами работ на одном и том же пикете, которые составили 4...5 смен. Линейный календарный график показывает, что отдельные работы можно начинать после выполнения на данном пикете законченных работ предыдущего технологического цикла, в результате чего работы могут выполняться параллельно, но на различных участках. Такая организация работ позволяет сократить количество рабочих смен на строительстве автомобильной дороги.

---

# Раздел 8



---

## РАСЧЕТ ОБЪЕМА КАРЬЕРА, ГРАНИЦ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И РАБОТЫ ПО РЕКУЛЬТИВАЦИИ

---

### Введение

Объем земляных работ по сооружению земляного полотна включает объем грунта из выемки и объем грунта из сосредоточенного резерва — карьера. Для расчета объема карьера надо знать объем грунта, необходимый для возведения насыпи, и объем грунта выемки, который используют для возведения насыпи. Разность этих объемов дает объем грунта сосредоточенного резерва.

*Сосредоточенный резерв*, или *грунтовый карьер*, — это месторождение грунтов, используемых в строительстве для различных целей, в том числе для дорожного строительства, применяемых в качестве материала для устройства земляного полотна, а также источника для получения дорожно-строительных материалов: щебня, гравия, песка, смесей (песчано-гравийных, щебеночно-гравийно-песчаных и др.).

Карьер разрабатывают открытым способом при залегании грунтов, пригодных для возведения насыпи земляного полотна, вблизи дневной поверхности. Чтобы начать разработку грунта, нужно снять верхний слой растительного грунта, содержащего гумусовые вещества, необходимые для жизнедеятельности растений и сельскохозяйственных культур.

*Главные параметры карьера*: объем полезной горной массы; глубина подошвы разрабатываемого объема; угол внутреннего трения грунта, отражающий крутизну откосов; объем вскрыши (грунты, не пригодные для строительства или содержащие почвенно-растительный слой); размеры площади, занимаемой карьером, поверху.

Разработка карьера включает следующие этапы:

- 1) разметку карьера в плане с учетом обваловывания карьера по периметру (геодезическое оборудование);
- 2) удаление растительности на размеченной площади (бензопилы, кусторезы, трелевочные тракторы, корчеватели);
- 3) снятие почвенно-растительного слоя и формирование из него валов по периметру карьера (бульдозеры);
- 4) разработку траншеи внешнего заложения на глубину, соответствующую глубине копания экскаватора (бульдозер, экскаватор, автомобили-самосвалы);

5) разработку пионерной траншеи экскаватором лобовым забоем (экскаватор, бульдозер, автомобили-самосвалы);

6) разработку рабочей траншеи экскаватором боковым забоем (экскаватор, автомобили-самосвалы).

Разметка площади, удаление растительности и снятие растительного слоя почвы подробно описаны в разделе «Подготовительные работы». Разработка траншеи внешнего заложения представляет собой плавное понижение дна траншеи, выполненной в соответствии с требованиями движения автомобиля с грузом на подъеме. Работа экскаватора в забое лобовым и боковым способами рассмотрена в подразделе 6.6.

При возведении земляного полотна возникает необходимость определения рациональной дальности перевозки единицы материала ( $m^3$ ) из карьеров. В качестве рациональной границы зон действия карьеров принимают такую точку на дороге, в которой совпадает стоимость вывозки единицы материала из соседних карьеров. Экономически целесообразные зоны использования местных материалов устанавливаются по стоимости перевозки грузов, принимаемой по СНиП 4.04-91 «Сборник сметных цен на перевозку грузов для строительства» (ССЦПГ, часть 1) (табл. 8.1)<sup>®</sup>

Таблица 8.1

**Перевозка грузов автомобилями-самосвалами из карьеров. Сборник сметных цен на перевозку грузов для строительства (ССЦПГ, часть 1). СНиП 4.04-91**

Расстояние, км	Провозная плата за 1 т, руб.	Расстояние, км	Провозная плата за 1 т, руб.
До 1	0,17	Свыше 5,5 до 6	0,59
Свыше 1 до 1,5	0,2	Свыше 6 до 6,5	0,63
Свыше 1,5 до 2	0,25	Свыше 6,5 до 7	0,67
Свыше 2 до 2,5	0,3	Свыше 7 до 7,5	0,71
Свыше 2,5 до 3	0,35	Свыше 7,5 до 8	0,75
Свыше 3 до 3,5	0,39	Свыше 8 до 8,5	0,79
Свыше 3,5 до 4	0,43	Свыше 8,5 до 9	0,83
Свыше 4 до 4,5	0,47	Свыше 9 до 9,5	0,87
Свыше 4,5 до 5	0,51	Свыше 9,5 до 10	0,91
Свыше 5 до 5,5	0,55	Свыше 10	$0,91 + 0,065 \cdot X$

Границы использования карьеров можно определить на графике, представляющем собой зависимость стоимости материала от расстояния его транспортировки. График строится одновременно для двух или более карьеров. Наклонные линии, расходящиеся от вертикальных отрезков, обозначают прирост стоимости по мере увеличения дальности транспортировки. Пересечение наклонных линий свидетельствует о равной стоимости перевозки каменного материала из соседних карьеров. Стоимость единицы материала равна сумме отпускной цены единицы материала и транспортных расходов.

По окончании разработки грунта в карьере проводят его *рекультивацию* — комплекс мер по экологическому восстановлению земель, временно занятых

при строительстве дороги, в состоянии, пригодное для использования. Рекультивацию проводят по следующим направлениям:

- сельскохозяйственное – восстановление нарушенных земель для использования под сельскохозяйственные земли (пашню, сенокосы, пастбища);
- лесохозяйственное – создание лесонасаждений различного направления: противоэрозионных, водоохранных, лесопарковых, насаждений производственного назначения;
- рыбохозяйственное – создание водоемов для рыборазведения;
- водохозяйственное – создание водоемов различного назначения (противопожарных, для орошения, водопоя скота и т.д.);
- рекреационное – создание зон отдыха;
- санитарно-гигиеническое – ликвидация отрицательного воздействия нарушенных земель на окружающую территорию;
- строительное – приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для промышленного и гражданского строительства.

При рекультивации земель, занятых карьером, производят уполаживание откосов. При разработке карьера, как правило, откосы имеют крутизну 1:1, а при уполаживании откосу придают уклон 1:6.

### Задание по разделу 8

1. Представить краткую характеристику работ, выполняемых при разработке карьера, а также существующие направления рекультивации нарушенных земель.
2. Произвести расчет размеров карьера.
3. Определить площадь рекультивации и объем растительного грунта, необходимый для распределения по откосам.
4. Построить график границ использования карьеров.
5. Определить стоимость 1 м<sup>3</sup> песчано-гравийной смеси, вывозимой из карьеров.

### Пример выполнения

#### Исходные данные

1. Объем насыпей и объем выемок принимают для данного раздела, *например*:
  - объем насыпи – 160 124 м<sup>3</sup> (по разделу 5, см. табл. 5.13);
  - объем выемки – 104 164 м<sup>3</sup> задаются условием (164 164 м<sup>3</sup> по табл. 5.13).
2. Расстояние, км (исходные данные, табл. П.1.1), *например*:
  - от карьера П-1 до дороги – 3,1;
  - от карьера П-2 до дороги – 3,3.
3. Номер пикета примыкания подъездной дороги (исходные данные, табл. П.1.1), *например*:



- от карьера П-1 – ПК0;
  - от карьера П-2 – ПК38.
4. Насыпная плотность песка (исходные данные, табл. П.1.1), *например*:
- в карьере П1 – 1,6 г/см<sup>3</sup>;
  - в карьере П2 – 1,65 г/см<sup>3</sup>.

### Порядок выполнения

**1. Представляют краткую характеристику работ, выполняемых при разработке карьера, а также существующие направления рекультивации нарушенных земель.** Характеристику работ, выполняемых при разработке карьера, а также существующие направления рекультивации нарушенных земель представляют в соответствии с материалом, изложенным во введении.

**2. Рассчитывают размеры карьера.**

2.1. *Определяют объем грунта, необходимого для отсыпки насыпи, с учетом использования грунта, добываемого при разработке выемок.*

Согласно табл. 5.13 объем насыпи на участке протяженностью 4 км составляет 160 124 м<sup>3</sup>, а объем выемки – 104 164 м<sup>3</sup>, что свидетельствует о том, что насыпь полностью формируется из грунта выемок и даже остается излишек, который временно складировать в карьере с перспективой дальнейшего использования при отсыпке насыпей на других участках.

В данном примере рассмотрен нетипичный случай превосходства выемки над насыпью, поскольку обычно насыпь намного превышает объем выемки. Для рассмотрения примера расчета в случае, когда объем насыпи больше объема выемки, задаются новым условием, не вытекающим из данного примера.

Условно принимают, что объем насыпи равен 160 124 м<sup>3</sup>, т.е. соответствует расчетным показателям табл. 5.13, а объем выемки равен 104 164 м<sup>3</sup>. В таком случае дополнительно для отсыпки насыпи необходимо:

$$V_{гр} = 160\,124 - 104\,164 = 55\,960 \text{ м}^3.$$

2.2. *Определяют ширину подошвы забоя от оси траншеи, разрабатываемой экскаватором, и наибольшую высоту резания с учетом объема ковша по данным табл. 8.2.*

Таблица 8.2

Рекомендуемые размеры забоя

Показатели	Размеры забоя, м, при объеме ковша экскаватора, м <sup>3</sup>				
	0,3	0,4...0,5	0,6...0,65	1...1,25	1,6
1	2	3	4	5	6
Ширина подошвы забоя от оси пути экскаватора до стенки забоя, м	3	4	4,5	5	5
Наибольшая высота резания, м	4,8...6	6,5	6,5...8	8...9	9...9,5

Принимают объем ковша, равный 1 м<sup>3</sup> (см. табл. 5.22, подраздел 5.4.3), для которого ширина подошвы забоя от оси экскаватора до стенки забоя составляет 5 м,

а наибольшая высота резания – 9 м. Тогда полная ширина забоя при одном проходе экскаватора составляет

$$b_{\text{заб}} = R \cdot 2 = 5 \cdot 2 = 10 \text{ м},$$

где  $R$  – ширина подошвы забоя в зависимости от радиуса резания (табл. 8.2), м; 2 – с двух сторон от оси прохода экскаватора.

2.3. *Определяют ширину карьера понизу* при условии, что она равна пятикратной ширине забоя:

$$b = b_{\text{заб}} \cdot 5 = 10 \cdot 5 = 50 \text{ м}.$$

2.4. *Рассчитывают ширину средней линии* карьера  $B$  при условии, что крутизна откоса при разработке карьера составляет 1:1:

$$B = b + 2 \frac{H}{2} = 50 + 2 \frac{9}{2} = 59 \text{ м},$$

где  $b$  – ширина карьера понизу, м;  $H$  – высота карьера, равная наибольшей высоте резания экскаватора (табл. 8.2), м.

2.5. *Определяют длину средней линии карьера* с учетом того, что заложение откосов составляет 1:1 и объем карьера равен площади карьера на уровне средней линии, умноженной на глубину карьера. В результате получают выражение, из которого длина средней линии карьера равна

$$L = \frac{V}{B \cdot H} = \frac{55\,960}{59 \cdot 9} = 105,4 \approx 106 \text{ м},$$

где  $V$  – объем грунта, являющийся разностью между объемом насыпи и объемом выемки, м<sup>3</sup>.

2.6. *Определяют длину карьера понизу:*

$$l = L - 2 \frac{H}{2} = 106 - 2 \frac{9}{2} = 97 \text{ м}.$$

Таким образом, размеры карьера понизу составляют:  $b \cdot l = 50 \cdot 97$  м, а размеры карьера по средней линии:  $B \cdot L = 59 \cdot 109$  м.

2.7. *Составляют расчетную схему карьера* (рис. 8.1). Донная часть карьера имеет ширину, равную 50 м, и длину 97 м. Площадь донной части:

$$S_{\text{дно}} = b \cdot l = 50 \cdot 97 = 4860 \text{ м}^2.$$

Средняя линия карьера имеет размеры: ширину 59 м и длину 106 м. Площадь карьера на уровне средней линии:

$$S_{\text{ср}} = B \cdot L = 59 \cdot 106 = 6254 \text{ м}^2.$$

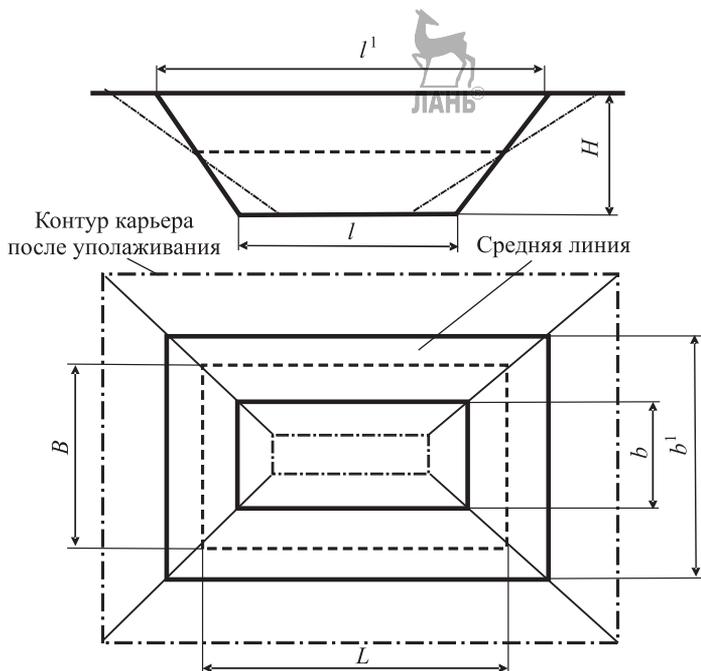


Рис. 8.1. Расчетная схема карьера

### 2.8. Определяют размеры карьера поверху:

- ширина карьера:

$$b^1 = b + 2H = 50 + 2 \cdot 9 = 68 \text{ м};$$

- длина карьера:

$$l^1 = l + 2H = 97 + 2 \cdot 9 = 115 \text{ м}.$$

Площадь карьера поверху:

$$S_{\text{верх}} = b^1 \cdot l^1 = 68 \cdot 115 = 7820 \text{ м}^2.$$

**3. Определяют площадь рекультивации и объем растительного грунта, необходимый для распределения по откосам.** При рекультивации карьера выполняют уполаживание откосов до крутизны 1:6. С целью минимальной разработки грунта уполаживание выполняют с сохранением средней линии карьера, при этом грунт из верхней части карьера перемещают в нижнюю часть. Работы выполняют бульдозерами. После уполаживания карьер приобретает новый профиль, имеющий большую площадь, на которой необходимо распределить растительный слой грунта. Распределение растительного слоя выполняют с помощью скрепера.

Составляют расчетную схему откосов карьера до и после рекультивации (рис. 8.2). В результате уполаживания откоса площадь дна карьера уменьшается,

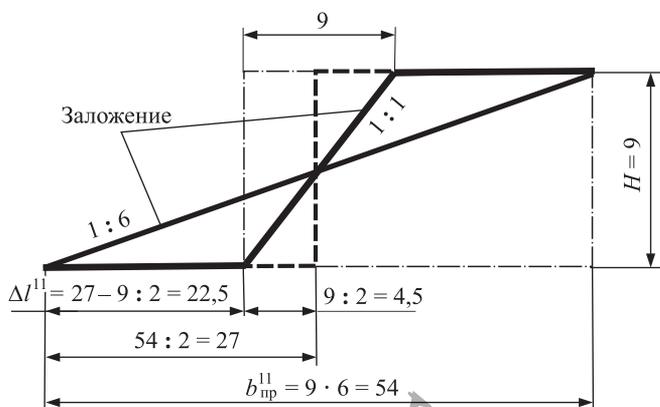


Рис. 8.2. Расчетная схема откосов

поскольку на дно перемещают грунт с верхней части карьера, а размеры карьера поверху увеличиваются, поскольку грунт с верхней части перемещают в нижнюю.

3.1. *Определяют размеры дна карьера после рекультивации.*

Горизонтальная проекция откоса при рекультивации

$$b_{\text{пр}}^{11} = H \cdot 6 = 9 \cdot 6 = 54 \text{ м.}$$

Длина горизонтальной проекции от средней линии составляет

$$\frac{b_{\text{пр}}^{11}}{2} = \frac{54}{2} = 27 \text{ м.}$$

Изменение горизонтальной проекции откоса после рекультивации, т.е. уменьшение длины дна карьера, составляет

$$\Delta l^{11} = \frac{b_{\text{пр}}^{11}}{2} - \frac{H}{2} = \frac{54}{2} - \frac{9}{2} = 22,5.$$

В результате расчета длина карьера понизу после рекультивации составляет

$$l^{11} = l - 2 \Delta l^{11} = 97 - 2 \cdot 22,5 = 52 \text{ м.}$$

Ширина карьера понизу после рекультивации составляет

$$b^{11} = b - 2 \Delta l^{11} = 50 - 2 \cdot 22,5 = 5 \text{ м.}$$

Следовательно, после рекультивации размеры дна карьера составляют: ширина 5 м, длина 52 м.

3.2. *Определяют площадь поверхности карьера до и после рекультивации.* Расчеты представлены в табличной форме (табл. 8.3).

После рекультивации площадь карьера увеличилась более чем в два раза.

3.3. *Определяют объем растительного грунта, необходимый для распределения по поверхности рекультивированного карьера:*

$$V_{\text{раст.гр}} = S_{\text{карьер}} \cdot h_{\text{раст.гр}} = 18\,301 \cdot 0,1 = 1830,1 \text{ м}^3,$$

где  $S_{\text{карьер}}$  – площадь карьера после рекультивации,  $\text{м}^2$ ;  $h_{\text{раст.гр}}$  – толщина слоя растительного грунта, принимают 0,1...0,2 м.

Таблица 8.3

Результаты расчета площадей наклонных поверхностей

Характер определения	При заложении 1:1		При заложении 1:6	
	Действие	Результат	Действие	Результат
Размеры дна карьера	Ширина Длина	50 м 97 м	Ширина Длина	5 м 52 м
Длина наклонной линии	$\sqrt{9^2 + 9^2}$	12,7 м	$\sqrt{54^2 + 9^2}$	54,7 м
Площадь одной малой боковой поверхности	59·12,7 (59 – ширина средней линии)	749,3 м <sup>2</sup>	59·54,7 (59 – ширина средней линии)	3227,3 м <sup>2</sup>
Площадь обеих малых боковых поверхностей	749,3·2	1498,6 м <sup>2</sup>	3227,3·2	6454,6 м <sup>2</sup>
Площадь одной большой боковой поверхности	106·12,7 (106 – длина средней линии)	1346,2 м <sup>2</sup>	106·54,7 (106 – длина средней линии)	5798,2 м <sup>2</sup>
Площадь обеих больших боковых поверхностей	1346,2·2	2692,4 м <sup>2</sup>	5798,2·2	11596,4 м <sup>2</sup>
Общая площадь наклонных плоскостей	1498,6 + 2692,4	4191 м <sup>2</sup>	6454,6 + 11596,4	18 041 м <sup>2</sup>
Площадь наклонных плоскостей и дна карьера	4191 + 50·97	9041 м <sup>2</sup>	18 041 + 5·52	18 301 м <sup>2</sup>

3.4. *Определяют марку скрепера для доставки и распределения растительного слоя грунта по поверхности рекультивированного карьера.* Выбирают по табл. 5.8 марку скрепера. Согласно подразделу 5.4.2 и табл. 5.20 на земляных работах задействованы прицепные скреперы с емкостью ковша 10 м<sup>3</sup>. По табл. 5.8 вместимость ковша с шапкой (10...11 м<sup>3</sup>) имеет место у скрепера прицепного марки ДЗ-77А.

Принимают условие, что в течение рабочей смены скрепер совершает, *например*, 8 рейсов. Следовательно, за смену один скрепер перевезет объем грунта:

$$V_{\text{скреп}} = V_{\text{ковш}} \cdot n = 10 \cdot 8 = 80 \text{ м}^3,$$

где  $V_{\text{ковш}}$  – емкость ковша скрепера, *например*, 10 м<sup>3</sup>;  $n$  – число рейсов, совершаемых скрепером за смену.

Весь объем растительного грунта один скрепер перевезет за расчетное количество смен

$$N_{\text{см}} = \frac{V_{\text{раст.гр}}}{V_{\text{скреп}}} = \frac{1830,1}{80} \approx 23 \text{ смены.}$$

Четыре скрепера распределят растительный грунт по поверхности рекультивированного карьера за  $23 : 4 = 6$  смен.

**4. Строят график границ использования карьеров.** Условие данной задачи заключается в том, что на строящемся участке дороги разведаны два карьера с песчано-гравийной смесью, из которой отсыпают насыпь автомобильной дороги. Необходимо определить протяженность участков дороги, на которых насыпь отсыпают из первого карьера и из второго.

На основании исходных данных составляют совмещенный график стоимости перевозки единицы груза в зависимости от расстояния его транспортировки со схемой расположения карьеров на строящемся участке дороги (рис. 8.3).

График состоит из верхней части, где расположен график зависимости стоимости единицы продукции от расстояния транспортирования и нижней части, включающей протяженность участка дороги с обозначением мест расположения карьеров и их примыкания к строящемуся участку, а также нанесением зоны действия карьеров.

**5. Определяют стоимость 1 м<sup>3</sup> песчано-гравийной смеси, вывозимой из карьеров.** Составляют ведомость расчета стоимости транспортных расходов по перемещению песчано-гравийной смеси из карьеров (табл. 8.4).

Заполнение таблицы осуществляют в следующей последовательности.

**Столбец 1.** Записывают название материала, применяемого для отсыпки насыпи земляного полотна, например песчано-гравийная смесь.

**Столбец 2.** Согласно исходным данным отсыпка насыпи осуществляется песчано-гравийной смесью, добываемой в двух карьерах.

**Столбец 3.** Согласно исходным данным первый карьер находится на расстоянии, например, 3,1 км, а второй — на расстоянии 3,3 км.

**Столбец 4.** Четвертый столбец для каждого карьера разбит на три строки. Расстояние из столбца 3 записывают в среднюю строку четвертого столбца. В верхнюю строку записывают расстояние от карьера до дороги с поворотом налево до нулевого пикета. В нижнюю строку записывают расстояние от карьера до дороги с поворотом направо до пикета 40. Поскольку дорога от карьера П-1 выходит на нулевой пикет, поворот налево отсутствует, расстояние ставят одинаковым в средней и верхней строках.

**Столбец 5.** Насыпная плотность песчано-гравийной смеси в каждом карьере соответствует исходным данным.

**Столбец 6.** Провозную плату принимают согласно табл. 8.1. (Сборник сметных цен на перевозки грузов для строительства (ССЦПГ, часть 1) СНиП 4.04-91. Плата распространяется на провоз 1 т груза.

**Столбец 7.** Отпускную цену на природные нерудные материалы принимают по табл. 8.5, например оптовая цена 0,88 руб., индекс позиции С412-1268.



Таблица 8.4

## Ведомость расчета стоимости транспортных расходов материала из карьера

Материал	Номер карьера	Расстояние до выхода на трассу, км	Длина подъездного пути слева и справа	Насыпная плотность $\rho_{нас}$ , т/м <sup>3</sup>	Провозная плата $P_{провоз}$ , руб./т	Стоимость 1 м <sup>3</sup> , руб.		
						Отпускная цена $C_{отп}$	Транспортные расходы $P_{транс}$	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Песчано-гравийная смесь	П-1	3,1	3,1	1,6	0,39	0,88	0,624	1,504
			3,1		0,39		0,624	1,504
			7,1		0,71		1,136	2,016
	П-2	3,3	7,1	1,65	0,71	0,88	1,171	2,051
			3,3		0,39		0,643	1,523
			3,5		0,43		0,709	1,589

Таблица 8.5

## Отпускная цена на природные нерудные материалы

Материал	Индекс позиции	Оптовая цена, руб.
1	2	3
Щебень марки 1400, фракции, мм:		
5...10	C412-1249	7,12
5...20	C412-1249-1	6,02
10...20	C412-1249-2	5,64
20...40	C412-1249-3	4,32
40...70	C412-1249-4	3,22
Щебень марки 1200, фракции, мм:		
5...10	C412-1250	6,79
5...20	C412-1250-1	5,75
10...20	C412-1250-2	5,36
20...40	C412-1250-3	4,10
40...70	C412-1250-4	3,05
Щебень марки 200, фракции, мм:		
5...10	C412-1256	4,81
5...20	C412-1256-1	4,10
10...20	C412-1256-2	3,82
20...40	C412-1256-3	2,89
40...70	C412-1256-4	2,17
Щебень из гравия марки Др.8, фракции, мм:		
5...10	C412-1258	7,98
5...20	C412-1258-1	6,77
10...20	C412-1258-2	6,16
20...40	C412-1258-3	4,90
40...70	C412-1258-4	3,69
Щебень из гравия марки Др.24, фракции, мм:		
5...10	C412-1261	5,83
5...20	C412-1261-1	4,90
10...20	C412-1261-2	4,46
20...40	C412-1261-3	3,58
40...70	C412-1261-4	2,70

1	2	3
Гравий для строительных работ марки Др.8, фракции, мм:		
5...10	C412-1262	6,22
5...20	C412-1262-1	5,39
10...20	C412-1262-2	5,12
20...40	C412-1262-3	4,62
40...70	C412-1262-4	3,58
Песок для строительных работ природный	C412-1266	2,20
Песок природный обогащенный	C412-1267	3,74
Песок природный – 50 %, обогащенный – 50 %	C412-9007	2,97
Смеси песчано-гравийные природные	C412-1268	0,88

Столбец 8. Транспортные расходы рассчитывают из выражения, например:

$$P_{\text{транс}} = \rho_{\text{нас}} \cdot P_{\text{провоз}} = 1,6 \cdot 0,39 = 0,624 \text{ руб.}$$

Столбец 9. Определяют общую стоимость 1 м<sup>3</sup> перевозимой песчано-гравийной смеси из выражения, например:

$$C_{\text{ПГС}} = C_{\text{отп}} + P_{\text{транс}} = 0,88 + 0,624 = 1,504 \text{ руб.}$$

На основании проведенных вычислений по разделу определены:

- размеры карьера, необходимого для разработки грунта по отсыпке насыпи автомобильной дороги;
- площадь поверхности карьера после рекультивации, которая выполнена с учетом уполаживания откосов и распределения растительного грунта по поверхности карьера;
- границы зон действия карьеров.

---



# Раздел 9

---

## КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

---

### Введение

**Качество продукции** – совокупность свойств, обуславливающих пригодность продукции, удовлетворяющих определенные потребности в соответствии с ее назначением. Продукцией дорожного строительства является построенная дорога. Качество автомобильной дороги зависит от качества проектных решений, качества применяемых материалов, эффективности технологических процессов производства работ, эффективности применяемых средств механизации и автоматизации, соблюдения требований норм и технических условий, квалификации и знаний инженерно-технических работников.

Для обеспечения качества необходимо проведение технического контроля. **Технический контроль** – совокупность мероприятий по определению основных характеристик качества применяемых материалов, технологических процессов и готовой продукции и сопоставление их с требованиями проекта, норм, технических условий и стандартов.

В дорожном строительстве различают три вида контроля: входной, операционный, приемочный.

**Входной контроль** заключается в испытании грунтов, исходных материалов и смесей. Целью входного контроля является обоснование возможности применения грунтов, материалов и смесей в строительстве дорожных сооружений.

**Операционный контроль** заключается в измерении показателей качества выполнения технологических операций и сопоставлении их с проектными или нормативными значениями. Целью операционного контроля является обеспечение качества объекта путем регулирования параметров технологических процессов.

**Приемочный контроль** состоит в определении показателей качества законченных дорожных сооружений и сопоставлении их с проектными или нормативными значениями. Целью приемочного контроля является оценка качества готовых дорожных сооружений.

### 9.1. Состав технического контроля качества

**Входной контроль.** До начала сооружения земляного полотна проверяют соответствие принятых в проекте и фактических показателей состава и состояния грунта.

*Состав* характеризуется гранулометрическим составом (крупностью частиц) и пластичностью глинистых грунтов (числом пластичности и показателем текучести), которые определяются по наименованию вида и разновидности, наличию крупных включений, влажности (СТБ 943-2007, табл. П.5.1, табл. П.5.2, приложение 5).

*Состояние* характеризуется влажностью (естественной, оптимальной, полной влагоемкостью, степенью влажности, на границе текучести и границе раскатывания), плотностью (дисперсного, сухого, частиц грунта) и пористостью (коэффициентом пористости).

*При входном контроле проверяют:*

- состав грунта (по вышеобозначенным показателям выбирают соответствующие статьи в СТБ 943-2007 и определяют наименование грунта, его вид и разновидность);
- наличие крупных включений (размер, вид поверхности, количество);
- влажность грунта (естественную) в резервах, выемках, карьерах. В процессе разработки резервов (выемок, карьеров) проводят систематические наблюдения за изменением влажности грунтов. Отбор проб на влажность (не менее двух на каждый километр при трассового резерва) производят с периодичностью один раз в неделю при устойчивой погоде и ежедневно после дождей интенсивностью более 5 мм/сут. Результаты входного контроля резервов оформляют в журналах входного контроля.

Проверку резервов, карьеров, выемок осуществляют путем бурения или шурфования с отбором проб. Глубина отбора проб должна соответствовать проектной глубине выработки. При однородных грунтах допустимо отбирать одну пробу, при изменении состава или влажности — не менее трех по глубине.

При входном контроле производят уплотнение грунтов методом пробного уплотнения. Это необходимо для уточнения числа проходов по одному следу уплотняющей техники, обеспечивающей придание грунту требуемой степени уплотнения. Пробное уплотнение выполняют на опытных захватках.

*Метод пробного уплотнения включает следующие операции:*

- выбор площадки для пробного уплотнения;
- разбивочные работы;
- контроль плотности естественного основания;
- отсыпку и планировку грунта;
- прикатку легкими катками за 2...4 прохода;
- уплотнение грунта;
- контроль плотности грунта.

Для немедленного реагирования степени уплотнения на изменение технологического регламента, включающего количество проходов по одному следу, применяют средства измерения, позволяющие получать результаты экспресс-методами: гамма-плотномеры, плотномеры пенетрационные статического или динамического действия, штамповые установки, приспособления для измерения осадки под колесом автомобиля.

**Операционный контроль.** К постоянно контролируемым показателям качества сооружения земляного полотна относятся:

- соответствие проекту осевой линии поверхности земляного полотна в плане и профиле;

- ширина земляного полотна;
- крутизна откосов;
- возвышение насыпи на величину запаса на осадку;
- укрепление откосов.

*При операционном контроле проверяют:*

- толщину снимаемого плодородного слоя (контролируют по разности отметок непосредственного измерения на обресе, а также по цвету грунта);

- толщину отсыпаемых слоев с учетом осадки на уплотнение (по разности отметок);

- однородность грунта в слоях насыпи (при визуальной оценке принимаются во внимание цвет, степень агрегированности и технологические особенности — липкость; для точного измерения определяют показатель максимальной неоднородности);

- плотность грунта в основании земляного полотна и в слоях насыпи. При ширине земляного полотна до 20 м плотность грунта определяют по оси и на расстоянии 1,5...2 м от бровки, при ширине земляного полотна более 20 м — дополнительно между осью и бровкой® (рис. 9.1). Плотность в слоях насыпи определяют на глубине одной трети толщины слоя, но не менее 8...10 см от поверхности. Плотность грунта на откосах контролируют путем отбора проб в центре откоса и на расстоянии 1 м от бровки и подошвы земляного полотна. Контроль плотности грунта производят на каждой сменной захватке, но не

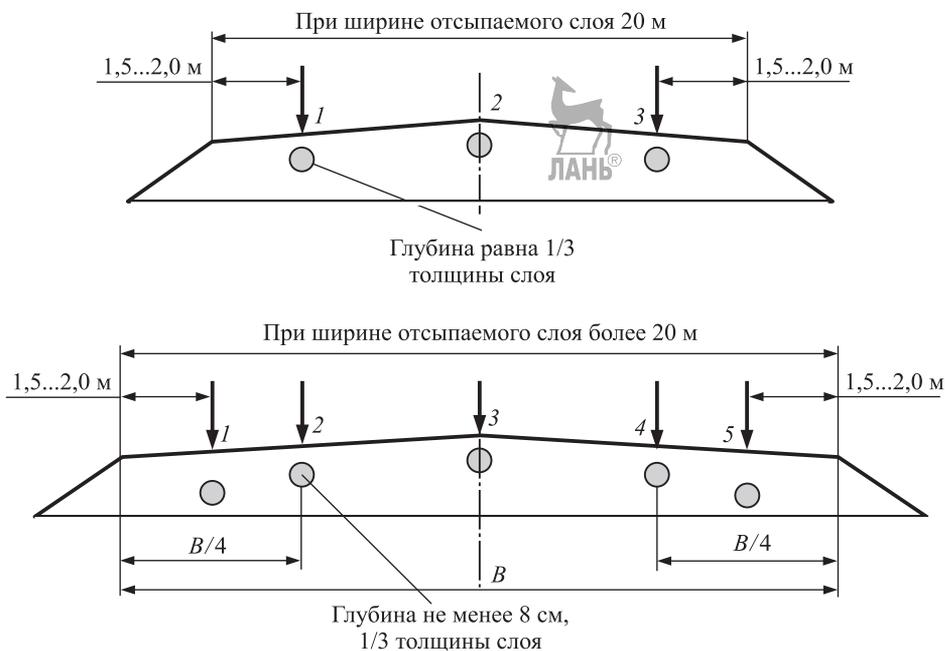


Рис. 9.1. Схема измерения плотности грунта земляного полотна

реже чем через 200 м при высоте насыпи до 3 м и через 50 м при высоте насыпи более 3 м. Контроль плотности верхнего слоя производят не реже чем через 50 м, независимо от высоты насыпи. Дополнительно осуществляют контроль плотности труб;

- влажность используемого грунта (естественную влажность);
- ровность поверхности (контроль визуальный);
- поперечный профиль земляного полотна (измеряют ширину земляного полотна, расстояние между осью земляного полотна и бровкой, поперечный уклон – 20...40 ‰, крутизну откоса, проверку выполняют нивелированием и мерной лентой);
- внешний вид и соответствие проектным показателям водоотводных и дренажных сооружений (размеры и продольный уклон).

*При сооружении земляного полотна на болоте дополнительно определяют:*

- полноту выторфовывания (относительное содержание органического вещества в основании корыта после выемки торфа);
- скорость возведения насыпи (по датам отсыпки слоев);
- величину осадки (нивелирование осадочной марки);
- размеры вертикальных прорезей или дрена;
- коэффициент фильтрации песка в прорезях и дренах (производят отбор проб с последующим лабораторным определением коэффициента фильтрации на приборе СоюзДорНии).

Осадочная мерка предназначена для контроля осадок основания и толщины насыпного слоя. Она представляет собой металлическую конструкцию, состоящую

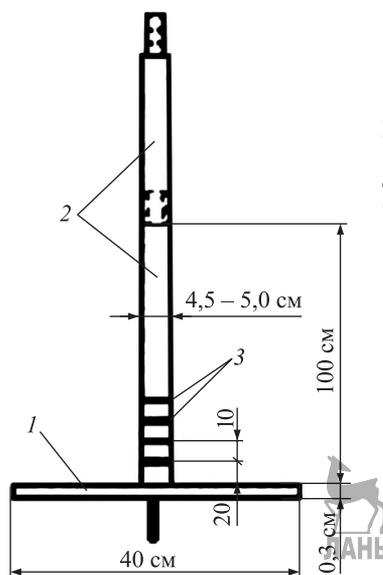


Рис. 9.2. Осадочная мерка:  
1 – пластина-основание; 2 – мерная штанга; 3 – деления на трубе, обозначенные краской, для измерения осадки мерной штанги

их двух труб, находящихся одна в другой (рис. 9.2). К внутренней трубе (мерная штанга) прикреплено основание в виде металлической пластины, которую устанавливают на грунтовое основание или уплотняемый слой грунта. Внешняя труба необходима, чтобы отсыпaeмый грунт не заклинивал вертикальное перемещение внутренней трубы.

Отклонение полученных данных от проектных не должно превышать 10 %.

**Приемочный контроль** производится после сооружения земляного полотна с оформлением соответствующего акта, без которого начало работ по строительству дорожной одежды не допускается.

*Различают следующие виды приемки работ:*

- приемка скрытых работ (проводится в случае, если конструктивные элементы будут частично или полностью скрыты последующими работами);
- промежуточная приемка выполненных работ (для определения качества и объема работ, оплачиваемых заказчиком);
- приемка в эксплуатацию (производится государственной комиссией).

Акты освидетельствования скрытых работ составляют после выполнения следующих работ:

- снятия плодородного слоя почвы, выторфовывания, устройства уступов на косогорах, замены грунтов, устройства свайных оснований под насыпями, устройства гидро- и теплоизоляционных слоев, укладки армирующих элементов, слоев текстильных материалов;
- устройства водоотвода и дренажей, укрепления русел у водопропускных сооружений;
- возведения и уплотнения земляного полотна и подготовки его поверхности для устройства дорожной одежды;
- засева трав на откосах;
- восстановления плодородного слоя почвы при рекультивации.

До предъявления земляного полотна к сдаче-приемке производят приемку водоотвода, дренажей, подпорных стенок, противооползневых сооружений.

Земляное полотно подлежит промежуточной приемке в общем процессе строительства автомобильной дороги. Приемочный контроль включает:

- освидетельствование: визуальное, документации скрытых работ, производственного контроля, результатов лабораторных испытаний, ведомостей оползневых участков, наблюдений за осадкой земляного полотна на слабых грунтах;
- контрольные замеры.

Вместе с приемкой земляного полотна составляются акты о приемке резервов и карьеров после рекультивации.

## 9.2. Организация производственного контроля

Производственный контроль на участке строительства автомобильной дороги выполняет строительная организация, являющаяся непосредственным исполнителем работ.

*Входной контроль*, включающий проверку резервов и обследование оснований, осуществляют на стадии предпроизводственной подготовки отраслевыми лабораториями. Пробное уплотнение проводят с участием представителей технического надзора и центральной лаборатории.

*Операционный контроль* выполняют в соответствии со схемами, которые входят в состав технологической карты и содержат:

- эскиз земляного полотна с допускаемыми отклонениями от геометрических размеров;
- ведомость применяемых грунтов с указанием их вида и разновидности, оптимальной влажности, максимальной плотности, допускаемых отклонений коэффициентов уплотнения, требуемой толщины слоев, числа проходов катка по одному следу (в соответствии с актом пробного уплотнения);
- состав и сроки операционного контроля;
- перечень контрольных операций, выполняемых прорабом, мастером, лабораторией, геодезической службой;
- перечень скрытых работ, подлежащих освидетельствованию с составлением акта.

---

Ответственным за проведение контроля качества является прораб, который привлекает для измерения отдельных показателей сотрудников производственной лаборатории.

*Приемочный контроль.* Земляное полотно принимают в полностью готовом виде, включая и укрепление откосов. Приемку земляного полотна оформляют соответствующим актом как промежуточную в присутствии представителей технического надзора. Без представления акта промежуточной приемки выполнение работ по строительству дорожной одежды не разрешается. Промежуточную приемку водоотвода, дренажей, подпорных стенок, противооползневых сооружений осуществляют и оформляют соответствующими актами до сдачи земляного полотна.

Отсыпку и уплотнение присыпных обочин выполняют по мере устройства дорожной одежды.

## Задание по разделу 9

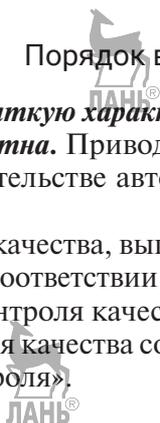
1. Представить краткую характеристику контроля качества при строительстве земляного полотна.

### Порядок выполнения

**1. Представляют краткую характеристику контроля качества при строительстве земляного полотна.** Приводят сведения о видах контроля качества, выполняемых при строительстве автомобильных дорог по материалу, изложенному во введении.

Работы по контролю качества, выполняемые при строительстве земляного полотна, представляют в соответствии с материалом, изложенным в подразделе «Состав технического контроля качества».

Организация контроля качества составляется по подразделу «Организация производственного контроля».



---

# Раздел 10

---

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ, ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

---

### Введение

*Техника безопасности* – система организационных мероприятий, технических средств и методов, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов. Целью техники безопасности является предельное сокращение факторов, влияющих на возможность получения травм или заболеваний, связанных с производственной деятельностью.

Правила техники безопасности доводятся до каждого работающего путем проведения инструктажей: вводного, первичного на рабочем месте, повторного, внепланового и целевого.

*Охрана труда* – система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда. Охрана труда включает:

- отношения между работодателем и работником (трудовые отношения);
- соответствие рабочего места работника условиям охраны труда;
- правовые нормы, которые регламентируют условия охраны труда в производственных отношениях.

В охрану труда входят:

- техника безопасности;
- гигиена труда;
- пожарная безопасность;
- санитарно-эпидемиологические требования;
- безопасность продукции;
- технологическая безопасность и др.

*Охрана окружающей среды* – комплекс мер по ограничению отрицательного воздействия человеческой деятельности на окружающую среду, направленных на защиту природы. Охрана окружающей среды включает ограничение выбросов в атмосферу, охрану земель и меры по защите почв, охрану лесов и водоемов, сохранение фауны (видов животных, обитающих на определенной территории) и флоры (видов растений, распространенных на конкретной территории).

## 10.1. Мероприятия по технике безопасности

Мероприятия по технике безопасности обозначены в проектах производства работ и включают:

- наличие, расположение и организацию движения по постоянным и временным дорогам;
- ограждение опасных зон;
- выполнение производственных процессов безопасными способами;
- безопасные условия эксплуатации строительных машин, кранов, установок;
- соблюдение безопасных условий эксплуатации энергетических сетей и водоснабжения;
- наличие санитарно-бытовых помещений;
- правила эксплуатации складских площадок.

**Работа дорожных машин и технологического оборудования.** При сооружении земляного полотна источниками опасных факторов являются движущиеся дорожно-строительные машины и работающее оборудование. Перед началом механизированных работ проводятся проверка машин и устранение мелких неполадок. По прибытии на объект работ выполняют визуальный осмотр площадки выполнения технологических операций. Особое внимание уделяют наличию линий ЛЭП, подземных линий коммуникаций, крупных камней, крутых откосов и склонов. При одновременной работе нескольких машин минимальное расстояние между ними должно составлять 5 м.

К управлению дорожными машинами допускаются лица, достигшие 18 лет, имеющие удостоверение на право управления данной машиной и знающие требования к безопасному ведению работ.

При развороте автогрейдера в конце профилируемого участка движение должно осуществляться на первой скорости.

Места временных стоянок для дорожно-строительных машин размещаются вне охранных зон водоемов и должны быть оконтурены по периметру грунтом.

Дорожно-строительные машины должны быть проверены на токсичность выхлопных газов. Заправку необходимо производить из автоцистерн.

Все участники работ должны быть обеспечены рабочей одеждой, защитными головными уборами, яркой экипировкой (сигнальные жилеты с отражающими элементами), отличающей их от окружающей местности как в дневное, так и в ночное время суток.

**Подготовительные работы.** В зоне валки деревьев в радиусе 50 м во всех направлениях устанавливаются запрещающие знаки. К выполнению работ по валке леса допускаются рабочие не моложе 18 лет, прошедшие инструктаж по технике безопасности. При валке леса в зимнее время предварительно уплотняют снег вокруг сваливаемого дерева и протаптывают дорожки под углом 45° (от дерева) длиной 4...5 м для обеспечения быстрого отхода от дерева в момент его падения. При падении дерева вальщик и его помощник

---

должны отойти на расстояние 4...5 м. Подпиливание или подруб делают с той стороны, в которую намечена валка дерева. Деревья, имеющие наклон, валят в сторону их наклона. Деревья срезают на уровне 3...5 см от поверхности земли.

Обрубка сучьев разрешается только на лежащем на земле дереве от комля к вершине и на расстоянии не менее 50 м от места валки деревьев.

Трелевать деревья разрешается на расстоянии до 500 м только по трелевочным волокам шириной не менее 5 м с участков, расположенных не ближе 50 м к месту валки деревьев или обрубки сучьев.

Раскряжевку хлыстов производят на предварительно расчищенном месте, уложив ствол дерева на подкладки.

При расчистке полосы отвода от кустарника и мелколесья кусторезом зона его работы должна быть предварительно очищена от камней, пней, а также деревьев, диаметр которых на линии среза превышает 20 см. При выполнении работ одновременно двумя кусторезами расстояние их друг от друга должно составлять не менее 40 м, а подсобные рабочие должны находиться не ближе 25 м от кустореза.

**Земляные работы (в выемках, карьерах, сооружение насыпи).** До начала работ по возведению земляного полотна должен быть обеспечен отвод поверхностных вод или понижение уровня грунтовых вод (при высоком уровне).

При разработке выемок с уступами ширина последних должна составлять не менее 2,5 м.

Крутизну откосов котлованов и траншей в переувлажненных глинистых грунтах следует уменьшать до величины естественного откоса (составляется акт). Запрещается разрабатывать без крепления переувлажненные песчаные, лёссовидные и насыпные грунты. Для крепления грунтов естественной влажности в котлованах и траншеях глубиной 3...5 м устанавливают стойки через 1,5 м, которые усиливают распорками, а за стойки горизонтально закладывают доски толщиной 4...5 см.

В дождливую погоду на глинистых грунтах производить земляные работы запрещается.

Путь движения экскаватора в пределах объекта производства работ должен быть выровнен и спланирован, а на слабых грунтах усилен щитом или пластом.

Запрещается находиться рабочим под ковшом, стрелой или в радиусе действия экскаватора плюс 5 м. Кабина автосамосвала защищается козырьком.

При отделочных работах с применением экскаваторов-планировщиков рабочим запрещается находиться в зоне действия машины, ниже по откосу и у подошвы плюс по 15 м в обе стороны.

Движение автомобилей-самосвалов задним ходом к месту погрузки и выгрузки грунта разрешается на расстояние не более 50 м и должно сопровождаться звуковым сигналом. При выгрузке грунта из автомобиля-самосвала

---

на насыпь расстояние от оси его заднего колеса до бровки естественного откоса насыпи должно быть не менее 2 м.

При работе катка минимальное расстояние до бровки земляного полотна должно составлять не менее 1,5 м. Перед началом работы катка необходимо проверить исправность ножного тормоза и ручного управления. Запрещается производить осмотр и ремонт катка при работающем двигателе и незатормованном катке.

Запрещается уплотнять грунт машинами с падающими плитами на участках с уклонами более 7°. При уплотнении грунта трамбуемыми плитами, смонтированными на экскаваторах, необходимо находиться не ближе 5 м от трамбующей плиты.

## 10.2. Мероприятия по охране окружающей среды

При выполнении работ по строительству автомобильных дорог обеспечивают следующие направления охраны природной среды:

- отвод земельных площадей для постоянного и временного пользования в соответствии с действующими нормативными документами;
- максимальное сохранение площадей, занятых под пашню, лесные угодья, природоохранные полосы вдоль рек, рыбохозяйственные водоемы, заповедники;
- использование придорожной полосы для разработки грунтов при возведении насыпей только после технико-экономического обоснования;
- сохранение плодородного слоя почвы на землях, отводимых для временного и постоянного пользования;
- по завершении строительства проведение работ по сельскохозяйственной, лесохозяйственной, рыбохозяйственной, водохозяйственной, рекреационной, санитарно-гигиенической, строительной рекультивации с целью восстановления условий коренного обитания и воспроизводства животного и растительного мира;
- недопущение загрязнения поверхности земли, атмосферы, водоемов свыше предельно допустимых норм продуктами технологического воздействия (пыль, газы, продукты испарения, твердые выбросы, химические вещества, шум, вибрация);
- сохранение геологического, гидродинамического и биологического режимов естественного залегания и протекания процессов, происходящих в верхних слоях горных пород (эрозия, осушение, заболачивание, оползни, осыпи и т.п.);
- предупреждение ухудшений условий существования людей, животного и растительного мира (изменение ландшафта, русел рек, нарушение сложившихся путей миграции насекомых и путей сообщения животных, изменение уровня залегания грунтовых вод и т.п.);
- предупреждение эстетического ущерба от визуального изменения окружающего пространства и появления чужеродных элементов (уничтожение и

---

сокращение площадей, занимаемых рощами, дубравами, отдельными деревьями, связанными с историческими событиями, памятниками, геологическими образованиями и т.п.).

### **Задание по разделу 10**

1. Представить краткую характеристику техники безопасности, охраны труда и окружающей среды.



#### **Порядок выполнения**

**1. Представляют краткую характеристику техники безопасности, охраны труда и окружающей среды.** Приводят сведения о мероприятиях по технике безопасности и охране окружающей среды по материалу, изложенному в разделе 10.





## Исходные данные для

### Изменение расчетных параметров

№ варианта	Категория	Область строительства	Метеостанция	Продолжительность, мес.	Начало строительства, мес.	Глубина болота, м
1	2	3	4	5	6	7
1	II	Брест	Брест	7	03	2,0
2	III		Барановичи	8	04	2,1
3	IV		Ганцевичи	7	03	2,2
4	II		Пинск	8	04	2,3
5	III	Витебск	Витебск	7	05	2,4
6	IV		Полоцк	9	03	2,5
7	II		Лепель	7	04	2,6
8	III		Орша	8	03	2,7
9	IV		Сенно	7	04	2,8
10	II	Гомель	Гомель	8	05	2,9
11	III		Жлобин	7	03	3,0
12	IV		Василевичи	9	03	3,1
13	II		Брагин	7	03	3,2
14	III	Гродно	Гродно	8	04	3,3
15	IV		Лида	7	05	3,4
16	II		Новогрудок	8	03	3,5
17	III		Волковыск	7	04	3,2
18	IV	Минск	Минск	9	03	3,1
19	II		Борисов	7	04	3,0
20	III		Слуцк	8	05	2,9
21	IV		Вилейка	7	03	2,8
22	II	Могилев	Могилев	8	04	2,7
23	III		Горки	7	03	2,6
24	IV		Бобруйск	9	03	2,5
25	II		Славгород	7	05	2,4
26	III	Брест	Брест	8	03	2,3
27	IV	Витебск	Витебск	7	04	2,0
28	II	Гомель	Гомель	8	03	2,1
29	III	Гродно	Гродно	9	03	2,2
30	IV	Могилев	Могилев	7	04	2,3

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### выполнения расчетных работ



Таблица П.1.1

в зависимости от выбранного варианта

Характеристика водопропускной трубы			Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>		Грузоподъемность авто, т	Технология (табл. 6.1)	Границы использования карьеров			
Маркировка звена (П.6.1)	Тип оголовка	Укрепление русел					Расстояние от карьера		№ пикета примыкания	
			П1	П2			П1	П2	П1	П2
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Норм.	Монолит	1,40	1,70	10	6.1	2	5	01	40
2	Норм.	П-1	1,41	1,69	12	6.2	3	4	02	38
3	Кон.	П-2	1,42	1,68	15	6.3	4	3	03	39
4	Норм.	Мош.цем.	1,43	1,67	10	6.4	5	2	01	39
5	Норм.	Монолит	1,44	1,66	12	6.5	2	5	00	38
6	Кон.	П-1	1,45	1,65	15	6.6	3	4	02	40
1	Норм.	П-2	1,46	1,64	10	6.7	4	3	03	38
2	Норм.	Мош.цем.	1,47	1,63	12	6.8	5	2	01	40
3	Кон.	Монолит	1,48	1,62	15	6.9	2	5	00	38
4	Норм.	П-1	1,49	1,61	10	6.1	3	4	02	40
5	Норм.	П-2	1,50	1,60	12	6.2	4	3	03	38
6	Кон.	Мош.цем.	1,51	1,70	15	6.3	5	2	01	40
1	Норм.	Монолит	1,52	1,69	10	6.4	2	5	02	38
2	Норм.	П-1	1,53	1,68	12	6.5	3	4	03	39
3	Кон.	П-2	1,40	1,67	15	6.6	4	3	01	39
4	Норм.	Мош.цем.	1,41	1,66	10	6.7	5	2	00	38
5	Норм.	Монолит	1,42	1,65	12	6.8	2	5	02	40
6	Кон.	П-1	1,43	1,64	15	6.9	3	4	03	38
1	Норм.	П-2	1,44	1,63	10	6.1	4	3	01	40
2	Норм.	Мош.цем.	1,45	1,62	12	6.2	5	2	00	38
3	Кон.	Монолит	1,46	1,61	15	6.3	2	5	02	40
4	Норм.	П-1	1,47	1,60	10	6.4	3	4	03	38
5	Норм.	П-2	1,48	1,70	12	6.5	4	3	01	40
6	Кон.	Мош.цем.	1,49	1,69	15	6.6	5	2	02	38
1	Норм.	Монолит	1,50	1,68	10	6.7	2	5	03	39
2	Норм.	П-1	1,51	1,67	12	6.8	3	4	01	39
3	Кон.	Монолит	1,50	1,60	10	6.1	3	3	00	38
4	Норм.	П-1	1,51	1,70	12	6.2	2	4	01	39
5	Норм.	П-2	1,52	1,69	15	6.3	3	5	02	40
6	Норм.	Мош.цем.	1,53	1,68	10	6.4	2	3	03	39

*Категория* – приведена категория дороги (II...IV).

*Область строительства* – приведена административная область строительства участка дороги в зависимости от областного центра.

*Метеостанция* – приведен населенный пункт, имеющий метеостанцию и наиболее близко расположенный к району строительства участка дороги.

*Продолжительность* – приведена продолжительность строительства участка дороги в месяцах.

*Начало строительства* – приведен месяц, с которого начинается строительство участка автомобильной дороги (03 – март, 04 – апрель и т.д.).

*Глубина болота* – приведена глубина в метрах.

*Характеристика водопропускной трубы:*

- *маркировка звена* – приведена по табл. П.6.1 (например, 1 – Т100.25-2,3 и т.д.);
- *тип оголовка* – приведен тип, необходимый для расчета трубы (норм. – нормальный, кон. – конический) (рис. П.6.1);
- *укрепление русел* – приведены четыре варианта: монолит. – укрепление монолитным бетоном; П-1 – укрепление блоками П-1; П-2 – укрепление блоками П-2 (рис. П.6.3); мощ. цем – укрепление мощением на цементном растворе (рис. П.6.2).

*Насыпная плотность* – отношение массы рыхлого материала к его объему, полученному при свободной засыпке в емкость. Насыпная плотность равна плотности в естественном залегании (табл. П.5.7), умноженной на коэффициент уплотнения.

*Грузоподъемность автомобиля-самосвала* – масса груза, на перевозку которого рассчитано данное транспортное средство.

*Технология* – совокупность производственных процессов в строительстве. В учебном пособии приведены девять технологий строительства земляного полотна в виде насыпи или выемки с помощью автогрейдера, бульдозера, скрепера, экскаватора.

*Границы использования карьеров* – участок дороги, на котором грунт, отсыпaeмый в виде насыпи, доставлен из разведанного карьера, вследствие чего стоимость доставки единицы продукции минимальна по сравнению со стоимостью доставки из соседнего карьера.



**Задание (Исходные данные. Пример расчета)**  
**по учебному пособию «Строительство автомобильных дорог. Расчеты земляного полотна»**  
**студента \_\_\_\_\_ группы \_\_\_\_\_**  
**Категория дороги - \_\_\_\_\_**

Протяженность участка		1 км										2 км											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Пикеты	Высота насыпи	1,80	4,93	6,00	5,31	3,45	1,67	0,63															
	Рабочие отметки, м	2,10																		1,12	2,83	3,47	3,65
Кювет, профильный объем, м³ (по расчету)	Глубина выемки								-3,32	-5,41	-2,84	-3,40	-3,80	-4,54	-3,62	-2,54	-1,42						
	Кювет, профильный объем, м³ (по расчету)							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ситуация Лес																							
Характеристика леса		По крупности – крупный. Диаметр ствола 34 см. Диаметр пня 36 см.																					
Кустарник																							
Характеристика по густоте		Редкий																					
Болото, глубина 2,0 м																							
Луг, пашня, выгон																							
Неудобие																							
Протяженность участка		3 км										4 км											
Пикеты	Высота насыпи	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
	Рабочие отметки, м	1,04				1,64	3,73	5,80	3,57	3,08	2,10	3,62	2,83	1,75	1,60					0,65	2,10	3,60	
Кювет, профильный объем, м³ (по расчету)	Глубина выемки			-1,21	-4,30	-2,42																	
	Кювет, профильный объем, м³ (по расчету)		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ситуация Лес																							
Кустарник																							
Болото, глубина 2,0 м																							
Луг, пашня, выгон																							
Неудобие																							

\* Обозначены пикеты, на которых необходимо проставить объем кювета в выемке.



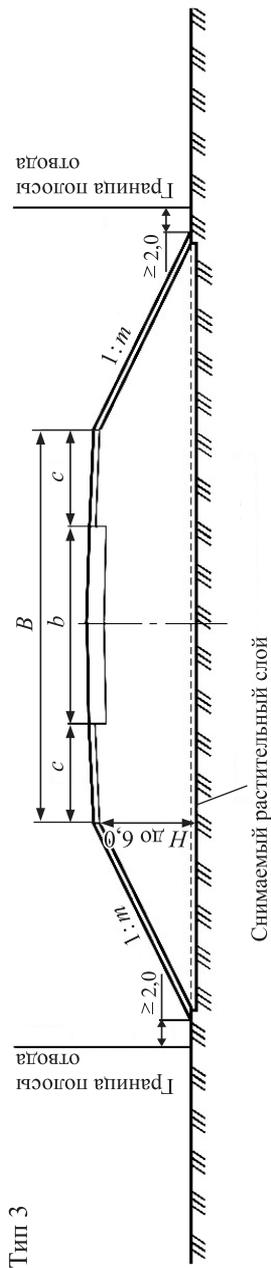


Рис. П.2.3. Поперечный профиль земляного полотна:  
тип 3 — насыпь высотой до 6 м

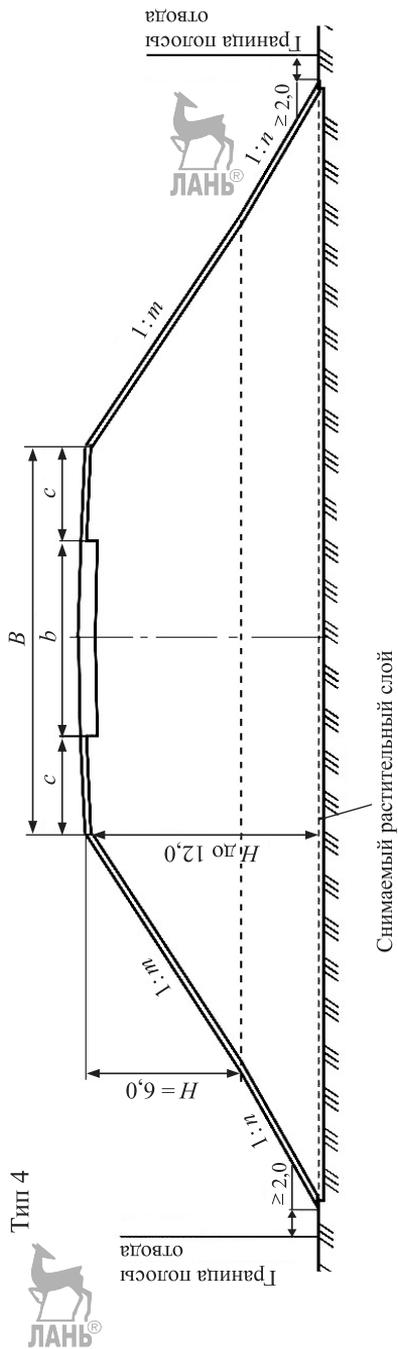


Рис. П.2.4. Поперечный профиль земляного полотна:  
тип 4 — насыпь высотой до 12 м

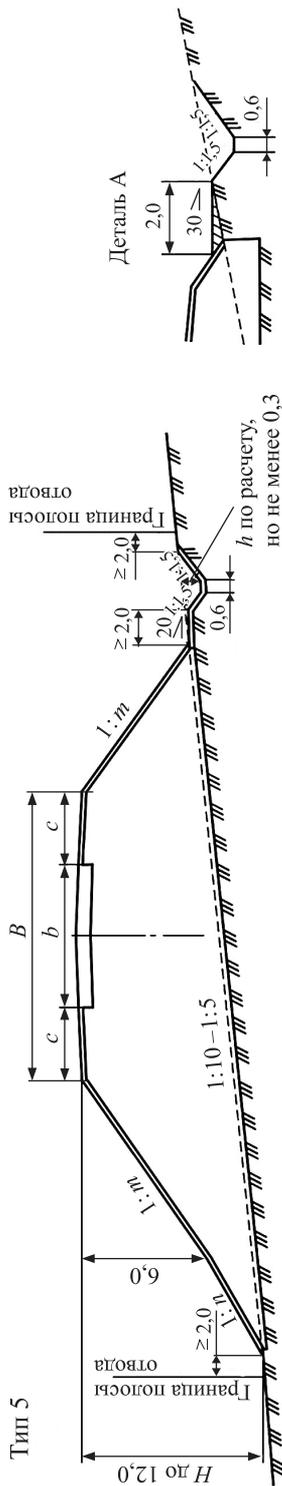


Рис. П.2.5. Поперечный профиль земляного полотна на косогоре:  
тип 5 — при крутизне склона 1:10...1:5 и высоте насыпи с низовой стороны до 12 м

Тип 6

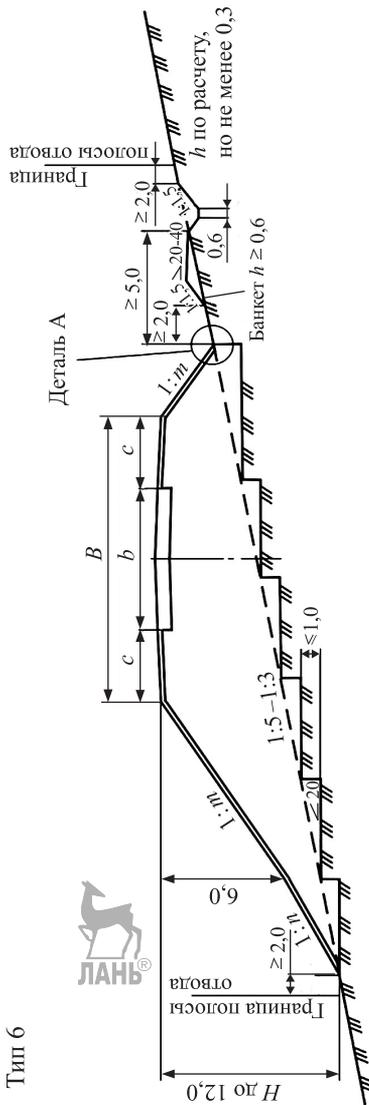


Рис. П.2.6. Поперечный профиль земляного полотна на косогоре:  
тип 6 — при крутизне склона 1:5...1:3 и высоте насыпи с низовой стороны до 12 м



Тип 7

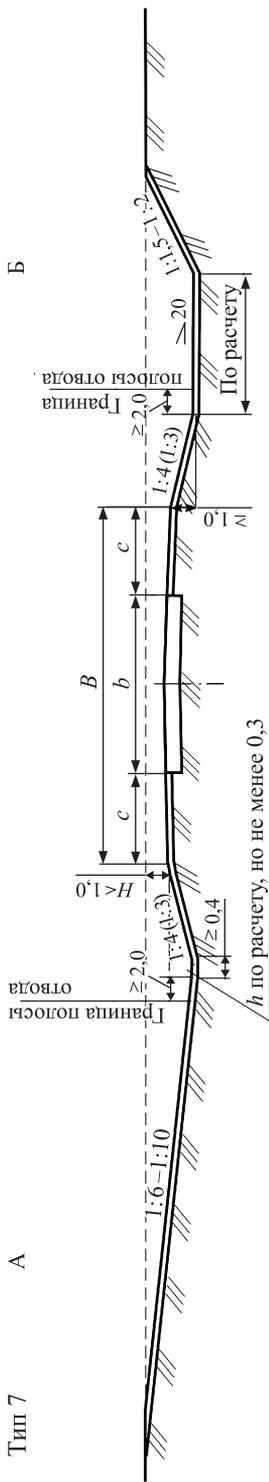


Рис. П. 2.7. Поперечный профиль земляного полотна при глубине выемки до 1 м:

тип 7 — выемка на начальном участке длиной не менее 10 м; тип 7А — раскрытая выемка в стесненных условиях; тип 7Б — выемка, разделанная под насыпь

Тип 8

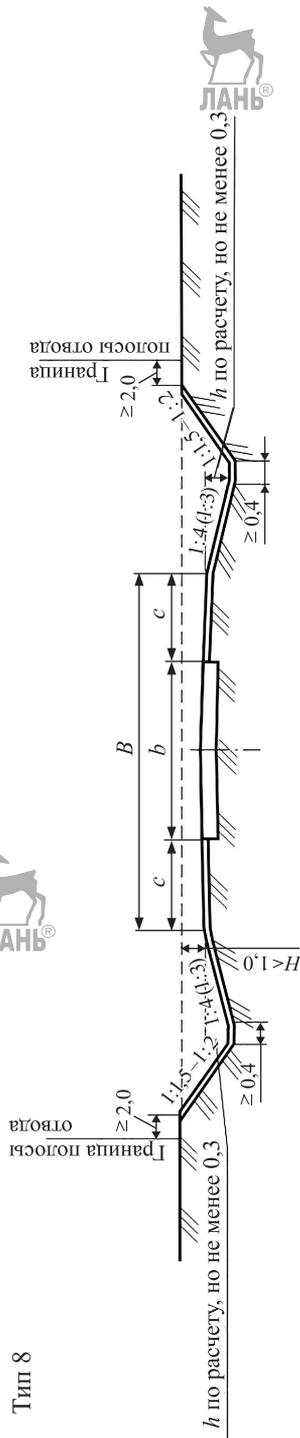


Рис. П. 2.8. Поперечный профиль земляного полотна при глубине выемки до 1 м:  
тип 8 — выемка в стесненных условиях







Тип 13

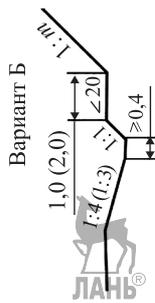
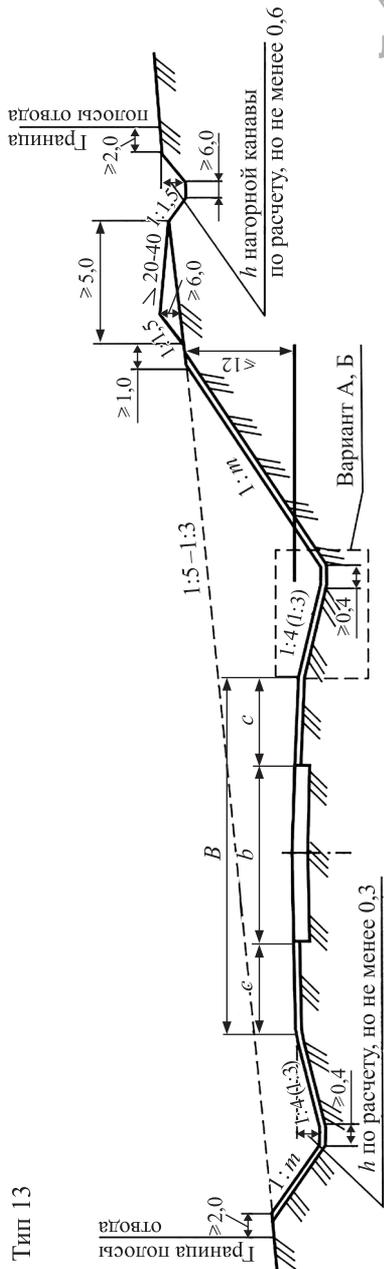


Рис. П.2.13. Поперечный профиль выемки:  
тип 13 – на склонах крутизной 1:5...1:3

Тип 14

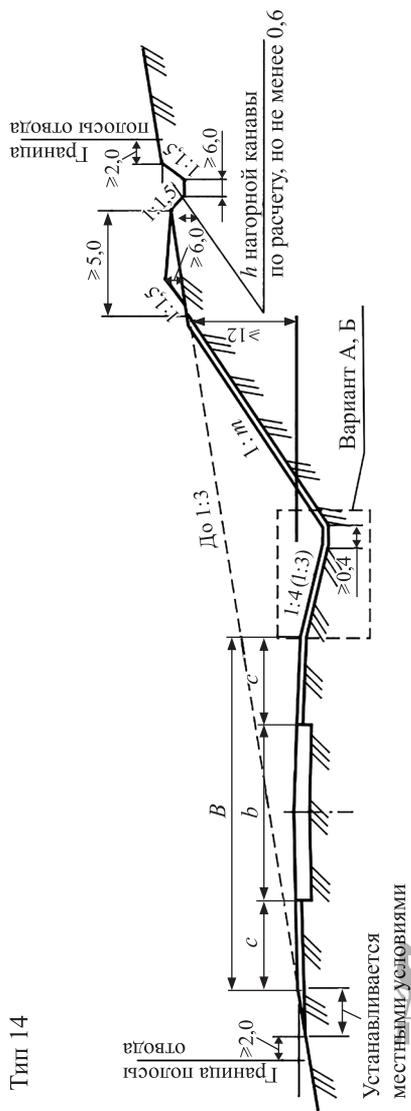


Рис. П.2.14. Поперечный профиль выемки:

тип 14 — на устойчивых склонах крутизной до 1:3 при устройстве выемки в виде полки



Климатические характеристики для метеостанций Беларуси

Таблица П.3.1

Средняя температура наружного воздуха по месяцам для метеостанции, °С

Область	Метеостанция	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Брестская	Брест	-4,5	-3,5	0,7	7,3	13,6	16,7	18,4	17,4	13,3	7,7	2,6	-1,8
	Барановичи	-6,2	-5,3	-1,3	6,1	13,1	16,3	17,8	16,8	12,4	6,6	0,9	-3,6
	Ганевичи	-5,8	-4,9	-0,9	6,4	13,1	16,3	17,8	16,5	12,1	6,5	1,3	-3,2
Витебская	Пинск	-5,3	-4,3	-0,2	7,2	13,8	16,9	18,3	17,2	12,9	7,1	1,7	-2,8
	Витебск	-7,9	-7,2	-2,7	5,1	12,6	16,0	17,8	16,2	11,1	5,3	-0,3	-5,1
	Полоцк	-7,3	-6,8	-2,5	5,0	12,3	15,7	17,5	16,1	11,1	5,5	0,0	-4,6
	Лепель	-7,3	-6,6	-2,3	5,2	12,6	16,0	17,7	16,2	11,4	5,7	0,0	-4,6
	Орша	-7,9	-7,3	-2,8	5,0	12,5	16,0	17,7	16,2	11,3	5,3	-0,3	-5,1
	Сенно	-7,6	-6,9	-2,5	5,2	12,6	16,0	17,6	16,2	11,4	5,6	-0,1	-4,9
Гомельская	Гомель	-7,0	-6,1	-1,5	6,6	13,9	17,0	18,5	17,4	12,5	6,5	0,7	-4,1
	Жлобин	-7,0	-6,2	-1,7	6,4	13,9	16,9	18,3	17,1	12,3	6,3	0,7	-4,1
	Василевичи	-6,6	-5,6	-1,0	6,8	13,9	17,0	18,4	17,2	12,4	6,6	1,0	-3,7
Гродненская	Брагин	-6,7	-5,8	-1,1	6,7	13,9	17,0	18,5	17,2	12,4	6,4	1,0	-3,7
	Гродно	-5,1	-4,4	-0,5	6,3	12,9	16,1	17,8	16,7	12,5	7,0	1,7	-2,7
	Лида	-5,8	-5,2	-1,2	6,0	12,7	16,0	17,4	16,5	12,0	6,5	1,2	-3,3
Минская	Новогрудок	-6,5	-5,7	-1,7	5,3	12,2	15,4	17,2	16,0	11,7	6,0	0,3	-4,1
	Волковыск	-5,0	-4,4	-0,3	6,6	13,2	16,4	17,9	16,8	12,5	7,1	1,8	-2,7
	Минск	-6,9	-6,2	-2,0	5,5	12,7	16,0	17,7	16,3	11,6	5,8	0,2	-4,3
Могилевская	Борисов	-7,0	-6,2	-1,8	5,7	12,9	16,3	17,9	16,5	11,6	5,7	0,2	-4,5
	Слуцк	-6,3	-5,6	-1,3	6,2	13,1	16,1	17,8	16,6	12,1	6,4	0,9	-3,7
	Вилейка	-6,6	-5,9	-1,7	5,5	12,7	15,9	17,6	16,2	11,6	6,1	0,5	-3,9
	Могилев	-7,6	-6,9	-2,3	5,5	12,9	16,3	18,0	16,5	11,6	5,4	-0,1	-4,9
	Горки	-8,3	-7,8	-3,3	4,8	12,4	15,9	17,6	16,1	11,0	5,1	-0,6	-5,4
	Бобруйск	-6,8	-6,0	-1,6	6,1	13,2	16,5	18,0	16,8	12,1	6,3	0,6	-4,2
	Славгород	-7,6	-7,0	-2,3	5,8	13,3	16,6	18,2	16,8	11,7	5,5	-0,1	-4,9

## Даты наступления средних суточных температур воздуха выше определенных пределов

Область	Метеостанция	0 °С		5 °С		10 °С		15 °С	
		3	4	5	6	7	8	9	10
Брестская	Брест	12/3*	28/11	7/4	2/11	24/4	2/10	21/5	8/9
	Барановичи	23/3	19/11	12/4	20/10	23/4	27/9	31/5	2/9
	Ганцевичи	23/3	21/11	12/4	23/10	28/4	28/9	29/5	31/8
	Пинск	17/3	24/11	7/4	28/10	25/4	29/9	24/5	5/10
Витебская	Витебск	28/3	13/11	15/4	17/10	1/5	29/9	4/6	23/8
	Полоцк	28/3	14/11	15/4	17/10	3/5	20/9	7/6	27/8
	Лепель	28/3	13/11	15/4	20/10	2/5	22/9	2/6	25/8
	Орша	30/3	13/11	15/4	17/10	28/4	22/9	2/6	28/9
	Сенно	30/3	13/11	15/4	18/10	30/4	21/9	3/6	28/8
Гомельская	Гомель	29/3	18/11	12/4	23/10	25/4	28/9	25/5	4/9
	Жлобин	24/3	18/11	11/4	22/10	28/4	25/9	24/5	2/9
	Василевичи	23/3	19/11	11/4	23/10	29/4	28/9	24/5	2/9
	Брагин	22/3	19/11	10/4	22/10	28/4	28/9	24/5	2/9
Гродненская	Гродно	20/3	24/11	10/4	21/10	28/4	28/9	31/5	1/9
	Лида	22/3	21/11	11/4	23/10	30/4	28/9	2/6	30/8
	Новогрудок	27/3	15/11	14/4	20/10	3/5	25/9	10/6	27/8
	Волковыск	20/3	24/11	9/4	27/10	27/4	27/9	28/5	2/9
Минская	Минск	28/3	18/11	14/4	18/10	1/5	24/9	4/6	25/8
	Борисов	25/3	15/11	13/4	8/10	30/4	22/9	1/6	30/8
	Слуцк	24/3	19/11	12/4	23/10	28/4	27/9	2/6	30/8
	Вилейка	27/3	17/11	14/4	20/10	29/4	25/9	4/6	27/9
Могилевская	Могилев	29/3	14/11	13/4	18/10	30/4	22/9	30/5	28/8
	Горки	2/4	11/11	15/4	16/10	2/5	21/9	5/6	28/8
	Бобруйск	24/3	17/11	12/4	23/10	28/4	20/9	28/5	1/9
	Славгород	28/3	13/11	12/4	18/10	28/4	23/9	29/5	1/9

\* Числитель – число месяца, знаменатель – месяц.



## Сумма осадков по месяцам

Область	Метеостанция	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Брестская	Брест	27	31	23	36	52	76	71	72	46	37	36	32
	Барановичи	31	33	31	40	62	79	79	74	57	49	41	39
	Ганцевичи	36	38	36	46	60	72	92	74	55	54	46	42
	Пинск	30	32	31	41	54	65	83	69	51	43	41	37
Витебская	Витебск	33	30	33	36	43	72	96	82	61	48	51	36
	Полоцк	31	29	31	37	52	72	80	79	62	50	57	36
	Лепель	35	34	33	40	59	80	84	84	58	48	50	35
	Орша	35	29	33	40	58	72	94	79	57	50	43	38
	Сенно	28	28	31	37	53	71	90	74	55	49	41	35
Гомельская	Гомель	34	30	29	42	55	73	86	68	55	42	42	41
	Жлобин	32	29	27	39	57	74	84	72	55	44	40	38
	Василевичи	33	31	31	44	54	73	87	72	54	44	43	40
Гродненская	Брагин	30	27	27	39	50	64	75	62	50	39	38	36
	Гродно	29	30	27	35	43	81	70	80	44	35	40	34
	Лида	41	38	39	45	68	81	84	88	67	49	58	50
	Новогрудок	31	32	29	34	43	76	67	75	45	35	42	36
Минская	Волковыск	29	30	27	34	43	74	67	77	43	34	40	34
	Минск	39	39	37	42	58	76	84	83	58	43	53	41
	Борисов	39	36	35	45	56	79	82	84	63	50	46	40
	Слуцк	34	29	32	37	51	72	78	80	50	39	47	40
	Вилейка	34	31	31	42	57	78	94	82	56	43	41	34
Могилевская	Могилев	40	35	37	43	56	77	82	80	54	53	51	45
	Горки	37	35	37	41	54	73	87	87	57	50	48	39
	Бобруйск	32	27	29	41	55	74	77	75	52	42	42	36
	Славгород	39	33	35	41	53	71	78	74	51	46	45	43

## Ветровой режим местности

Область	Метео-станция	Повторяемость направления ветра, %															
		Январь								Июль							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Брестская	Брест	6	7	12	10	14	22	19	10	11	7	8	7	9	16	24	18
	Барановичи	6	9	8	12	17	18	18	11	12	9	8	7	10	10	23	21
	Ганцевичи	7	8	8	13	15	18	19	11	12	8	7	7	9	12	22	22
	Пинск	8	7	7	14	14	19	20	11	12	7	7	7	8	15	21	23
Витебская	Витебск	6	8	14	15	20	22	13	12	10	11	8	9	13	14	18	17
	Полоцк	8	8	10	14	18	17	16	9	8	9	9	8	12	14	23	17
	Лепель	7	7	8	12	25	20	13	10	12	8	7	8	13	15	21	18
	Орша	8	9	8	13	18	19	14	11	13	10	9	7	11	13	15	18
	Сенно	6	7	12	14	21	21	14	12	9	10	8	8	12	13	21	16
Гомельская	Гомель	8	10	8	14	16	20	15	11	14	10	8	8	9	13	20	22
	Жлобин	9	11	9	15	17	20	16	12	13	11	9	8	10	14	21	21
	Василевичи	8	9	10	14	16	16	17	11	12	10	7	9	9	13	21	19
	Брагин	7	8	10	12	14	15	16	10	11	9	7	8	8	12	20	17
Гродненская	Гродно	9	7	7	12	13	24	18	10	14	8	7	7	7	17	21	19
	Лида	8	7	15	16	16	16	14	10	12	8	10	8	11	13	19	19
	Новогрудок	8	8	14	15	16	15	15	12	11	8	11	9	12	12	17	18
	Волковыск	8	8	10	18	14	22	17	10	11	8	8	10	8	13	21	21
Минская	Минск	8	10	7	14	17	18	15	13	11	10	8	7	11	13	21	21
	Борисов	9	11	8	13	16	19	16	14	12	10	9	8	10	12	20	21
	Слуцк	9	8	10	18	15	16	15	9	13	9	7	7	10	12	22	20
	Вилейка	10	11	12	13	18	19	16	13	12	11	9	8	12	14	22	22
Могилевская	Могилев	8	10	8	14	17	18	13	12	15	10	9	6	10	11	10	20
	Горки	8	9	10	15	17	18	11	12	11	11	10	9	10	13	17	19
	Бобруйск	9	11	10	14	16	19	17	12	14	12	9	9	11	12	19	21
	Славгород	8	9	9	13	16	17	12	11	14	11	10	8	11	12	14	20



## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

### Распространение грунтов на территориях административных областей Беларуси

Таблица П.4.1

Брестская область					
Район	Гранулометрический состав грунтов, %				
	Глина и суглинок тяжелый	Суглинок средний и легкий	Супеси	Песчаные	Торфяные
1. Каменец	0	2,2	48	40,8	9
2. Пружаны	0	2,2	35,3	34,7	27,8
3. Берёза	0	1,7	45	34,1	19,2
4. Ивацевичи	0	1,7	21,1	37,8	39,4
5. Барановичи	0	4,4	73,6	11,4	10,6
6. Ляховичи	0	8,3	50,8	25,6	15,3
7. Ганцевичи	0	1,7	26,1	36,4	35,8
8. Лунинец	0	1,4	7,8	49,4	41,4
9. Столин	2,2	28,3	25,6	29,7	14,2
10. Пинск	0	1,4	12,8	51,4	34,4
11. Иваново	0	2,2	34,4	47,5	15,8
12. Дрогичин	0	2,2	40,6	41,1	16,1
13. Малорита	0	1,7	2,2	241	29,2
14. Жабинка	0	3,9	45	40,8	10,3
15. Кобрин	0	1,9	23,3	49,2	25,6
16. Брест	0	6,7	38,3	47,8	7,2
<i>Итого</i>	<i>0</i>	<i>4</i>	<i>30</i>	<i>46</i>	<i>20</i>

Таблица П.4.2

Гродненская область					
Район	Гранулометрический состав грунтов, %				
	Глина и суглинок тяжелый	Суглинок средний и легкий	Супеси	Песчаные	Торфяные
1. Свислочь	0	1,4	73,3	13,3	11,9
2. Волковыск	0	1,1	87,8	10,3	0,8
3. Зельва	0	0,6	75,6	10,8	13,1
4. Слоним	0	1,1	73,6	17,8	7,5
5. Мосты	1,4	3,6	54,2	26,4	14,4
6. Б. Берестовица	3,3	1,7	78,1	9,7	7,2
7. Гродно	3,3	3,3	65	18,9	9,4
8. Щучин	0	1,7	77,5	10,8	10
9. Лида	0	1,4	65	2,2	11,4
10. Дятлово	0	2,2	64,2	30	3,6
11. Кореличи	0	5	73,1	8,1	13,9
12. Новогрудок	0	7,2	68,9	12,2	11,7
13. Вороново	0	1,7	70,3	13,1	15
14. Ивье	0	1,4	62,3	22,5	10,8
15. Ошмяны	1,9	16,4	71,4	3,9	6,4
16. Сморгонь	0	3,9	70,8	17,2	8,1
17. Островец	1,1	3,3	67,8	18,9	8,9
<i>Итого</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>71</i>	<i>15</i>	<i>10</i>

Таблица П.4.3

Витебская область					
Район	Гранулометрический состав грунтов, %				
	Глина и суглинок тяжёлый	Суглинок средний и лёгкий	Супеси	Песчаные	Торфяные
1. Поставы	2,5	50,3	36,7	5,6	5
2. Глубокое	2,5	38,3	43,3	7,5	7,8
3. Докшицы	0	5,3	69,4	7	18,3
4. Лепель	2,5	29,4	45,8	12,2	10
5. Чашники	2,8	39,7	36,4	12,2	8,9
6. Сенно	1,7	54,7	28,9	7,5	7,2
7. Бешенковичи	1,7	38,3	48,6	5,3	6,1
8. Шумилино	0	28,3	57,8	6,9	6,9
9. Ушачи	1,7	29,2	50,8	10,3	8,1
10. Лиозно	1,1	68,6	22,2	7,5	0,6
11. Витебск	2,8	56,1	34,4	4,7	1,9
12. Городок	1,7	55,3	28,9	10	4,2
13. Полоцк	1,1	18,9	49,4	22,8	7,8
14. Шарковщина	22,8	44,7	28,6	1,1	2,8
15. Браслав	2,8	38,3	40,3	10,6	92,5
16. Миоры	8,3	50	34,4	3,3	3,9
17. Верхнедвинск	4,2	58,3	29,8	6,9	0,8
18. Россоны	0	30,6	54,2	12,5	2,8
19. Толочин	0	64,2	27,8	2,5	5,6
20. Орша	1,7	69,7	21,9	3,1	3,6
21. Дубровно	1,1	76,9	16,9	2,8	2,2
<i>Итого</i>	3	44	37	7	9

Таблица П.4.4

Могилёвская область					
Район	Гранулометрический состав грунтов, %				
	Глина и суглинок тяжёлый	Суглинок средний и лёгкий	Супеси	Песчаные	Торфяные
1. Горки	0	95,3	1,7	1,4	1,7
2. Шклов	0	89,2	7,5	1,1	2,2
3. Круглое	0	60	3,9	4,7	1,4
4. Бельничичи	0	24,4	45,8	18,9	10,8
5. Могилёв	0	37,5	53,1	4,7	4,7
6. Чаусы	0	24,7	67,2	5,3	2,8
7. Дрибин	0	52,5	43,1	0,8	3,6
8. Мстиславль	1,4	81,7	6,9	3,6	6,4
9. Кринов	0	63,3	29,4	3,6	3,6
10. Климовичи	0	6,1	75,8	11,4	6,7
11. Хотимск	0	17,5	72,8	5,6	4,2
12. Костюковичи	0	24,7	63,9	6,4	5
13. Краснополье	0	17,5	65,6	15,8	1,1
14. Славгород	0	9,7	71,4	13,9	4,4
15. Быхов	0	15,6	46,7	24,4	13,3
16. Кличев	0	2,2	72,2	16,1	9,4
17. Осиповичи	0	0,8	66,4	19,7	13,1
18. Бобруйск	0	5,3	57,2	25	12,5
19. Кировск	0	10,3	65,6	13,3	10,8
20. Чериков	0	34,7	54,2	8,9	2,2
21. Глуск	0	2,2	35,3	33,6	28,9
<i>Итого</i>	0	33	48	12	7

Таблица П.4.5

Гомельская область					
Район	Гранулометрический состав грунтов, %				
	Глина и суглинок тяжёлый	Суглинок средний	Супеси	Песчаные	Торфяные
1. Лельчицы	0	1,4	7,2	55,6	35,8
2. Ельск	0	0	14,2	65	20,8
3. Наровля	0	2,2	33,9	51,7	12,2
4. Брагин	0	1,9	37,5	41,4	19,2
5. Лоев	0	1,4	31,1	59,7	7,8
6. Хойники	0	1,7	45	33,6	19,7
7. Мозырь	0	1,4	47,8	66,7	4,2
8. Петриков	0	1,4	11,9	68,1	18,6
9. Житковичи	0	2,2	44,2	37,5	16,1
10. Октябрьский	0	1,1	5,3	58,6	35
11. Калинковичи	0	0,8	5,6	65,6	28,1
12. Светлогорск	0	1,9	7,2	64,2	27,2
13. Речица	0	3,6	43,1	40,8	14,7
14. Гомель	0	8,3	33,3	53,1	10
15. Добруш	0	3,4	53,9	35	2,8
16. Ветка	0	6,4	50	35,6	8,1
17. Буда-Кошелево	0	8,1	61,1	24,2	6,7
18. Жлобин	0	11,1	16,1	48,3	24,4
19. Рогачёв	0	15	53,3	22,8	8,9
20. Корма	0	12,2	71,1	15	1,7
21. Чечерск	0	5,3	74,7	9,2	10,8
<i>Итого</i>	0	4	35	45	16

Таблица П.4.6

Минская область					
Район	Гранулометрический состав грунтов, %				
	Глина и суглинок тяжёлый	Суглинок средний и лёгкий	Супеси	Песчаные	Торфяные
1. Солигорск	0	19,7	16,4	32,2	31,7
2. Любань	0	10	28,3	22,5	59,2
3. Старые Дороги	0	5,8	27,8	39,2	27,2
4. Слуцк	0	40	34,2	2,8	23,1
5. Клецк	0	38,3	42,5	2,5	16,7
6. Несвиж	0	53,3	35,6	1,1	10
7. Копыль	0	36,4	50	1,9	11,7
8. Марьина Горка	0	16,4	46,4	14,7	22,5
9. Узда	0	6,7	54,4	14,2	24,7
10. Столбцы	0	3,6	65,6	18,6	12,2
11. Дзержинск	0	41,9	44,4	1,4	12,2
12. Червень	0	10	63,1	6,1	20,8
13. Березино	0	6,9	64,2	17,5	11,4
14. Смолевичи	0	14,4	61,1	61	18,3
15. Минск	0	61,9	26,7	3,1	8,3
16. Воложин	0	24,7	55,6	11,4	8,3
17. Молодечно	0	34,4	36,9	11,1	17,5
18. Крупки	2,5	27,2	50	8,6	14,2
19. Борисов	0	12,5	63,1	11,1	13,3
20. Логойск	0	18,3	47,5	15,3	18,9
21. Вилейка	0	15,6	50	17,5	16,9
22. Мядель	0	10,3	51,7	15,8	22,2
<i>Итого</i>	0	22	45	14	19

## Характеристика грунтов на основании нормативных документов

Таблица П.5.1

Классификация песчаных грунтов по СТБ 943-2007

Вид	Разновидность
1. По granulометрическому составу: <i>гравелистый</i> – масса частиц крупнее 2 мм – более 25 % <i>крупный</i> – масса частиц крупнее 0,5 мм – более 50 % <i>средний</i> – масса частиц крупнее 0,25 мм – более 50 % <i>мелкий</i> – масса частиц крупнее 0,1 мм – более 75 % <i>пылеватый</i> – масса частиц крупнее 0,1 мм – менее 75 %	1. По результатам зондирования – оценивается удельным сопротивлением под конусом зонда ( $q_c$ ) и условным динамическим сопротивлением ( $p_d$ ): <i>прочный</i> <i>средней прочности</i> <i>малопрочный</i>
2. По показателю максимальной неоднородности ( $U_{max}$ ): <i>однородный</i> – $U_{max} < 4$ <i>среднеоднородный</i> – $4 \leq U_{max} \leq 20$ <i>неоднородный</i> – $20 < U_{max} \leq 40$ <i>повышенной неоднородности</i> – $U_{max} > 40$	2. По степени влажности ( $S_r$ ): <i>маловлажный</i> – $0 < S_r \leq 0,5$ <i>влажный</i> – $0,5 < S_r \leq 0,8$ <i>водонасыщенный</i> – $0,8 < S_r \leq 1$
3. По относительному содержанию органического вещества ( $I_{om}$ ): <i>без примеси органического вещества</i> – $I_{om} \leq 0,03$ <i>с примесью органического вещества</i> – $0,03 < I_{om} \leq 0,1$	3. По степени засоленности ( $D_{sal}$ ): <i>незасоленный</i> – $D_{sal} < 0,5$ <i>засоленный</i> – $D_{sal} \geq 0,5$
4. По температуре $t$ , °С: <i>немерзлые (талые)</i> – $t \geq 0$ <i>мерзлые</i> – $t < 0$	4. По температуре $t$ , °С: <i>немерзлые (талые)</i> – $t \geq 0$ <i>мерзлые</i> – $t < 0$
	5. По относительной деформации морозного пучения грунта ( $\epsilon_{fp}$ ): <i>непучинистый</i> – $\epsilon_{fp} < 0,01$ <i>слабопучинистый</i> – $0,01 \leq \epsilon_{fp} < 0,04$ <i>среднепучинистый</i> – $0,04 \leq \epsilon_{fp} < 0,07$ <i>сильнопучинистый</i> – $\epsilon_{fp} \geq 0,07$

## Классификация глинистых грунтов по СТБ 943-2007

Тип	Вид	Разновидность
По числу пластичности ( $I_p$ ): супесь — $1 \leq I_p \leq 7$ суглинок — $7 > I_p \leq 17$ глина — $I_p > 17$	1. По содержанию включений по массе: с галькой (щебнем) либо с гравием (дресвой) — при содержании соответствующих частиц крупнее 2 мм — 15...25 %; галечниковый (щебенистый) либо гравелистый (дресвяный) — при содержании соответствующих частиц крупнее 2 мм — 25...50 %	1. По результатам зондирования — оценивается удельным сопротивлением под конусом зонда ( $q_c$ ) и условным динамическим сопротивлением ( $R_p$ ): очень прочный прочный средней прочности слабый
2. По относительному содержанию органического вещества ( $I_{om}$ ): без примеси органического вещества — $I_{om} \leq 0,05$ с примесью органического вещества — $0,05 < I_{om} \leq 0,1$	2. По относительному содержанию органического вещества ( $I_L$ ): супесь твердая — $I_L < 0$ супесь пластичная — $0 \leq I_L \leq 1$ супесь текучая — $I_L > 1$ суглинок и глина: твердые — $I_L < 0$ полутвердые — $0 \leq I_L \leq 0,25$ тогупластичные — $0,25 < I_L \leq 0,5$ мягкопластичные — $0,5 < I_L \leq 0,75$ текучепластичные — $0,75 < I_L \leq 1$ текучие — $I_L > 1$	2. По показателю текучести ( $I_L$ ): супесь твердая — $I_L < 0$ супесь пластичная — $0 \leq I_L \leq 1$ супесь текучая — $I_L > 1$ суглинок и глина: твердые — $I_L < 0$ полутвердые — $0 \leq I_L \leq 0,25$ тогупластичные — $0,25 < I_L \leq 0,5$ мягкопластичные — $0,5 < I_L \leq 0,75$ текучепластичные — $0,75 < I_L \leq 1$ текучие — $I_L > 1$
3. По коэффициенту пористости ( $e$ ) лёссовидные: низкопористые — $e \leq 0,8$ высокопористые — $e > 0,8$	3. По относительной деформации просадочности ( $\epsilon_{sp}$ ): непросадочный — $\epsilon_{sp} < 0,01$ просадочный — $\epsilon_{sp} \geq 0,01$	3. По относительной деформации просадочности ( $\epsilon_{sp}$ ): непросадочный — $\epsilon_{sp} < 0,01$ просадочный — $\epsilon_{sp} \geq 0,01$
4. По относительной деформации набухания без нагрузки ( $\epsilon_{sw}$ ): ненабухающий — $\epsilon_{sw} < 0,04$ слабонабухающий — $0,04 \leq \epsilon_{sw} \leq 0,08$ средненабухающий — $0,08 < \epsilon_{sw} \leq 0,12$ сильнонабухающий — $\epsilon_{sw} > 0,12$	4. По относительной деформации набухания без нагрузки ( $\epsilon_{sw}$ ): ненабухающий — $\epsilon_{sw} < 0,04$ слабонабухающий — $0,04 \leq \epsilon_{sw} \leq 0,08$ средненабухающий — $0,08 < \epsilon_{sw} \leq 0,12$ сильнонабухающий — $\epsilon_{sw} > 0,12$	4. По относительной деформации набухания без нагрузки ( $\epsilon_{sw}$ ): ненабухающий — $\epsilon_{sw} < 0,04$ слабонабухающий — $0,04 \leq \epsilon_{sw} \leq 0,08$ средненабухающий — $0,08 < \epsilon_{sw} \leq 0,12$ сильнонабухающий — $\epsilon_{sw} > 0,12$
5. По степени засоленности ( $D_{sal}$ ): супесь и суглинок: незасоленный — $D_{sal} < 5$ засоленный — $D_{sal} \geq 5$	5. По степени засоленности ( $D_{sal}$ ): супесь и суглинок: незасоленный — $D_{sal} < 5$ засоленный — $D_{sal} \geq 5$	5. По степени засоленности ( $D_{sal}$ ): супесь и суглинок: незасоленный — $D_{sal} < 5$ засоленный — $D_{sal} \geq 5$
6. По температуре $t$ , °С: немерзлые (талые) — $t \geq 0$ мерзлые — $t < 0$	6. По температуре $t$ , °С: немерзлые (талые) — $t \geq 0$ мерзлые — $t < 0$	6. По температуре $t$ , °С: немерзлые (талые) — $t \geq 0$ мерзлые — $t < 0$
7. По относительной деформации морозного пучения грунта ( $\epsilon_{fp}$ ): непучинистый — $\epsilon_{fp} < 0,01$ слабопучинистый — $0,01 \leq \epsilon_{fp} < 0,04$ среднопучинистый — $0,04 \leq \epsilon_{fp} < 0,07$ сильнопучинистый — $\epsilon_{fp} \geq 0,07$	7. По относительной деформации морозного пучения грунта ( $\epsilon_{fp}$ ): непучинистый — $\epsilon_{fp} < 0,01$ слабопучинистый — $0,01 \leq \epsilon_{fp} < 0,04$ среднопучинистый — $0,04 \leq \epsilon_{fp} < 0,07$ сильнопучинистый — $\epsilon_{fp} \geq 0,07$	7. По относительной деформации морозного пучения грунта ( $\epsilon_{fp}$ ): непучинистый — $\epsilon_{fp} < 0,01$ слабопучинистый — $0,01 \leq \epsilon_{fp} < 0,04$ среднопучинистый — $0,04 \leq \epsilon_{fp} < 0,07$ сильнопучинистый — $\epsilon_{fp} \geq 0,07$



Типы и подтипы глинистых грунтов по ТКП 45-3.03-19-2006

Грунты		Показатели	
Тип	Подтип	Содержание песчаных частиц, % по массе	Число пластичности
Супесь	Легкая крупная	Более 50 % частиц размером 2...0,25 мм	1...7
	Легкая	Более 50 % (2...0,05)	1...7
	Пылеватая	50...20	1...7
	Тяжелая пылеватая	Менее 20	1...7
Суглинок	Легкий	Более 40	7...12
	Легкий пылеватый	Менее 40	7...12
	Тяжелый	Более 40	12...17
	Тяжелый пылеватый	Менее 40	12...17
Глина	Песчанистая	Более 40	17...27
	Пылеватая	Менее 40	17...27
	Жирная	Не нормируется	Более 27



Таблица П.5.4

Классификация грунтов по степени набухания по ТКП 45-3.03-19-2006

Разновидность грунтов (при влажности 0,5 $W_{\text{опт}}$ )	Относительная деформация набухания, % от толщины слоев увлажнения
Ненабухающий	Менее 2
Слабонабухающий	От 2 до 4 включительно
Средненабухающий	От 5 до 10 включительно
Сильнонабухающий	Свыше 10

Примечание.  $W_{\text{опт}}$  – оптимальная влажность.

Таблица П.5.5

Величина морозного пучения по ТКП 45-3.03-19-2006

Грунт рабочего слоя	Среднее значение относительного морозного пучения при промерзании слоя 1,5 м
Песок гравелистый, крупный и средней крупности с содержанием частиц мельче 0,05 мм до 2 %	$\frac{1}{1}$
Песок гравелистый, крупный, средний с содержанием частиц мельче 0,05 мм до 15 % и мелкий с содержанием частиц мельче 0,05 мм до 2 %	$\frac{1}{1-2}$
Песок мелкий с содержанием частиц мельче 0,05 мм менее 15 %; супесь легкая крупная	$\frac{1-2}{2-4}$
Песок пылеватый; супесь пылеватая; суглинок тяжелый пылеватый	$\frac{2-4}{7-10}$
Супесь легкая	$\frac{1-2}{4-7}$
Супесь тяжелая пылеватая; суглинок легкий пылеватый	$\frac{4-7}{10}$
Суглинок легкий и тяжелый; глины	$\frac{2-4}{4-7}$

Примечание. Числитель – значения для 1-го типа местности по увлажнению, к которому относятся сухие места; знаменатель – значения для 2-го и 3-го типов местности, к которым относятся сырые и мокрые места.



Таблица П.5.6

## Классификация грунтов по степени пучинистости по ТКП 45-3.03-19-2006

Грунт	Группа грунта	Относительное морозное пучение, %	Степень пучинистости
Песок гравелистый, крупный, средней крупности с содержанием частиц мельче 0,05 мм до 2 %	I	До 1 включительно	Непучинистый
Песок гравелистый, крупный, средней крупности, мелкий с содержанием частиц мельче 0,05 мм до 15 %; супесь легкая крупная	II	Свыше 1 до 4 включительно 	Слабопучинистый
Супесь легкая, суглинок легкий и тяжелый; глины	III	Свыше 4 до 7 включительно	Пучинистый
Песок пылеватый; супесь легкая пылеватая; суглинок тяжелый пылеватый	IV	Свыше 7 до 10 включительно	Сильнопучинистый
Супесь тяжелая пылеватая; суглинок легкий пылеватый	V	Свыше 10	Чрезмерно пучинистый

Таблица П.5.7

## Средние значения плотностей грунта

Грунт	Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	Плотность в естественном залегании $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Плотность сухого грунта $\rho_d$ , г/см <sup>3</sup>
Песок гравелистый	2,60	1,75	1,59
Песок крупный	2,64	1,6	1,45
Песок средний	2,65	1,6	1,45
Песок мелкий	2,66	1,7	1,54
Песок пылеватый	2,69	1,8	1,63
Супесь легкая крупная	2,66	1,6	1,45
Супесь легкая	2,68	1,7	1,54
Супесь пылеватая	2,68	1,8	1,63
Супесь тяжелая пылеватая	2,70	1,81	1,64
Суглинок легкий	2,70	1,8	1,63
Суглинок легкий пылеватый	2,67	1,82	1,65
Суглинок тяжелый	2,71	1,85	1,61
Суглинок тяжелый пылеватый	2,72	1,85	1,62
Глина песчаная	2,71	1,9	1,65
Глина пылеватая	2,73	1,95 	1,66

Таблица П.5.8  
**Классификация грунтов по пригодности использования в рабочем слое земляного полотна в зависимости от величины морозного пучения**

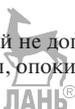
Классификация	Вид грунта	Пригодность грунтов			Непригодные <i>сильнопучинистые</i> (относительное морозное пучение 7...10 %) и <i>чрезмерно пучинистые</i> (более 10 %)
		Весьма пригодные <i>непучинистые</i> (относительное морозное пучение 1...2 %)	Пригодные <i>слабопучинистые</i> (относительное морозное пучение 2...4 %)	Малопригодные <i>пучинистые</i> (относительное морозное пучение 4...7%)	
Крупнообломочные 	Крупнообломочный	Щебнистый, галечниковый, древесный, гравийный (относительное морозное пучение до 1 %)			
	Песок	Гравелистый, крупный, средний, мелкий (с содержанием частиц < 0,05 мм до 2 %)	Гравелистый, крупный, средний, мелкий (с содержанием частиц < 0,05 мм до 15 %)		Пылеватый (сильнопучинистый) 
Пылевато-глинистые	Супесь		Легкая крупная	Легкая	Пылеватая (сильнопучинистая); тяжелая пылеватая (чрезмерно пучинистая)
		Суглинок		Легкий, тяжелый	Легкий пылеватый (чрезмерно пучинистый); тяжелый пылеватый (сильнопучинистый)
	Глина			Песчанистая	Пылеватая, жирная

## Применение грунтов при возведении земляного полотна \*

№ п/п	Вид грунта	Категория по пригодности (табл. П.5.7)	Применимость при возведении земляного полотна
1	2	3	4
1	Крупнообломочные	Весьма пригодные	Широко применяются. Для получения плотных структур и заполнения пустот между каменными материалами рекомендуется добавлять песчано-глинистые фракции. Каменные материалы ограничивают по размеру
2	Песчаные	Весьма пригодные	Применяют в любых условиях без ограничений. Эти грунты водопроницаемы, во влажном состоянии несущая способность почти не меняется, хорошо уплотняются
3	«	Пригодные	Широко применяют с соблюдением мер против избыточного увлажнения. Содержание пылеватых частиц до 15 % относит их к слабопучинистым
4	Песок пылеватый	Непригодные	Возможно применение в сухих местах, ограничивается применение во влажных условиях, в местах с высоким уровнем грунтовых вод. Способствуют пучинообразованию на дорогах, весной наблюдается взбулвание дорожной одежды, проломы, просадки. Наименее благоприятны для возведения земляного полотна
5	Супесчаные	Пригодные	Применяют в любых условиях без ограничений. По составу близки к оптимальным смесям. При увлажнении несущая способность изменяется мало. Грунты водопроницаемы, хорошо уплотняются. Наиболее благоприятны для устройства земляного полотна
6	«	Малопригодные	Применяют с соблюдением мер против избыточного увлажнения. По показателю относительного морозного пучения (4...7 %) относятся к пучинистым. Рекомендуются для применения в нижних слоях насыпи с устройством капилляропрерывающего слоя
7	«	Непригодные	Применение супеси пылеватой возможно в сухих местах, ограничивается применение во влажных условиях, в местах с высоким уровнем грунтовых вод. Супесь тяжелая пылеватая из-за чрезмерного пучинообразования может применяться только в замкнутых слоях (в обойме). Непригодные грунты способствуют пучинообразованию, при насыщении водой могут приобретать свойства пльвуна
8	Суглинистые	Малопригодные	При отсутствии песчаных и супесчаных грунтов насыпи могут возводиться из суглинистых грунтов однородных по физико-механическим свойствам. Легкие и тяжелые суглинки применяют с соблюдением мер против избыточного увлажнения, в сухих местах они имеют плотное состояние. Чем больше глинистых частиц, тем больше потеря несущей способности во влажных условиях. Обладают способностью к капиллярному подъему воды

1	2	3	4
9	Суглинистые	Непригодные	Применение суглинка тяжелого пылеватого, как сильно пучинистого грунта, возможно в сухих местах в нижней части насыпи. Суглинок легкий пылеватый может применяться только в замкнутых слоях (в обойме). В открытом виде применять не рекомендуется. Склонны к пучинообразованию. Высота подъема воды по капиллярам до 2 м, низкая водопроницаемость. Во влажном состоянии теряют несущую способность. Неблагоприятны для устройства земляного полотна
10	Глины	Малопригодные	Глинистые грунты допускаются для возведения насыпей при их влажности, не превышающей 1,1 от оптимальной при стандартном уплотнении. Применяют с соблюдением мер против избыточного увлажнения, в сухом состоянии имеют плотное сложение
11	«	Непригодные	Для устройства насыпей не рекомендуются. Почти водонепроницаемы, способны к капиллярному подъему воды, впитывают много влаги, становятся пластичными и резко теряют несущую способность, медленно сохнут

\*Для возведения насыпей не допускаются грунты: илстые, недренирующие, торф; жирные глины, меловые, тальковые и трепелы, опоки, мергели и сланцеватые глины.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 6

### Показатели для расчета водопропускных железобетонных труб

Характеристика труб составлена на основе «Типовых строительных конструкций, изделий и узлов, серия БЗ.008.1-2.08. Трубы железобетонные диаметром 500 – 2000 мм для водопропускных сооружений на автомобильных дорогах» с учетом СТБ 2061-2010 «Изделия железобетонные для водопропускных труб под насыпи автомобильных и железных дорог».

Наиболее распространенными марками труб, применяемыми в дорожном строительстве, являются следующие типы (табл. П.6.1).

Тип ТФ – фальцевые армированные трубы длиной 1200 мм и внутренним отверстием 500 и 1000 мм.

Тип Т – трубы железобетонные безнапорные раструбные с круглым отверстием (тип Т, ТС, ТБ), полезной длиной от 2500 до 5000 мм и внутренним отверстием от 400 до 2000 мм. Изготавливаются из тяжелого бетона марки не ниже В20.

Тип ТС – трубы цилиндрические раструбные со ступенчатой стыковкой, полезной длиной 2500 и 3000 мм и внутренним отверстием от 400 до 1500 мм.

Тип ТБ – трубы безнапорные раструбные вибропрессованные, полезной длиной 2500 и 5000 мм и внутренним отверстием 500...2000 мм. Изготавливаются из тяжелого бетона класса В30...В40, транспортируют бытовые жидкости.

Таблица П.6.1

## Показатели водопропускных труб

№ п/п	Количество						
	Размеры трубы			Объем бетона, м <sup>3</sup>	Масса звена, т	Расход стали, кг	Маркировка
	Длина звена, мм	Внутреннее отверстие, мм	Толщина стенки, мм				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2500	1000	100	1,0	2,5	82,67	Т100.25-2,3
2	2500	1000	110	1,01	2,5	82,67	ТБ100.25-2,3
3	3000	1000	100	1,12	2,8	44	ТС100.30-2,3
4	3000	1200	110	1,54	3,85	75	ТС120.30-2,3
5	3000	1500	110	1,84	4,6	110	ТС150.30-2,3
6	2500	1600	120	1,88	4,7	371,67	Т160.25-2,3

Таблица П.6.2

## Показатели потребности в материально-технических ресурсах на 1 м бесфундаментных железобетонных труб

Размеры отверстий труб, м	Количество			
	Число отрядов-смен	Гидроизоляция, м <sup>2</sup>	Рытье котлована, м <sup>3</sup>	Подушка из гравия, м <sup>3</sup>
1,0	0,06	3,8	0,5	0,6
1,20	0,07	4,7	0,6	0,8
1,5...1,6	0,09	5,6	0,8	0,9
2,0	0,13	7,5	0,9	1,1

Таблица П.6.3

## Длина оголовков железобетонных труб

Наименование	Вид трубы – круглая, с внутренним диаметром, м			
	1,0	1,20	1,5...1,6	2,0
Отверстие трубы	1,0	1,20	1,5...1,6	2,0
Длина двух оголовков, м	6,9	7,8	8,8	10,7

Таблица П.6.4  
Показатели потребности в материально-технических ресурсах для строительства оголовков крупных труб (на 2 оголовка) (рис. П.6.1)

Параметры		Количество									
Размеры отверстий труб, м	Тип оголовка	Блоки оголовка		Отрядо- смены	Гидро- изоляция, м <sup>3</sup>	Рытье котлована, м <sup>3</sup>	Гравий или щебень, м <sup>3</sup>	Засыпка котлована, м <sup>3</sup>	Цементный раствор, м <sup>3</sup>	Монолитный бетон лотка, м <sup>3</sup>	
		Железо- бетон, м <sup>3</sup>	Арматура, кг								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1,0	С нормальным входным звеном	6	320,4	4,2	30	38	10	22	0,2	1,0	
1,20		7,4	365	4,8	36	42	11,4	26	0,4	1,4	
1,5...1,6		9,8	489,4	5,6	44	54	13,4	34	0,4	2,2	
1,0	С коническим входным звеном	8,4	468,2	4,2	47,8	46	11,6	28	0,4	1,4	
1,2		11,4	425	4,9	61,8	56	13	36	0,4	2,2	
1,5...1,6		14,6	773,4	5,7	78,4	74	16	48	0,4	3,2	

Нормальное и коническое входное звено представлены на рис. П.6.1.

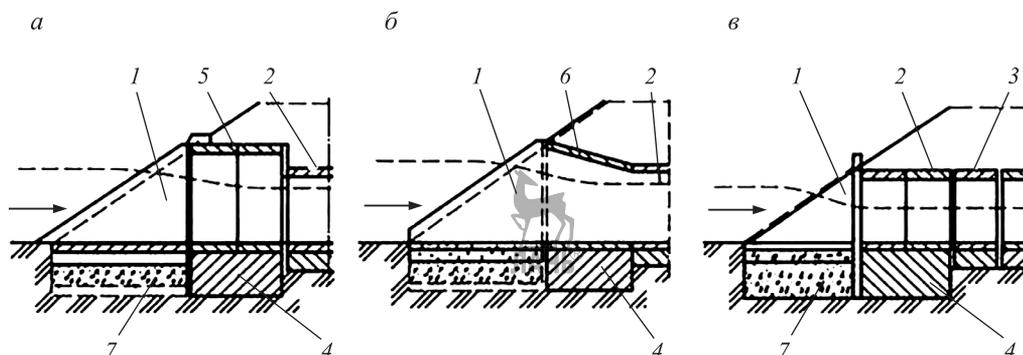


Рис. П.6.1. Трубы с различной конструкцией входного звена:

*a* – труба с повышенным входным звеном; *б* – труба с коническим входным звеном; *в* – труба с нормальным входным звеном; 1 – откосная стенка; 2 – секция трубы; 3 – нормальное звено; 4 – фундамент; 5 – повышенное звено; 6 – коническое звено; 7 – гравийная подушка

Таблица П.6.5

**Показатели потребности в материально-технических ресурсах при укреплении русел и откосов у круглых труб (на 1 трубу)**

Отверстие трубы, м	Количество								
	Планировка откосов, м <sup>2</sup>	Щебень, м <sup>3</sup>	Сборный бетон, м <sup>3</sup>	Монолитный бетон, м <sup>3</sup>	Арматура, т	Асфальтовые планки, м <sup>3</sup>	Цементный раствор, м <sup>3</sup>	Земляные работы, м <sup>3</sup>	Затраты труда, чел.-дн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Укрепление монолитным бетоном (рис. П.6.2, <i>a</i> )									
1,0	39,2	3,9	-	4,6	0,086	0,4	-	7,2	6,7
1,2	49	4,9	-	5,1	0,108	0,4	-	8,3	7,3
1,5...1,6	58,4	5,9	-	6	0,129	0,4	-	9,5	8,2
2,0	75,2	7,5	-	7,5	0,166	0,5	-	11,3	10
Укрепление блоками П-1 (рис. П.6.3, <i>a</i> )									
1,0	40,5	4	4,1	1,1	0,017	0,4	1,1	8,3	5,1
1,2	50	5	4,8	1,5	0,019	0,4	1,2	9,4	5,8
1,5...1,6	60,8	6	5,5	1,6	0,02	0,5	1,7	10,8	6,3
2,0	86,4	8,5	7,1	2,7	0,023	0,5	2,0	12,6	8,6
Укрепление блоками П-2 (рис. П.6.3, <i>б</i> )									
1,0	38,6	3,9	5,3	0,21	0,006	-	0,1	8,8	2,8
1,2	48,4	4,8	6,3	0,3	0,006	-	0,13	10,2	3,2
1,5...1,6	57,8	5,8	7,2	0,35	0,006	-	0,15	11,5	3,8
2,0	74,6	7,5	8,8	0,4	0,006	-	0,15	13,8	4,6
Укрепление мощением на цементном растворе (рис. П.6.2, <i>б</i> )									
1,0	41,4	4,2	-	-	-	0,4	0,84	13,8	5,1
1,2	51,2	5,1	-	-	-	0,5	1,0	8,1	5,5
1,5...1,6	61,1	0,6	-	-	-	0,6	1,3	9,9	6,6
2,0	77,4	7,8	-	-	-	0,6	1,6	12,6	7,6

a



Разрез по оси трубы

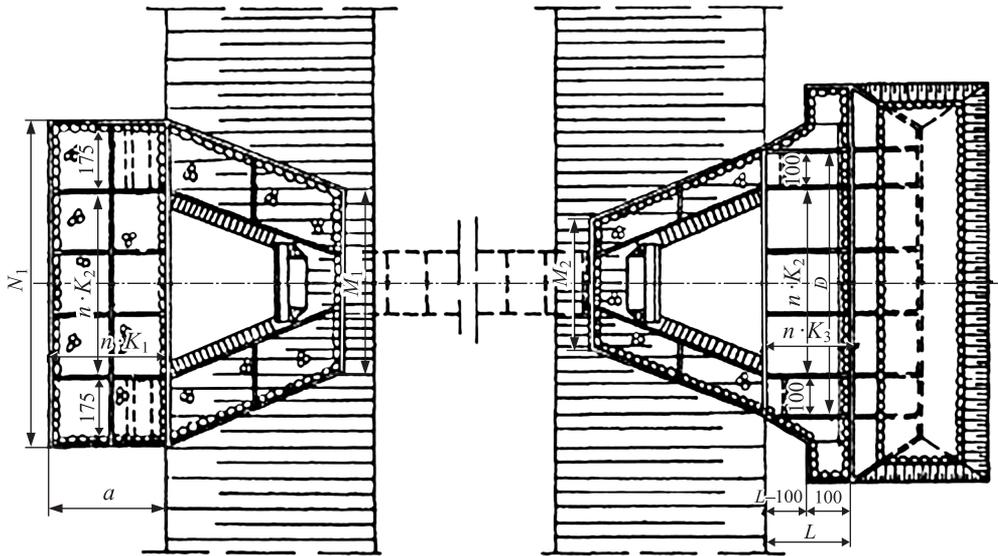
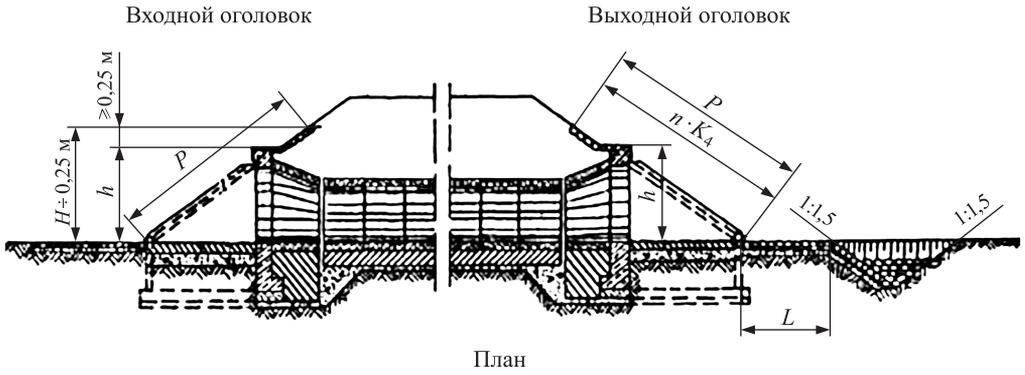
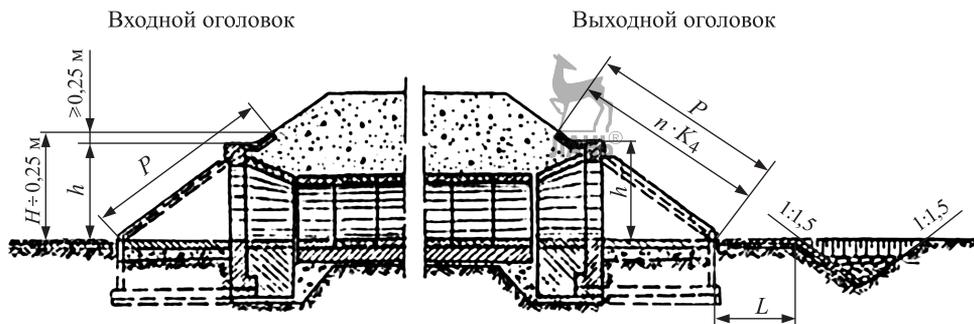


Рис. П.6.2. Укрепление русел и откосов насыпей у водопропускной трубы:  
а – монолитным бетоном; б – мощением на цементном растворе



Разрез по оси трубы



Бетонный упор  
Бетон М200

План

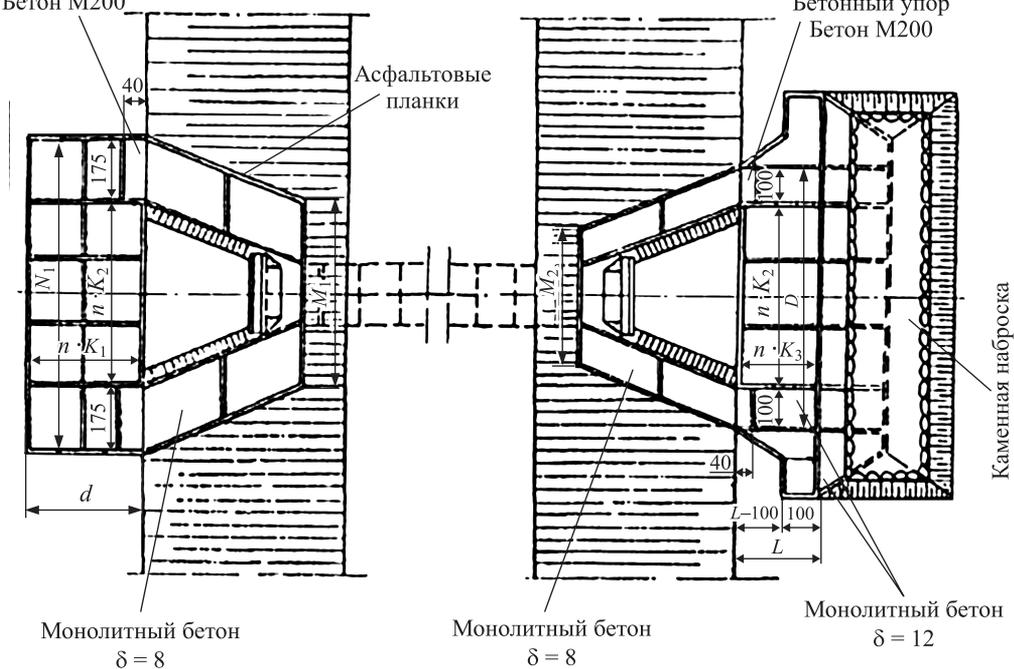
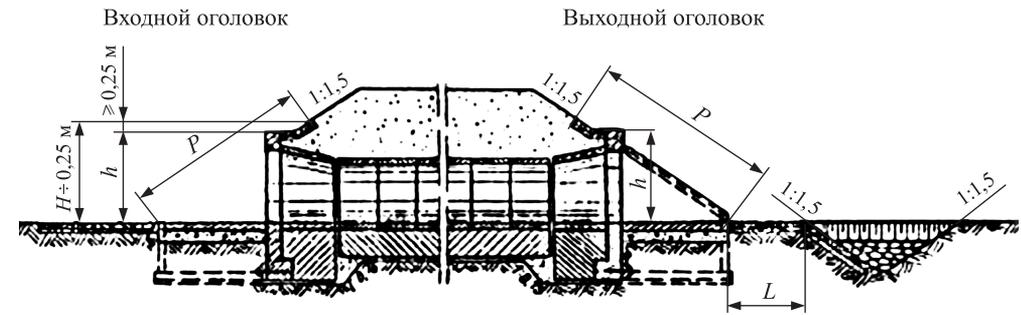


Рис. П.6.2. Окончание





## Разрез по оси трубы



План

Блоки П-2

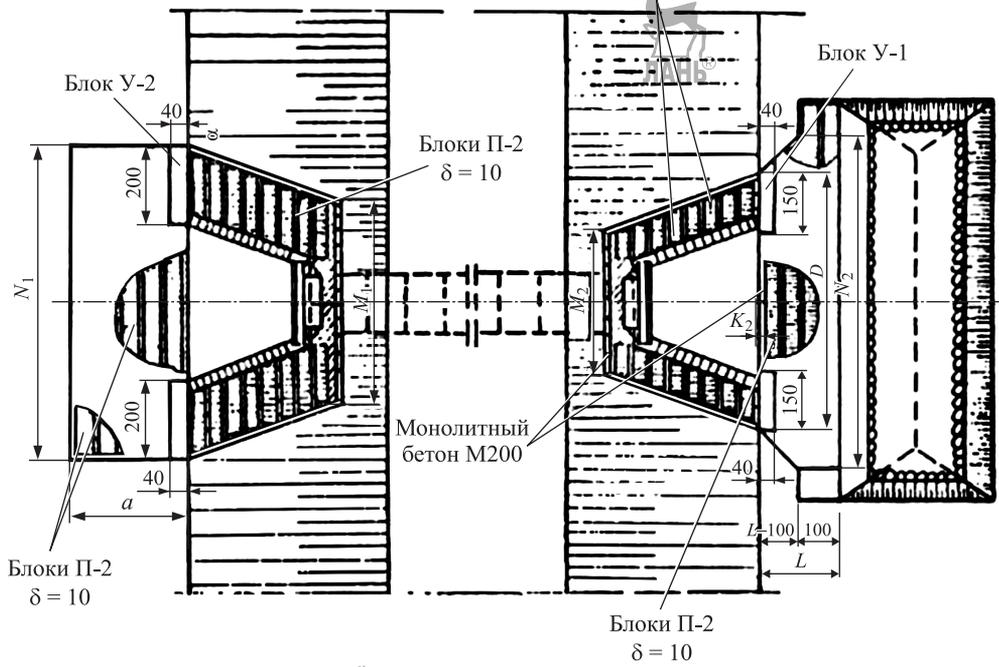
 $\delta = 10$ 

Рис. П.6.3. Окончание

## Состав специализированного отряда

Наименование	Ед. измерения	Количество
<i>Личный состав</i>		
Строительные рабочие, в том числе:		
подготовительное звено (2 звена)	чел.	6
звено монтажников (3 звена)	чел.	12
звено изолировщиков (2 звена)	чел.	8
Итого	чел.	26
Водители дорожных машин и мотористы	чел.	10
Всего	чел.	36
<i>Машины и оборудование</i>		
Автокран КС-35719-5-02, грузоподъемность 16 т, шасси МАЗ	шт.	3
Бульдозер мощностью 79 кВт Д-271	шт.	1
Экскаватор 0,5 м <sup>3</sup>	шт.	1
Экскаватор-грейфер	шт.	1
Компрессор передвижной с двигателем внутреннего сгорания давлением до 686 кПа (7 атм)	шт.	2
Трамбовка пневматическая	шт.	2
Итого	шт.	10

**ЕДИНЫЕ НОРМЫ И РАСЦЕНКИ НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ,  
МОНТАЖНЫЕ И РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ.  
СБОРНИК 4. МОНТАЖ СБОРНЫХ ТРУБ**

**§ 4-4-92. Подача и сортировка  
элементов труб на стройплощадке**

**Указания по производству работ**

В необходимых случаях на стройплощадке сортируют завезенные элементы труб, подают их в зону действия монтажного крана и раскладывают по маркам в соответствии с технологической последовательностью монтажа кранами на пневмоколесном или гусеничном ходу грузоподъемностью свыше 5 т,

**Состав работы**

1. Строповка элементов, 2. Подъем и подача элементов.
3. Расстроповка элементов.

**Состав звена**

Монтажник конструкций 4 разр. — 1  
 » » 3 » — 1  
 Машинист крана 6 » — 1

## Нормы времени и расценки на 1 блок или звено

Наименование элементов	Вес элементов в т до	Монтажники конструкций	Машинист крана	№
Блоки оголовков	5	$\frac{0,44}{0-26}$	$\frac{0,22}{(0,22)}0-17,4$	1
	10	$\frac{0,52}{0-30,7}$	$\frac{0,26}{(0,26)}0-20,5$	2
Блоки фундаментов и стен труб	2	$\frac{0,2}{0-11,8}$	$\frac{0,1}{(0,1)}0-07,9$	3
	5	$\frac{0,25}{0-14,8}$	$\frac{0,125}{(0,125)}0-09,9$	4
	10	$\frac{0,36}{0-21,2}$	$\frac{0,18}{(0,18)}0-14,2$	5
Звенья круглых и прямоугольных труб	2	$\frac{0,25}{0-14,8}$	$\frac{0,125}{(0,125)}0-09,9$	6
	5	$\frac{0,29}{0-17,1}$	$\frac{0,145}{(0,145)}0-11,5$	7
	10	$\frac{0,46}{0-27,1}$	$\frac{0,23}{(0,23)}0-18,2$	8

## § 4-4-1. Устройство щебеночной подготовки в котловане

### Указания по производству работ

Нормами предусмотрено устройство в котловане подготовительного слоя основания под фундаменты опор мостов и путепроводов из щебня фракции от 25 до 50 мм.

Уплотнение щебня производят слоями толщиной 10—15 см с помощью ручных трамбовок.

Щебень на строительную площадку доставляют автосамосвалами и разгружают у бровки котлована или непосредственно в котлован через лоток.

При устройстве подготовки в несколько слоев Н. вр. и Расц. применять для каждого слоя в отдельности.

### Состав работ

а) При подаче щебня в котлован самосвалом по лотку  
1. Натягивание причалки. 2. Подача щебня. 3. Разравнивание щебня с планировкой лопатами. 4. Трамбование щебня.

б) При подаче щебня, расположенного на бровке котлована  
1. Натягивание причалки. 2. Подача щебня с перекидкой до 3 м. 3. Разравнивание щебня с планировкой лопатами. 4. Трамбование щебня.

в) При подаче щебня в котлован вручную

1. Натягивание причалки. 2. Подноска щебня носилками. 3. Разравнивание щебня с планировкой лопатами. 4. Трамбование щебня.

### Состав звена

Дорожный рабочий 4 разр. — 1

» » » 3 » — 1

» » » 2 » — 2

Таблица П.6.8

### Нормы времени и расценки на 1 кв. м щебеночной подготовки

Способ подачи щебня в котлован	Толщина подготовки в см			
	10	15	20	
Из автосамосвалов по лотку . .	0,2 <u>0—10,8</u>	0,24 <u>0—13</u>	0,28 <u>0—15,2</u>	1
С бровки котлована с перекидкой . . . . .	0,29 <u>0—15,7</u>	0,39 <u>0—21,1</u>	0,49 <u>0—26,5</u>	2
Вручную с подноской до 30 м	0,56 <u>0—30,3</u>	0,78 <u>0—42,2</u>	1 <u>0—54,2</u>	3
	а	б	в	№

**Таблица 30-62. Сооружение оголовков круглых труб**

**Состав работ:**

- а) подача и сортировка блоков оголовков;
- б) установка железобетонных конструкций оголовков на цементном растворе;
- в) конопатка, заливка и расшивка швов;
- г) заполнение пазух бетоном;
- д) устройство бетонного лотка.

Таблица П.6.9

Номер расценки Код ресурса	Наименование работ и элементов затрат	Код зо- ны	Единица измере- ния	Норма расхода	Стоимость единицы, руб.	Всего стоимость, руб.	В том числе: транспорт- ные расходы, руб.
<b>Е30-62-3</b>	<b>Сооружение оголовков одноочковых круглых труб отверстием 1-2 м (единица измерения - м3)</b>						
	<b>Прямые затраты, всего</b>	1 2 3	руб.			51637 56039 53001	3384 7691 4716
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			8692	
	эксплуатация машин		руб.			16147	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			2306	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			26798 31200 28162	3384 7691 4716
	<b>Затраты труда</b>						
999-9999	Средний разряд рабочих- строителей			4			
1-1	Затраты труда рабочих- строителей		чел.-ч	3,65			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	0,8			
	<b>Машины и механизмы</b>						
M021244	Краны на гусеничном ходу 25 т		маш.-ч	0,8	20184	16147	
	<b>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</b>						
C414-9021	Бетон гидротехнический	1 2 3	м3	0,21	76153 92945 81357	15992 19518 17085	2716 6165 3784
	Прочие материалы	1 2 3	руб.			10806 11682 11077	668 1526 932



Таблица 30-54. Укладка звеньев одноочковых труб



## Состав работ:

- а) подача и сортировка звеньев;  
 б) очистка поверхности лекального блока;  
 в) укладка звеньев труб на цементном растворе;  
 г) конопатка, заливка и затирка швов.

Таблица П.6.10

Номер расценки Код ресурса	Наименование работ и элементов затрат	Код зо- ны	Единица измере- ния	Норма расхода	Стоимость единицы, руб.	Всего стоимость, руб.	В том числе: транспор- тные расходы, руб.
<b>E30-54-3</b>	<b>Укладка звеньев одноочковых труб отверстием труб 1 м под насыпью высотой до (на железных дорогах; на автомобильных дорогах) 3;4 м (единица измерения - м3)</b>						
	<b>Прямые затраты, всего</b>	1 2 3	руб.			104765 106021 105142	926 2156 1295
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			24850	
	эксплуатация машин		руб.			51267	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			7320	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			28648 29904 29025	926 2156 1295
	<b>Затраты труда</b>						
999-9999	Средний разряд рабочих- строителей				4,1		
1-1	Затраты труда рабочих- строителей		чел.-ч	10,33			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	2,54			
	<b>Машины и механизмы</b>						
M021244	Краны на гусеничном ходу 25 т		маш.-ч	2,54	20184	51267	
	<b>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</b>						
	Прочие материалы	1 2 3	руб.			28648 29904 29025	926 2156 1295
	<b>Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах</b>						
P402-0000	Сборные железобетонные конструкции (марка по проекту)		м3	1			

Номер расценки Код ресурса	Наименование работ и элементов затрат	Код зо- ны	Единица измере- ния	Норма расхода	Стоимость единицы, руб.	Всего стоимость, руб.	В том числе: транспорт- ные расходы, руб.
E30-54-4	Укладка звеньев одноочковых труб отверстием труб 1 м под насыпью высотой до (на железных дорогах; на автомобильных дорогах) 6;7 м (единица измерения - м3)						
	<b>Прямые затраты, всего</b>	1 2 3	руб.			87625 88676 87940	775 1804 1082
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			20689	
	эксплуатация машин		руб.			42588	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			6081	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			24348 25399 24663	775 1804 1082
	<b>Затраты труда</b>						
999-9999	Средний разряд рабочих- строителей			4,1			
1-1	Затраты труда рабочих- строителей		чел.-ч	8,6			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	2,11			
	<b>Машины и механизмы</b>						
M021244	Краны на гусеничном ходу 25 т		маш.-ч	2,11	20184	42588	
	<b>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</b>						
	Прочие материалы	1 2 3	руб.			24348 25399 24663	775 1804 1082
	<b>Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах</b>						
П402-0000	Сборные железобетонные конструкции (марка по проекту)		м3	1			
E30-54-5	Укладка звеньев одноочковых труб отверстием труб 1,25 м под насыпью высотой до (на железных дорогах; на автомобильных дорогах) 3;4 м (единица измерения - м3)						
	<b>Прямые затраты, всего</b>	1 2 3	руб.			84247 85272 84555	758 1760 1059
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			20183	
	эксплуатация машин		руб.			40570	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			5793	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			23494 24519 23802	758 1760 1059
	<b>Затраты труда</b>						

Номер расценки Код ресурса	Наименование работ и элементов затрат	Код зо- ны	Единица измере- ния	Норма расхода	Стоимость единицы, руб.	Всего стоимость, руб.	В том числе: транспорти- рные расходы, руб.
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			4,1			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	8,39			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	2,01			
<b>Машины и механизмы</b>							
M021244	Краны на гусеничном ходу 25 т		маш.-ч	2,01	20184	40570	
<b>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</b>							
	Прочие материалы	1	руб.			23494	758
		2				24519	1760
		3				23802	1059
<b>Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах</b>							
П402-0000	Сборные железобетонные конструкции (марка по проекту)		м3	1			
E30-54-6	Укладка звеньев одночковых труб отверстием труб 1,25 м под насыпью высотой до (на железных дорогах; на автомобильных дорогах) 7;8 м (единица измерения - м3)						
	<b>Прямые затраты, всего</b>	1	руб.			75733	758
		2				76758	1760
		3				76041	1059
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			17321	
	эксплуатация машин		руб.			34918	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			4986	
	материальные ресурсы	1	руб.			23494	758
		2				24519	1760
		3				23802	1059
<b>Затраты труда</b>							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			4,1			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	7,2			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	1,73			
<b>Машины и механизмы</b>							
M021244	Краны на гусеничном ходу 25 т		маш.-ч	1,73	20184	34918	
<b>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</b>							
	Прочие материалы	1	руб.			23494	758
		2				24519	1760
		3				23802	1059
<b>Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах</b>							
П402-0000	Сборные железобетонные конструкции (марка по проекту)		м3	1			

Номер расценки Код ресурса	Наименование работ и элементов затрат	Код зо- ны	Единица измере- ния	Норма расхода	Стоимость единицы, руб.	Всего стоимость, руб.	В том числе: транспорт- ные расходы, руб.
<b>Е30-54-8</b>	<b>Укладка звеньев одноочковых труб отверстием труб 1,5 м под насыпью высотой до (на железных дорогах; на автомобильных дорогах) 3;3 м (единица измерения - м3)</b>						
	<i>Прямые затраты, всего</i>	1 2 3	руб.			72549 73385 72800	616 1434 863
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			17200	
	эксплуатация машин		руб.			34515	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			4928	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			20834 21670 21085	616 1434 863
	<b>Затраты труда</b>						
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			4,1			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	7,15			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	1,71			
	<b>Машины и механизмы</b>						
M021244	Краны на гусеничном ходу 25 т		маш.-ч	1,71	20184	34515	
	<b>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</b>						
	Прочие материалы	1 2 3	руб.			20834 21670 21085	616 1434 863
	<b>Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах</b>						
P402-0000	Сборные железобетонные конструкции (марка по проекту)		м3	1			
<b>Е30-54-9</b>	<b>Укладка звеньев одноочковых труб отверстием труб 1,5 м под насыпью высотой до (на железных дорогах; на автомобильных дорогах) 8;9 м (единица измерения - м3)</b>						
	<i>Прямые затраты, всего</i>	1 2 3	руб.			65895 66731 66146	616 1434 863
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			14987	
	эксплуатация машин		руб.			30074	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			4294	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			20834 21670 21085	616 1434 863
	<b>Затраты труда</b>						
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			4,1			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	6,23			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	1,49			
	<b>Машины и механизмы</b>						
M021244	Краны на гусеничном ходу 25 т		маш.-ч	1,49	20184	30074	
	<b>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</b>						
	Прочие материалы	1 2 3	руб.			20834 21670 21085	616 1434 863
	<b>Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах</b>						
P402-0000	Сборные железобетонные конструкции (марка по проекту)		м3	1			

Номер расцены Код ресурса	Наименование работ и элементов затрат	Код зо- ны	Единица измере- ния	Норма расхода ЛАНЬ®	Стоимость единицы, руб.	Всего стоимость, руб.	В том числе: транспорт- ные расходы, руб.
<b>Е30-54-11</b>	<b>Укладка звеньев одноочковых труб отверстием труб 2 м под насыпью высотой до (на железных дорогах; на автомобильных дорогах) 3;5 м (единица измерения - м3)</b>						
	<b>Прямые затраты, всего</b>	1 2 3	руб.			61185 62002 61432	604 1403 846
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			14338	
	эксплуатация машин		руб.			28056	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			4006	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			18791 19608 19038	604 1403 846
	<b>Затраты труда</b>						
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей				4,1		
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч		5,96		
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч		1,39		
	<b>Машины и механизмы</b>						
M021244	Краны на гусеничном ходу 25 т		маш.-ч		1,39	20184	28056
	<b>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</b>						
	Прочие материалы	1 2 3	руб.			18791 19608 19038	604 1403 846
	<b>Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах</b>						
П402-0000	Сборные железобетонные конструкции (марка по проекту)		м3		1		
<b>Е30-54-12</b>	<b>Укладка звеньев одноочковых труб отверстием труб 2 м под насыпью высотой до (на железных дорогах; на автомобильных дорогах) 8;8 м (единица измерения - м3)</b>						
	<b>Прямые затраты, всего</b>	1 2 3	руб.			54117 54953 54368	616 1434 863
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			11282	
	эксплуатация машин		руб.			22001	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			3141	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			20834 21670 21085	616 1434 863
	<b>Затраты труда</b>						
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей				4,1		
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч		4,69		
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч		1,09		
	<b>Машины и механизмы</b>						
M021244	Краны на гусеничном ходу 25 т		маш.-ч		1,09	20184	22001
	<b>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</b>						
	Прочие материалы	1 2 3	руб.			20834 21670 21085	616 1434 863
	<b>Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах</b>						
П402-0000	Сборные железобетонные конструкции (марка по проекту)		м3		1		

Номер расценки Код ресурса	Наименование работ и элементов затрат	Код зо- ны	Единица измере- ния	Норма расхода	Стоимость единицы, руб.	Всего стоимость, руб.	В том числе: транспорт- ные расходы, руб.
999-9999	Средний разряд рабочих- строителей			4,1			
1-1	Затраты труда рабочих- строителей		чел.-ч	3,86			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	0,9			
<b>Машины и механизмы</b>							
M021244	Краны на гусеничном ходу 25 т		маш.-ч	0,9	20184	18166	
<b>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</b>							
	Прочие материалы	1 2 3	руб.			18791 19608 19038	604 1403 846
<b>Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах</b>							
П402-0000	Сборные железобетонные конструкции (марка по проекту)		м3	1			

РСН 8.03.130-2007

Таблица 30-78. Устройство гидроизоляции

**Состав работ:**

- а) очистка и подготовка изолируемой поверхности (расценки 1-6);  
б) укладка подготовительного слоя (расценка 2);  
в) приготовление битумных мастик;  
г) подготовка рулонных материалов (расценки 1, 2);  
д) перекрытие деформационных швов (расценка 1);  
е) устройство битумной гидроизоляции;  
ж) устройство защитного слоя (расценка 1);  
и) приготовление эпоксидной мастики;  
к) нанесение обмазочной эпоксидной гидроизоляции (2 слоя).

Таблица П.6.11

Номер расценки Код ресурса	Наименование работ и элементов затрат	Код зо- ны	Единица измере- ния	Норма расхода	Стоимость единицы, руб.	Всего стоимость, руб.	В том числе: транспорт- ные расходы, руб.
<b>E30-78-2</b>	<b>Устройство оклеечной гидроизоляции (2 слоя)</b> (единица измерения - 100м2)						
	<b>Прямые затраты, всего</b>	1 2 3	руб.			1159647 1178791 1165212	13538 32284 18987
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			279684	
	эксплуатация машин		руб.			68717	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			9357	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			811246 830390 816811	13538 32284 18987
<b>Затраты труда</b>							
999-9999	Средний разряд рабочих- строителей			3,9			
1-1	Затраты труда рабочих- строителей		чел.-ч	119,12			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	3,93			
<b>Машины и механизмы</b>							



Окончание табл. П.6.11

Номер расценки Код ресурса	Наименование работ и элементов затрат	Код зо- ны	Единица измере- ния	Норма расхода	Стоимость единицы, руб.	Всего стоимость, руб.	В том числе: транспорт- ные расходы, руб.
M050102	Компрессоры передвижные с двигателем внутреннего сгорания давлением до 686 кПа (7атм) 5 м3/мин		маш.-ч	3,93	10690	42012	
	Прочие машины		руб.			26705	
<b>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</b>							
C101-8000	Битумы нефтяные строительные для кровельных мастик марки БНМ-75/35	1	т	0,68	459568	312506	3372
		2			467824	318120	8863
		3			461668	313934	4769
C104-9002	Ткань стеклянная изоляционная марки И- 200, толщиной 0,2 мм	1	м2	234	1885	441090	468
		2			1889	442026	1404
		3			1886	441324	702
C414-2005	Растворы кладочные тяжелые цементные, марки 150	1	м3	0,75	76866	57650	9698
		2			93659	70244	22017
		3			82071	61553	13516
<b>E30-78-3</b>	<b>Устройство обмазочной гидроизоляции битумной мастикой, двухслойной (единица измерения - 100м2)</b>						
	<b>Прямые затраты, всего</b>	1 2 3	руб.			717322 737351 723117	14166 33757 19834
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			185932	
	эксплуатация машин		руб.			45663	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			6238	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			485727 505756 491522	14166 33757 19834
	<b>Затраты труда</b>						
999-9999	Средний разряд рабочих- строителей				3,9		
1-1	Затраты труда рабочих- строителей		чел.-ч		79,19		
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч		2,62		
	<b>Машины и механизмы</b>						
M050102	Компрессоры передвижные с двигателем внутреннего сгорания давлением до 686 кПа (7атм) 5 м3/мин		маш.-ч	2,62	10690	28008	
	Прочие машины		руб.			17655	
<b>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</b>							
C101-1001	Асбест хризолитовый марки 7-370	1	т	0,16	36136	5782	771
		2			44155	7065	2026
		3			38176	6108	1090
C101-8000	Битумы нефтяные строительные для кровельных мастик марки БНМ-75/35	1	т	0,45	459568	206806	2232
		2			467824	210521	5865
		3			461668	207751	3156
C414-2005	Растворы кладочные тяжелые цементные, марки 150	1	м3	0,75	76866	57650	9698
		2			93659	70244	22017
		3			82071	61553	13516
	Прочие материалы	1 2 3	руб.			215489 217926 216110	1465 3849 2072

## ПРИЛОЖЕНИЕ 7

# Статьи нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении на строительные конструкции и работы (НРР 8.03.101-2017). Сборник 1. Земляные работы

Таблица 1-12. Разработка грунта в отвал экскаваторами "ДРАГЛАЙН" или "ОБРАТНАЯ ЛОПАТА"

**Состав работ:**

- а) разработка грунта навывмет;
- б) устройство и содержание водоотводных канав или ограждающих валиков;
- в) вспомогательные работы, связанные с перемещением экскаватора из забоя в забой.

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода	
E1-12-1	Разработка грунта в отвал экскаваторами "ДРАГЛАЙН" или "ОБРАТНАЯ ЛОПАТА" с ковшем вместимостью 1 (1-1,2) м <sup>3</sup> , грунт 1 группы (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )			
	<b>Затраты труда</b>			
		Средний разряд рабочих		3
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	5,64
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	24,54
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>			
M060249	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 1 м <sup>3</sup>	маш.-ч	12,27	
E1-12-2	Разработка грунта в отвал экскаваторами "ДРАГЛАЙН" или "ОБРАТНАЯ ЛОПАТА" с ковшем вместимостью 1 (1-1,2) м <sup>3</sup> , грунт 2 группы (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )			
	<b>Затраты труда</b>			
		Средний разряд рабочих		3
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	6,89
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	29,98
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>			
M060249	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 1 м <sup>3</sup>	маш.-ч	14,99	
E1-12-3	Разработка грунта в отвал экскаваторами "ДРАГЛАЙН" или "ОБРАТНАЯ ЛОПАТА" с ковшем вместимостью 1 (1-1,2) м <sup>3</sup> , грунт 3 группы (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )			
	<b>Затраты труда</b>			
		Средний разряд рабочих		3
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	8,57
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	37,28
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>			
M060249	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 1 м <sup>3</sup>	маш.-ч	18,64	
E1-12-7	Разработка грунта в отвал экскаваторами "ДРАГЛАЙН" или "ОБРАТНАЯ ЛОПАТА" с ковшем вместимостью 0,65 (0,5-1) м <sup>3</sup> , грунт 1 группы (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )			
	<b>Затраты труда</b>			
		Средний разряд рабочих		3
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	8,3
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	18,05
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>			
M060248	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,65 м <sup>3</sup>	маш.-ч	18,05	

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
E1-12-8	Разработка грунта в отвал экскаваторами "ДРАГЛАЙН" или "ОБРАТНАЯ ЛОПАТА" с ковшом вместимостью 0,65 (0,5-1) м3, грунт 2 группы (единица измерения - 1000м3)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	10,48
	1-3 Затраты труда машинистов	чел.-ч	22,77
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M060248	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,65 м3	маш.-ч	22,77
E1-12-9	Разработка грунта в отвал экскаваторами "ДРАГЛАЙН" или "ОБРАТНАЯ ЛОПАТА" с ковшом вместимостью 0,65 (0,5-1) м3, грунт 3 группы (единица измерения - 1000м3)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	13,22
	1-3 Затраты труда машинистов	чел.-ч	28,91
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M060248	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,65 м3	маш.-ч	28,91
E1-12-13	Разработка грунта в отвал экскаваторами "ДРАГЛАЙН" или "ОБРАТНАЯ ЛОПАТА" с ковшом вместимостью 0,5 (0,5-0,63) м3, грунт 1 группы (единица измерения - 1000м3)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	10,75
	1-3 Затраты труда машинистов	чел.-ч	23,36
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M060247	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,5 м3	маш.-ч	23,36
E1-12-14	Разработка грунта в отвал экскаваторами "ДРАГЛАЙН" или "ОБРАТНАЯ ЛОПАТА" с ковшом вместимостью 0,5 (0,5-0,63) м3, грунт 2 группы (единица измерения - 1000м3)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	13,57
	1-3 Затраты труда машинистов	чел.-ч	29,5
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M060247	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,5 м3	маш.-ч	29,5
E1-12-15	Разработка грунта в отвал экскаваторами "ДРАГЛАЙН" или "ОБРАТНАЯ ЛОПАТА" с ковшом вместимостью 0,5 (0,5-0,63) м3, грунт 3 группы (единица измерения - 1000м3)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	17,23
	1-3 Затраты труда машинистов	чел.-ч	37,41
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M060247	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,5 м3	маш.-ч	37,41

Таблица 1-17. Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами

Состав работ:

- а) разработка грунта экскаваторами с погрузкой на автомобили-самосвалы;
- б) планировка поверхности забоя и земляного полотна забойной дороги бульдозером;
- в) содержание забойной дороги;

г) вспомогательные работы, выполняемые вручную, связанные с устройством водоотводных канав или ограждающих валиков, с переходом экскаватора с одного места работы на другое и из забоя в забой и т.д.

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
E1-17-1	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 1 (1-1,2) м <sup>3</sup> , грунт 1 группы (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )		
	<b>Затраты труда</b>		
	Средний разряд рабочих		3
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	6,4
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	32,72
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M060249	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 1 м <sup>3</sup>	маш.-ч	14,16
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	4,4
	<b>Нормы расхода материалов</b>		
4	<b>Железобетонные и бетонные изделия и конструкции (в т.ч. типовые), керамические изделия, нерудные материалы, бетоны и растворы</b>		
4/1	<b>Конструкции и изделия бетонные и железобетонные. керамические изделия. нерудные материалы. товарные бетоны и растворы</b>		
4/1-5-20-20-10/20  C412-1290-3	Щебень из гравия марки 800, 2 класса, фракции 20-80 мм	м <sup>3</sup>	0,03
E1-17-2	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 1 (1-1,2) м <sup>3</sup> , грунт 2 группы (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )		
	<b>Затраты труда</b>		
	Средний разряд рабочих		3
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	8
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	40,9
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M060249	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 1 м <sup>3</sup>	маш.-ч	17,7
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	5,5
	<b>Нормы расхода материалов</b>		
4	<b>Железобетонные и бетонные изделия и конструкции (в т.ч. типовые), керамические изделия, нерудные материалы, бетоны и растворы</b>		
4/1	<b>Конструкции и изделия бетонные и железобетонные. керамические изделия. нерудные материалы. товарные бетоны и растворы</b>		
4/1-5-20-20-10/20  C412-1290-3	Щебень из гравия марки 800, 2 класса, фракции 20-80 мм	м <sup>3</sup>	0,04
E1-17-3	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 1 (1-1,2) м <sup>3</sup> , грунт 3 группы (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )		
	<b>Затраты труда</b>		
	Средний разряд рабочих		3
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	9,98
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	50,99
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода	
E1-17-7	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 0,65 (0,5-1) м <sup>3</sup> , грунт 1 группы (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )			
	<b>Затраты труда</b>			
		Средний разряд рабочих		3
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	9,28
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	26,91
		<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
	M060248	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,65 м <sup>3</sup>	маш.-ч	20,53
	M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	6,38
		<b>Нормы расхода материалов</b>		
	4	<b>Железобетонные и бетонные изделия и конструкции (в т.ч. типовые), керамические изделия, нерудные материалы, бетоны и растворы</b>		
4/1	<b>Конструкции и изделия бетонные и железобетонные. керамические изделия. нерудные материалы. товарные бетоны и растворы</b>			
4/1-5-20-20-10/20  C412-1290-3	Щебень из гравия марки 800, 2 класса, фракции 20-80 мм	м <sup>3</sup>	0,03	
E1-17-8	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 0,65 (0,5-1) м <sup>3</sup> , грунт 2 группы (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )			
	<b>Затраты труда</b>			
		Средний разряд рабочих		3
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	11,41
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	33,09
		<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
	M060248	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,65 м <sup>3</sup>	маш.-ч	25,25
	M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	7,84
		<b>Нормы расхода материалов</b>		
	4	<b>Железобетонные и бетонные изделия и конструкции (в т.ч. типовые), керамические изделия, нерудные материалы, бетоны и растворы</b>		
4/1	<b>Конструкции и изделия бетонные и железобетонные. керамические изделия. нерудные материалы. товарные бетоны и растворы</b>			
4/1-5-20-20-10/20  C412-1290-3	Щебень из гравия марки 800, 2 класса, фракции 20-80 мм	м <sup>3</sup>	0,04	
E1-17-9	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 0,65 (0,5-1) м <sup>3</sup> , грунт 3 группы (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )			
	<b>Затраты труда</b>			
		Средний разряд рабочих		3
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	14,96
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	43,3
		<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
	M060248	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,65 м <sup>3</sup>	маш.-ч	33,04
	M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	10,26
		<b>Нормы расхода материалов</b>		
	4	<b>Железобетонные и бетонные изделия и конструкции (в т.ч. типовые), керамические изделия, нерудные материалы, бетоны и растворы</b>		
4/1	<b>Конструкции и изделия бетонные и железобетонные. керамические изделия. нерудные материалы. товарные бетоны и растворы</b>			
4/1-5-20-20-10/20  C412-1290-3	Щебень из гравия марки 800, 2 класса, фракции 20-80 мм	м <sup>3</sup>	0,05	

Таблица 1-20. Работа на отвале



## Состав работ:

- а) перемещение и разравнивание выгруженного грунта из автомобилей-самосвалов;  
 б) содержание проездов на отвале;  
 в) очистка кузовов автомобилей-самосвалов при их выгрузке.

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода	
E1-20-1	Работа на отвале, грунт 1 группы (единица измерения - 1000м3)			
	<i>Затраты труда</i>			
		Средний разряд рабочих		3
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	3,16
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	3,45
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>			
	M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (п.с.)	маш.-ч	3,45
	<i>Нормы расхода материалов</i>			
	4	<i>Железобетонные и бетонные изделия и конструкции (в т.ч. типовые), керамические изделия, нерудные материалы, бетоны и растворы</i>		
	4/1	<i>Конструкции и изделия бетонные и железобетонные. керамические изделия. нерудные материалы. товарные бетоны и растворы</i>		
4/1-5-20-20-10/20  С412-1290-3	Щебень из гравия марки 800, 2 класса, фракции 20-80 мм	м3	0,02	
E1-20-2	Работа на отвале, грунт 2-3 группы (единица измерения - 1000м3)			
	<i>Затраты труда</i>			
		Средний разряд рабочих		3
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	3,86
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	4,2
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>			
	M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (п.с.)	маш.-ч	4,2
	<i>Нормы расхода материалов</i>			
	4	<i>Железобетонные и бетонные изделия и конструкции (в т.ч. типовые), керамические изделия, нерудные материалы, бетоны и растворы</i>		
	4/1	<i>Конструкции и изделия бетонные и железобетонные. керамические изделия. нерудные материалы. товарные бетоны и растворы</i>		
4/1-5-20-20-10/20  С412-1290-3	Щебень из гравия марки 800, 2 класса, фракции 20-80 мм	м3	0,04	



Таблица 1-22. Разработка грунта скреперами прицепными

Состав работ:

- а) разработка, перемещение и разравнивание грунта на отвале;
- б) содержание съездов, въездов и дорог для транспортировки грунта;
- в) устройство и содержание водоотводных канав.

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода	
E1-22-9	Разработка грунта скреперами прицепными с ковшем вместимостью 10 м <sup>3</sup> при перемещении грунта до 100 м, грунт 1 группы (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )			
	<i>Затраты труда</i>			
		Средний разряд рабочих		3
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	2,79
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	13,51
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>			
	M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	1,65
	M070320	Скреперы прицепные (с гусеничным трактором) емкостью 10 м <sup>3</sup>	маш.-ч	11,86
	E1-22-10	Разработка грунта скреперами прицепными с ковшем вместимостью 10 м <sup>3</sup> при перемещении грунта до 100 м, грунт 2 группы (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )		
		<i>Затраты труда</i>		
		Средний разряд рабочих		3
1-1		Затраты труда рабочих	чел.-ч	3,24
1-3		Затраты труда машинистов	чел.-ч	15,37
<i>Нормы эксплуатации машин</i>				
M070149		Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	1,65
M070320		Скреперы прицепные (с гусеничным трактором) емкостью 10 м <sup>3</sup>	маш.-ч	13,72
E1-22-21		Разработка грунта скреперами прицепными с ковшем вместимостью 10 м <sup>3</sup> добавлять на каждые последующие 10 м, грунт 1 группы (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )		
		<i>Затраты труда</i>		
		Средний разряд рабочих		3
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	0,15
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	0,63
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>			
	M070320	Скреперы прицепные (с гусеничным трактором) емкостью 10 м <sup>3</sup>	маш.-ч	0,63
E1-22-22	Разработка грунта скреперами прицепными с ковшем вместимостью 10 м <sup>3</sup> добавлять на каждые последующие 10 м, грунт 2 группы (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )			
	<i>Затраты труда</i>			
		Средний разряд рабочих		3
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	0,18
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	0,75
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>			
	M070320	Скреперы прицепные (с гусеничным трактором) емкостью 10 м <sup>3</sup>	маш.-ч	0,75



Таблица 1-24. Разработка грунта бульдозерами

Состав работ:

а) разработка грунта с перемещением.

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
E1-24-5	Разработка грунта бульдозерами мощностью 79 (108) кВт (л.с.) при перемещении грунта до 10 м, грунт 1 группы (единица измерения - 1000м3)		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	10,23
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	10,23
E1-24-6	Разработка грунта бульдозерами мощностью 79 (108) кВт (л.с.) при перемещении грунта до 10 м, грунт 2 группы (единица измерения - 1000м3)		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	11,63
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	11,63
E1-24-7	Разработка грунта бульдозерами мощностью 79 (108) кВт (л.с.) при перемещении грунта до 10 м, грунт 3 группы (единица измерения - 1000м3)		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	12,79
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	12,79
E1-24-10	Разработка грунта бульдозерами мощностью 59 (80) кВт (л.с.) добавлять на каждые последующие 10 м, грунт 2 группы (единица измерения - 1000м3)		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	11,44
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M070148	Бульдозеры 59 (80) кВт (л.с.)	маш.-ч	11,44
E1-24-13	Разработка грунта бульдозерами мощностью 79 (108) кВт (л.с.) добавлять на каждые последующие 10 м, грунт 1 группы (единица измерения - 1000м3)		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	8,61
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	8,61
E1-24-14	Разработка грунта бульдозерами мощностью 79 (108) кВт (л.с.) добавлять на каждые последующие 10 м, грунт 2 группы (единица измерения - 1000м3)		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	9,77
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	9,77
E1-24-15	Разработка грунта бульдозерами мощностью 79 (108) кВт (л.с.) добавлять на каждые последующие 10 м, грунт 3 группы (единица измерения - 1000м3)		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	10,12
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	10,12

Таблица 1-25. Разработка грунта бульдозерами

Состав работ:

а) разработка грунта с перемещением.

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
E1-25-1	Разработка грунта бульдозерами мощностью 96 (130) кВт (л.с.) при перемещении грунта до 10 м, грунт 1 группы (единица измерения - 1000м3)		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	6,4
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M070150	Бульдозеры 96 (130) кВт (л.с.)	маш.-ч	6,4
E1-25-2	Разработка грунта бульдозерами мощностью 96 (130) кВт (л.с.) при перемещении грунта до 10 м, грунт 2 группы (единица измерения - 1000м3)		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	7,92
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M070150	Бульдозеры 96 (130) кВт (л.с.)	маш.-ч	7,92
E1-25-3	Разработка грунта бульдозерами мощностью 96 (130) кВт (л.с.) при перемещении грунта до 10 м, грунт 3 группы (единица измерения - 1000м3)		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	9,02
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M070150	Бульдозеры 96 (130) кВт (л.с.)	маш.-ч	9,02
E1-25-9	Разработка грунта бульдозерами мощностью 96 (130) кВт (л.с.) добавлять на каждые последующие 10 м, грунт 1 группы (единица измерения - 1000м3)		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	5,53
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M070150	Бульдозеры 96 (130) кВт (л.с.)	маш.-ч	5,53
E1-25-10	Разработка грунта бульдозерами мощностью 96 (130) кВт (л.с.) добавлять на каждые последующие 10 м, грунт 2 группы (единица измерения - 1000м3)		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	6,27
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M070150	Бульдозеры 96 (130) кВт (л.с.)	маш.-ч	6,27
E1-25-11	Разработка грунта бульдозерами мощностью 96 (130) кВт (л.с.) добавлять на каждые последующие 10 м, грунт 3 группы (единица измерения - 1000м3)		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	6,51
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M070150	Бульдозеры 96 (130) кВт (л.с.)	маш.-ч	6,51

Таблица 1-35. Устройство дорожных насыпей бульдозерами

Состав работ:

- а) разработка грунта с перемещением его из резервов и выемок в насыпь;
- б) разравнивание грунта в насыпи;
- в) разравнивание грунта в резервах;
- г) рыхление грунта (норма 3).

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода	
E1-35-1	Устройство дорожных насыпей бульдозерами с перемещением грунта до 20 м, грунт 1 группы (единица измерения - 1000м3)			
	<i>Затраты труда</i>			
	1-3 Затраты труда машинистов	чел.-ч	14,3	
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>			
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	14,3	
E1-35-2	Устройство дорожных насыпей бульдозерами с перемещением грунта до 20 м, грунт 2 группы (единица измерения - 1000м3)			
	<i>Затраты труда</i>			
	1-3 Затраты труда машинистов	чел.-ч	16,63	
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>			
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	16,63	
E1-35-3	Устройство дорожных насыпей бульдозерами с перемещением грунта до 20 м, грунт 3 группы (единица измерения - 1000м3)			
	<i>Затраты труда</i>			
	1-3 Затраты труда машинистов	чел.-ч	19,45	
		<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
	M010312	Тракторы на гусеничном ходу 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	1,31
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	18,14	
M091400	Рыхлители прицепные (без трактора)	маш.-ч	1,31	
E1-35-4	Устройство дорожных насыпей бульдозерами на каждые последующие 10 м, грунт 1 группы (единица измерения - 1000м3)			
	<i>Затраты труда</i>			
	1-3 Затраты труда машинистов	чел.-ч	5,82	
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>			
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	5,82	
E1-35-5	Устройство дорожных насыпей бульдозерами на каждые последующие 10 м, грунт 2-3 группы (единица измерения - 1000м3)			
	<i>Затраты труда</i>			
	1-3 Затраты труда машинистов	чел.-ч	6,69	
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>			
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	6,69	



Таблица 1-36. Устройство сливной призмы и кюветов в выемках

**Состав работ:**

- а) устройство сливной призмы и кюветов;
- б) погрузка грунта на автосамосвалы;
- в) разравнивание грунта на отвале;
- г) зачистка неровностей;
- д) нарезка выводов кюветов;
- е) транспортирование грунта.

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода	
E1-36-1	Устройство сливной призмы и кюветов в выемках, грунт 1 группы (единица измерения - 100м3)			
	<i>Затраты труда</i>			
		Средний разряд рабочих		3,5
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	31,68
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	20,15
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>			
	M010704	Автомобиль самосвал 10 т	маш.-ч	14,56
	M060115	Экскаваторы траншейные многоковшовые цепные 12 л	маш.-ч	2,61
	M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,1
	M120202	Автогрейдеры среднего типа 99 (135) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,27
E1-36-2	Устройство сливной призмы и кюветов в выемках, грунт 2 группы (единица измерения - 100м3)			
	<i>Затраты труда</i>			
		Средний разряд рабочих		3,5
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	45,93
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	23,18
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>			
	M010704	Автомобиль самосвал 10 т	маш.-ч	16,07
	M060115	Экскаваторы траншейные многоковшовые цепные 12 л	маш.-ч	3,32
	M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,1
	M120202	Автогрейдеры среднего типа 99 (135) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,37



Таблица 1-38. Срезка недобора грунта в выемках

**Состав работ:**

- а) срезка недобора с отсыпкой грунта в отвал или погрузкой в автомобили-самосвалы;
- б) устройство и содержание водоотводных канав или ограждающих валиков в забое;
- в) разравнивание грунта в кавальерах или на насыпи;
- г) содержание дорог и проездов;
- д) подготовка пути для передвижки экскаватора и другие работы, сопутствующие экскавации.

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
<b>E1-38-1</b>	<b>Срезка недобора грунта в выемках, грунт 1 группы</b> (единица измерения - 1000м3)		
	<b>Затраты труда</b>		
	Средний разряд рабочих		3
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	430,36
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	54,67
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M060248	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,65 м3	маш.-ч	43,78
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	10,89
	<b>Нормы расхода материалов</b>		
	<b>1 Материалы для строительных работ</b>		
	<b>1/10 Материалы для строительных работ общего назначения</b>		
1/10-110-100- 15/10  С102-18000	Доски обрезные из мягколиственных пород и березы длиной 2-3,75 м, толщиной 25, 32, 40 мм, 1 сорта	м3	0,03
<b>E1-38-2</b>	<b>Срезка недобора грунта в выемках, грунт 2 группы</b> (единица измерения - 1000м3)		
	<b>Затраты труда</b>		
	Средний разряд рабочих		3
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	557,96
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	55,39
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M060248	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,65 м3	маш.-ч	43,78
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	11,61
	<b>Нормы расхода материалов</b>		
	<b>1 Материалы для строительных работ</b>		
	<b>1/10 Материалы для строительных работ общего назначения</b>		
1/10-110-100- 15/10  С102-18000	Доски обрезные из мягколиственных пород и березы длиной 2-3,75 м, толщиной 25, 32, 40 мм, 1 сорта	м3	0,035
<b>E1-38-3</b>	<b>Срезка недобора грунта в выемках, грунт 3 группы</b> (единица измерения - 1000м3)		
	<b>Затраты труда</b>		
	Средний разряд рабочих		3
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	779,22
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	80,26
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M060248	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,65 м3	маш.-ч	65,61
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	14,65
	<b>Нормы расхода материалов</b>		
	<b>1 Материалы для строительных работ</b>		
	<b>1/10 Материалы для строительных работ общего назначения</b>		



Таблица 1-130. Уплотнение грунта прицепными катками на пневмоколесном ходу 25 т

Состав работ:

- а) разравнивание грунта перед уплотнением;  
б) уплотнение грунта.

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
E1-130-1	Уплотнение грунта прицепными катками на пневмоколесном ходу 25 т на первый проход по одному следу при толщине слоя 25 см (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	18,22
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M010312	Тракторы на гусеничном ходу 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	1,59
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	16,63
M120711	Катки дорожные прицепные на пневмоколесном ходу 25 т	маш.-ч	1,59
E1-130-2	Уплотнение грунта прицепными катками на пневмоколесном ходу 25 т на первый проход по одному следу при толщине слоя 30 см (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	16,28
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M010312	Тракторы на гусеничном ходу 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	1,46
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	14,82
M120711	Катки дорожные прицепные на пневмоколесном ходу 25 т	маш.-ч	1,46
E1-130-3	Уплотнение грунта прицепными катками на пневмоколесном ходу 25 т на первый проход по одному следу при толщине слоя 40 см (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	1,59
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M010312	Тракторы на гусеничном ходу 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	1,59
M120711	Катки дорожные прицепные на пневмоколесном ходу 25 т	маш.-ч	1,59
E1-130-8	Уплотнение грунта прицепными катками на пневмоколесном ходу 25 т на каждый последующий проход по одному следу при толщине слоя 30 см (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	1,46
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M010312	Тракторы на гусеничном ходу 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	1,46
M120711	Катки дорожные прицепные на пневмоколесном ходу 25 т	маш.-ч	1,46



Таблица 1-134. Уплотнение грунта пневматическими трамбовками

Состав работ:

а) уплотнение грунта.

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
<b>E1-134-1</b>	<b>Уплотнение грунта пневматическими трамбовками, грунт 1-2 группы</b> (единица измерения - 100м <sup>3</sup> уплотненного грунта)		
	<b>Затраты труда</b>		
	Средний разряд рабочих		3,5
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	12,53
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	12,18
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M050102	Компрессоры передвижные с двигателем внутреннего сгорания давлением до 686 кПа (7атм) 5 м <sup>3</sup> /мин	маш.-ч	12,18
M331101	Трамбовки пневматические (без учета стоимости сжатого воздуха)	маш.-ч	12,18
<b>E1-134-2</b>	<b>Уплотнение грунта пневматическими трамбовками, грунт 3-4 группы</b> (единица измерения - 100м <sup>3</sup> уплотненного грунта)		
	<b>Затраты труда</b>		
	Средний разряд рабочих		3,5
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	14,96
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	14,5
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M050102	Компрессоры передвижные с двигателем внутреннего сгорания давлением до 686 кПа (7атм) 5 м <sup>3</sup> /мин	маш.-ч	14,5
M331101	Трамбовки пневматические (без учета стоимости сжатого воздуха)	маш.-ч	14,5

Таблица 1-135. Полив водой уплотняемого грунта насыпей

Состав работ:

а) полив водой.

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
<b>E1-135-1</b>	<b>Полив водой уплотняемого грунта насыпей</b> (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )		
	<b>Затраты труда</b>		
	Средний разряд рабочих		3
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	13,91
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	13,91
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M121601	Машины поливомоечные 6000 л	маш.-ч	13,91
	<b>Нормы расхода материалов</b>		
	<b>1 Материалы для строительных работ</b>		
	<b>1/10 Материалы для строительных работ общего назначения</b>		
1/10-280-20/40  C412-9005	Вода	м <sup>3</sup>	100



Таблица 1-140. Удаление растительно-корневого покрова и торфа

**Состав работ:**

- а) разработка растительно-корневого покрова и торфа;
- б) перекидка грунта (нормы 1-2);
- в) разравнивание грунта на отвале (норма 1);
- г) устройство, содержание и перекладка щитов под экскаваторы.

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
<b>E1-140-1</b>	<b>Удаление растительно-корневого покрова и торфа в траншеях на болотах 1 типа</b> (единица измерения - 1000м3)		
	<b>Затраты труда</b>		
	Средний разряд рабочих		3
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	657,54
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	49,92
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M021143	Краны на автомобильном ходу 16 т	маш.-ч	0,57
M060247	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,5 м3	маш.-ч	6,28
M060248	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,65 м3	маш.-ч	37,05
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	5,17
M331617	Средства малой механизации	маш.-ч	0,85
	<b>Нормы расхода материалов</b>		
<b>1</b>	<b>Материалы для строительных работ</b>		
<b>1/10</b>	<b>Материалы для строительных работ общего назначения</b>		
1/10-110-5/10  C102-800	Лесоматериалы круглые хвойных пород для строительства длиной 3-6,5 м, диаметром 14-24 см, 1-2 сорта, нижний лесосклад	м3	4,54
1/10-240-10- 15/6  C101-8800	Болты с шестигранной головкой диаметром резьбы 6 мм	т	0,081
1/10-260-500- 5/5  C101-78200-2	Покówki строительные (скобы, закрепы, хомуты) массой до 1,6 кг	т	0,0172
<b>E1-140-2</b>	<b>Удаление растительно-корневого покрова и торфа в траншеях на болотах 2 типа</b> (единица измерения - 1000м3)		
	<b>Затраты труда</b>		
	Средний разряд рабочих		3
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	96,64
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	40,23
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M021143	Краны на автомобильном ходу 16 т	маш.-ч	0,89
M060248	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,65 м3	маш.-ч	38
M331617	Средства малой механизации	маш.-ч	1,34
	<b>Нормы расхода материалов</b>		
<b>1</b>	<b>Материалы для строительных работ</b>		
<b>1/10</b>	<b>Материалы для строительных работ общего назначения</b>		
1/10-110-5/10  C102-800	Лесоматериалы круглые хвойных пород для строительства длиной 3-6,5 м, диаметром 14-24 см, 1-2 сорта, нижний лесосклад	м3	7,4
1/10-240-10- 15/6  C101-8800	Болты с шестигранной головкой диаметром резьбы 6 мм	т	0,118

Таблица 1-142. Перемещение грунта автомобилями-самосвалами для отсыпки насыпей в пределах болота

Состав работ:

- а) перемещение грунта;  
 б) разворот автомобилей-самосвалов на насыпи или за пределами болота;  
 в) подача автомобилей-самосвалов под погрузку;  
 г) содержание землевозных дорог на болоте.

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода	
E1-142-1	Перемещение грунта автомобилями-самосвалами для отсыпки насыпей в пределах болота на расстояние до 0,25 км, грунт 1 группы (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )			
	<b>Затраты труда</b>			
		Средний разряд рабочих		3
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	26,51
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	110,57
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>			
	M010704	Автомобиль самосвал 10 т	маш.-ч	95,93
	M021243	Краны на гусеничном ходу до 16 т	маш.-ч	0,22
	M120202	Автогрейдеры среднего типа 99 (135) кВт (л.с.)	маш.-ч	14,42
	<b>Нормы расхода материалов</b>			
	<b>1 Материалы для строительных работ</b>			
	<b>1/10 Материалы для строительных работ общего назначения</b>			
	1/10-110-5/10  C102-800	Лесоматериалы круглые хвойных пород для строительства длиной 3-6,5 м, диаметром 14-24 см, 1-2 сорта, нижний лесосклад	м <sup>3</sup>	3,2
	<b>4 Железобетонные и бетонные изделия и конструкции (в т.ч. типовые), керамические изделия, нерудные материалы, бетоны и растворы</b>			
	<b>4/1 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные, керамические изделия, нерудные материалы, товарные бетоны и растворы</b>			
4/1-5-30-10- 20/20  C412-1301-1	Гравий для строительных работ марки 600, 2 группы, фракции 5-20 мм	м <sup>3</sup>	14,5	
E1-142-2	Перемещение грунта автомобилями-самосвалами для отсыпки насыпей в пределах болота на расстояние до 0,25 км, грунт 2-3 группы (единица измерения - 1000м <sup>3</sup> )			
	<b>Затраты труда</b>			
		Средний разряд рабочих		3
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	33,14
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	122,28
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>			
	M010704	Автомобиль самосвал 10 т	маш.-ч	103,97
	M021243	Краны на гусеничном ходу до 16 т	маш.-ч	0,28
	M120202	Автогрейдеры среднего типа 99 (135) кВт (л.с.)	маш.-ч	18,03
	<b>Нормы расхода материалов</b>			
	<b>1 Материалы для строительных работ</b>			
	<b>1/10 Материалы для строительных работ общего назначения</b>			
	1/10-110-5/10  C102-800	Лесоматериалы круглые хвойных пород для строительства длиной 3-6,5 м, диаметром 14-24 см, 1-2 сорта, нижний лесосклад	м <sup>3</sup>	3,6
	<b>4 Железобетонные и бетонные изделия и конструкции (в т.ч. типовые), керамические изделия, нерудные материалы, бетоны и растворы</b>			
	<b>4/1 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные, керамические изделия, нерудные материалы, товарные бетоны и растворы</b>			
4/1-5-30-10- 20/20  C412-1301-1	Гравий для строительных работ марки 600, 2 группы, фракции 5-20 мм	м <sup>3</sup>	15,4	



Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода	
E1-142-5	Перемещение грунта автомобилями-самосвалами для отсыпки насыпей в пределах болота, добавлять на каждые последующие 0,25 км к норме 1-142-1, грунт 1 группы (единица измерения - 1000м3)			
	<b>Затраты труда</b>			
		Средний разряд рабочих		3
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	13,26
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	18,93
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>			
	M010704	Автомобиль самосвал 10 т	маш.-ч	16,72
	M021243	Краны на гусеничном ходу до 16 т	маш.-ч	0,07
	M120202	Автогрейдеры среднего типа 99 (135) кВт (л.с.)	маш.-ч	2,14
	<b>Нормы расхода материалов</b>			
<b>1 Материалы для строительных работ</b>				
<b>1/10 Материалы для строительных работ общего назначения</b>				
1/10-110-5/10  C102-800	Лесоматериалы круглые хвойных пород для строительства длиной 3-6,5 м, диаметром 14-24 см, 1-2 сорта, нижний лесосклад	м3	1	
<b>4 Железобетонные и бетонные изделия в конструкции (в т.ч. типовые), керамические изделия, нерудные материалы, бетоны и растворы</b>				
<b>4/1 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные. керамические изделия. нерудные материалы. товарные бетоны и растворы</b>				
4/1-5-30-10- 20/20  C412-1301-1	Гравий для строительных работ марки 600, 2 группы, фракции 5-20 мм	м3	4,6	
E1-142-6	Перемещение грунта автомобилями-самосвалами для отсыпки насыпей в пределах болота, добавлять на каждые последующие 0,25 км к норме 1-142-2, грунт 2-3 группы (единица измерения - 1000м3)			
	<b>Затраты труда</b>			
		Средний разряд рабочих		3
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	16,63
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	20,82
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>			
	M010704	Автомобиль самосвал 10 т	маш.-ч	18,09
	M021243	Краны на гусеничном ходу до 16 т	маш.-ч	0,07
	M120202	Автогрейдеры среднего типа 99 (135) кВт (л.с.)	маш.-ч	2,66
	<b>Нормы расхода материалов</b>			
<b>1 Материалы для строительных работ</b>				
<b>1/10 Материалы для строительных работ общего назначения</b>				
1/10-110-5/10  C102-800	Лесоматериалы круглые хвойных пород для строительства длиной 3-6,5 м, диаметром 14-24 см, 1-2 сорта, нижний лесосклад	м3	1,2	
<b>4 Железобетонные и бетонные изделия и конструкции (в т.ч. типовые), керамические изделия, нерудные материалы, бетоны и растворы</b>				
<b>4/1 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные. керамические изделия. нерудные материалы. товарные бетоны и растворы</b>				
4/1-5-30-10- 20/20  C412-1301-1	Гравий для строительных работ марки 600, 2 группы, фракции 5-20 мм	м3	5,1	



Таблица 1-145. Планировка площадей, откосов, полотна выемок и насыпей

**Состав работ:**

- а) планировка поверхности со срезкой неровностей (нормы 1-7);  
 б) засыпка углублений, уплотнение грунта, зачистка поверхности и проверка шаблоном (нормы 1-7);  
 в) планировка основной площадки полотна (нормы 8-13);  
 г) устройство сливной призмы и зачистка неровностей (нормы 11-13);  
 д) планировка откосов срезкой (нормы 8-19);  
 е) разравнивание грунта и планировка естественной бермы (нормы 11-13, 17-19).

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
<b>E1-145-1</b>	<b>Планировка площадей механизированным способом, грунт 1 группы</b> (единица измерения - 1000м <sup>2</sup> )		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	0,99
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,59
M120202	Автогрейдеры среднего типа 99 (135) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,4
<b>E1-145-2</b>	<b>Планировка площадей механизированным способом, грунт 2 группы</b> (единица измерения - 1000м <sup>2</sup> )		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	1,17
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,72
M120202	Автогрейдеры среднего типа 99 (135) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,45
<b>E1-145-3</b>	<b>Планировка площадей механизированным способом, грунт 3 группы</b> (единица измерения - 1000м <sup>2</sup> )		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	1,58
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	1,04
M120202	Автогрейдеры среднего типа 99 (135) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,54
<b>E1-145-8</b>	<b>Планировка механизированным способом выемок откосов и полотна, грунт 1 группы</b> (единица измерения - 1000м <sup>2</sup> )		
	<b>Затраты труда</b>		
	Средний разряд рабочих		3
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	66,98
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	2,86
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M060248	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,65 м <sup>3</sup>	маш.-ч	1,42
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,55
M120202	Автогрейдеры среднего типа 99 (135) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,89
<b>E1-145-9</b>	<b>Планировка механизированным способом выемок откосов и полотна, грунт 2 группы</b> (единица измерения - 1000м <sup>2</sup> )		
	<b>Затраты труда</b>		
	Средний разряд рабочих		3
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	84,93
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	3,11
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M060248	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,65 м <sup>3</sup>	маш.-ч	1,42
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,65
M120202	Автогрейдеры среднего типа 99 (135) кВт (л.с.)	маш.-ч	1,04

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода	
E1-145-10	Планировка механизированным способом выемок откосов и полотна, грунт 3 группы (единица измерения - 1000м2)			
	<b>Затраты труда</b>			
	Средний разряд рабочих		3	
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	124,35	
	1-3 Затраты труда машинистов	чел.-ч	4,29	
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>			
	M060248	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,65 м3	маш.-ч	2,48
	M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,67
	M120202	Автогрейдеры среднего типа 99 (135) кВт (л.с.)	маш.-ч	1,14
	E1-145-11	Планировка механизированным способом насыпей откосов и полотна, грунт 1 группы (единица измерения - 1000м2)		
<b>Затраты труда</b>				
Средний разряд рабочих			3	
1-1 Затраты труда рабочих		чел.-ч	26,63	
1-3 Затраты труда машинистов		чел.-ч	2,65	
<b>Нормы эксплуатации машин</b>				
M060248		Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,65 м3	маш.-ч	0,83
M070149		Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,33
M120202		Автогрейдеры среднего типа 99 (135) кВт (л.с.)	маш.-ч	1,49
E1-145-12		Планировка механизированным способом насыпей откосов и полотна, грунт 2 группы (единица измерения - 1000м2)		
	<b>Затраты труда</b>			
	Средний разряд рабочих		3	
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	32,73	
	1-3 Затраты труда машинистов	чел.-ч	2,94	
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>			
	M060248	Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,65 м3	маш.-ч	0,83
	M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,42
	M120202	Автогрейдеры среднего типа 99 (135) кВт (л.с.)	маш.-ч	1,69
	E1-145-13	Планировка механизированным способом насыпей откосов и полотна, грунт 3 группы (единица измерения - 1000м2)		
<b>Затраты труда</b>				
Средний разряд рабочих			3	
1-1 Затраты труда рабочих		чел.-ч	41,65	
1-3 Затраты труда машинистов		чел.-ч	3,61	
<b>Нормы эксплуатации машин</b>				
M060248		Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,65 м3	маш.-ч	0,83
M070149		Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,55
M120202		Автогрейдеры среднего типа 99 (135) кВт (л.с.)	маш.-ч	2,23
E1-145-14		Планировка экскаватором-планировщиком выемок откосов, грунт 1 группы (единица измерения - 1000м2)		
	<b>Затраты труда</b>			
	Средний разряд рабочих		3	
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	117	
	1-3 Затраты труда машинистов	чел.-ч	9,93	
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>			
	M060800	Экскаваторы экскаваторы-планировщики на пневмоколесном ходу	маш.-ч	4,53
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,87	

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода	
E1-145-15	Планировка экскаватором-планировщиком выемок откосов, грунт 2 группы (единица измерения - 1000м2)			
	<b>Затраты труда</b>			
		Средний разряд рабочих		3
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	148,59
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	10,04
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>			
	M060800	Экскаваторы экскаваторы-планировщики на пневмоколесном ходу	маш.-ч	4,53
	M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,98
	E1-145-16	Планировка экскаватором-планировщиком выемок откосов, грунт 3 группы (единица измерения - 1000м2)		
		<b>Затраты труда</b>		
		Средний разряд рабочих		3
1-1		Затраты труда рабочих	чел.-ч	217,62
1-3		Затраты труда машинистов	чел.-ч	10,1
<b>Нормы эксплуатации машин</b>				
M060800		Экскаваторы экскаваторы-планировщики на пневмоколесном ходу	маш.-ч	4,53
M070149		Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	1,04
E1-145-17		Планировка экскаватором-планировщиком насыпей откосов, грунт 1 группы (единица измерения - 1000м2)		
		<b>Затраты труда</b>		
		Средний разряд рабочих		3
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	66,1
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	10,41
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>			
	M060800	Экскаваторы экскаваторы-планировщики на пневмоколесном ходу	маш.-ч	4,89
	M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,63
	E1-145-18	Планировка экскаватором-планировщиком насыпей откосов, грунт 2 группы (единица измерения - 1000м2)		
		<b>Затраты труда</b>		
		Средний разряд рабочих		3
1-1		Затраты труда рабочих	чел.-ч	80,96
1-3		Затраты труда машинистов	чел.-ч	10,62
<b>Нормы эксплуатации машин</b>				
M060800		Экскаваторы экскаваторы-планировщики на пневмоколесном ходу	маш.-ч	4,89
M070149		Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,84
E1-145-19		Планировка экскаватором-планировщиком насыпей откосов, грунт 3 группы (единица измерения - 1000м2)		
		<b>Затраты труда</b>		
		Средний разряд рабочих		3
	1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	105,53
	1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	10,86
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>			
	M060800	Экскаваторы экскаваторы-планировщики на пневмоколесном ходу	маш.-ч	4,89
	M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	1,08

Таблица 1-164. Разработка грунта вручную в траншеях глубиной до 2 м без креплений с откосами

**Состав работ:**

- а) разработка грунта с выбрасыванием на бровку;
- б) зачистка дна и поверхности стенок;
- в) откидка грунта от бровки.

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
E1-164-1	Разработка грунта вручную в траншеях глубиной до 2 м без креплений с откосами, грунт 1 группы (единица измерения - 100м3)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	137,23
E1-164-2	Разработка грунта вручную в траншеях глубиной до 2 м без креплений с откосами, грунт 2 группы (единица измерения - 100м3)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	179,09
E1-164-3	Разработка грунта вручную в траншеях глубиной до 2 м без креплений с откосами, грунт 3 группы (единица измерения - 100м3)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3,5
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	288,4
E1-164-4	Разработка грунта вручную в траншеях глубиной до 2 м без креплений с откосами, грунт 4 группы (единица измерения - 100м3)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		4,6
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	413,99



Таблица 1-166. Засыпка вручную траншей, пазух котлованов и ям

Состав работ:

- а) засыпка ранее выброшенным грунтом с разбивкой комьев и трамбованием;  
 б) поливка водой при необходимости.

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
E1-166-1	Засыпка вручную траншей, пазух котлованов и ям, грунт 1 группы (единица измерения - 100м3)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	102,91
E1-166-2	Засыпка вручную траншей, пазух котлованов и ям, грунт 2 группы (единица измерения - 100м3)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	113,03
E1-166-3	Засыпка вручную траншей, пазух котлованов и ям, грунт 3 группы (единица измерения - 100м3)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	140,71
E1-166-4	Засыпка вручную траншей, пазух котлованов и ям, грунт 4 группы (единица измерения - 100м3)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	160,48



Таблица 1-191. Валка деревьев с корня

## Состав работ:

- а) уборка валежника;  
 б) вырубка кустарника и подроста мешающего валке;  
 в) уборка сухостойных и зависших деревьев;  
 г) валка деревьев;  
 д) расчистка лесосеки от порубочных остатков и сжигание их.

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
E1-191-1	Валка с корня деревьев мягких пород, диаметр стволов до 16 см (единица измерения - 100 деревьев)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		4,3
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	6,06
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M331621	Пила механическая	маш.-ч	0,37
E1-191-2	Валка с корня деревьев мягких пород, диаметр стволов до 20 см (единица измерения - 100 деревьев)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		4,3
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	7,58
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M331621	Пила механическая	маш.-ч	0,44
E1-191-3	Валка с корня деревьев мягких пород, диаметр стволов до 24 см (единица измерения - 100 деревьев)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		4,3
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	9,83
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M331621	Пила механическая	маш.-ч	0,53
E1-191-4	Валка с корня деревьев мягких пород, диаметр стволов до 28 см (единица измерения - 100 деревьев)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		4,3
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	11,75
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M331621	Пила механическая	маш.-ч	0,65
E1-191-5	Валка с корня деревьев мягких пород, диаметр стволов до 32 см (единица измерения - 100 деревьев)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		4,3
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	15,58
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M331621	Пила механическая	маш.-ч	0,76
E1-191-6	Валка с корня деревьев мягких пород, диаметр стволов более 32 см (единица измерения - 100 деревьев)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		4,3
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	23,84
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M331621	Пила механическая	маш.-ч	1,35



Таблица 1-192. Трелевка древесины

Состав работ:

а) застроповка хлыстов и их отцепка, трелевка их на расстояние до 5 км.

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
E1-192-4	Трелевка древесины на расстояние до 300 м тракторами мощностью 79 (108) кВт (л.с.), диаметр стволов до 20 см (единица измерения - 100 хлыстов)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	7,51
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	4,29
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M010312	Тракторы на гусеничном ходу 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	4,29
E1-192-5	Трелевка древесины на расстояние до 300 м тракторами мощностью 79 (108) кВт (л.с.), диаметр стволов до 30 см (единица измерения - 100 хлыстов)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	13,14
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	7,49
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M010312	Тракторы на гусеничном ходу 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	7,49
E1-192-6	Трелевка древесины на расстояние до 300 м тракторами мощностью 79 (108) кВт (л.с.), диаметр стволов свыше 30 см (единица измерения - 100 хлыстов)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	21,28
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	12,21
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M010312	Тракторы на гусеничном ходу 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	7,49
E1-192-10	Трелевка древесины тракторами мощностью 79 (108) кВт (л.с.), добавлять на каждые последующие 100 м к норме 1-192-4, диаметр стволов до 20 см (единица измерения - 100 хлыстов)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	1,68
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	0,97
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M010312	Тракторы на гусеничном ходу 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,97
E1-192-11	Трелевка древесины тракторами мощностью 79 (108) кВт (л.с.), добавлять на каждые последующие 100 м к норме 1-192-5, диаметр стволов до 30 см (единица измерения - 100 хлыстов)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	3,9
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	2,23
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M010312	Тракторы на гусеничном ходу 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	2,23
E1-192-12	Трелевка древесины тракторами мощностью 79 (108) кВт (л.с.), добавлять на каждые последующие 100 м к норме 1-192-6, диаметр стволов свыше 30 см (единица измерения - 100 хлыстов)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	5,44
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	3,12
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M010312	Тракторы на гусеничном ходу 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	3,12

Таблица 1-193. Разделка древесины, полученной от валки леса

**Состав работ:**

- а) обрубка сучьев;
- б) раскряжевка хлыстов на сортаменты;
- в) окорка бревен;
- г) укладка бревен в штабеля;
- д) разделка коротыя на дрова;
- е) откоска и укладка дров;
- ж) очистка мест разделки от порубочных остатков и сжигание их;
- и) устройство минерализованных подов.



Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
E1-193-1	Разделка древесины, полученной от валки леса мягких пород, кроме лиственницы, диаметр стволов до 12 см (единица измерения - 100 деревьев)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3,5
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	7,44
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M331621	Пила механическая	маш.-ч	0,49
E1-193-2	Разделка древесины, полученной от валки леса мягких пород, кроме лиственницы, диаметр стволов до 16 см (единица измерения - 100 деревьев)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3,5
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	15,58
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M331621	Пила механическая	маш.-ч	1,78
E1-193-3	Разделка древесины, полученной от валки леса мягких пород, кроме лиственницы, диаметр стволов до 20 см (единица измерения - 100 деревьев)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3,5
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	25,12
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M331621	Пила механическая	маш.-ч	2,9
E1-193-4	Разделка древесины, полученной от валки леса мягких пород, кроме лиственницы, диаметр стволов до 24 см (единица измерения - 100 деревьев)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3,5
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	33,5
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M331621	Пила механическая	маш.-ч	4,02
E1-193-5	Разделка древесины, полученной от валки леса мягких пород, кроме лиственницы, диаметр стволов до 28 см (единица измерения - 100 деревьев)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3,5
	1-1 Затраты труда рабочих	чел.-ч	44,89
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M331621	Пила механическая	маш.-ч	5,28
E1-193-6	Разделка древесины, полученной от валки леса мягких пород, кроме лиственницы, диаметр стволов до 32 см (единица измерения - 100 деревьев)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3,5

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	59,88
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M331621	Пила механическая	маш.-ч	6,69
E1-193-7	Разделка древесины, полученной от валки леса мягких пород, кроме лиственницы, диаметр стволов более 32 см (единица измерения - 100 деревьев)		
	<i>Затраты труда</i>		
	Средний разряд рабочих		3,5
1-1	Затраты труда рабочих	чел.-ч	93,62
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M331621	Пила механическая	маш.-ч	8,97

Таблица 1-197. Корчевка пней в грунтах естественного залегания

## Состав работ:

а) корчевка пней с перемещением их на заданное расстояние.

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
E1-197-1	Корчевка пней в грунтах естественного залегания корчевателями-собирающими на тракторе мощностью 79 кВт (108 л.с.) с перемещением пней до 5 м, диаметр пней до 24 см (единица измерения - 100 пней)		
	<i>Затраты труда</i>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	2,58
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M090501	Корчеватели-собирающие с трактором 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	2,58
E1-197-2	Корчевка пней в грунтах естественного залегания корчевателями-собирающими на тракторе мощностью 79 кВт (108 л.с.) с перемещением пней до 5 м, диаметр пней до 32 см (единица измерения - 100 пней)		
	<i>Затраты труда</i>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	4,37
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M090501	Корчеватели-собирающие с трактором 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	4,37
E1-197-3	Корчевка пней в грунтах естественного залегания корчевателями-собирающими на тракторе мощностью 79 кВт (108 л.с.) с перемещением пней до 5 м, диаметр пней свыше 32 см (единица измерения - 100 пней)		
	<i>Затраты труда</i>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	7,1
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M090501	Корчеватели-собирающие с трактором 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	7,1
E1-197-4	Корчевка пней в грунтах естественного залегания корчевателями-собирающими на тракторе мощностью 79 кВт (108 л.с.), добавлять на каждые последующие 10 м к норме 1-197-1, диаметр пней до 24 см (единица измерения - 100 пней)		
	<i>Затраты труда</i>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	0,34
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M090501	Корчеватели-собирающие с трактором 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,34
E1-197-5	Корчевка пней в грунтах естественного залегания корчевателями-собирающими на тракторе мощностью 79 кВт (108 л.с.), добавлять на каждые последующие 10 м к норме 1-197-2, диаметр пней до 32 см (единица измерения - 100 пней)		

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
	<i>Затраты труда</i>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	0,65
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M090501	Корчеватели-сборатели с трактором 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	0,65
E1-197-6	Корчевка пней в грунтах естественного залегания корчевателями-сборателями на тракторе мощностью 79 кВт (108 л.с.), добавлять на каждые последующие 10 м к норме 1-197-3, диаметр пней свыше 32 см (единица измерения - 100 пней)		
	<i>Затраты труда</i>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	1,23
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M090501	Корчеватели-сборатели с трактором 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	1,23

Таблица 1-199. Засыпка ям

Состав работ:

а) засыпка ям.

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
E1-199-1	Засыпка ям подкоренных бульдозерами мощностью 79 (108) кВт (л.с.) (единица измерения - 100 ям)		
	<i>Затраты труда</i>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	2,46
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	2,46
E1-199-2	Засыпка ям подкоренных бульдозерами мощностью 118 (160) кВт (л.с.) (единица измерения - 100 ям)		
	<i>Затраты труда</i>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	2,06
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M070151	Бульдозеры 118 (160) кВт (л.с.)	маш.-ч	2,06
E1-199-3	Засыпка ям после корчевки камней бульдозерами мощностью 79 (108) кВт (л.с.) (единица измерения - 100 ям)		
	<i>Затраты труда</i>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	1,88
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M070149	Бульдозеры 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	1,88
E1-199-4	Засыпка ям после корчевки камней бульдозерами мощностью 118 (160) кВт (л.с.) (единица измерения - 100 ям)		
	<i>Затраты труда</i>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	1,65
	<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
M070151	Бульдозеры 118 (160) кВт (л.с.)	маш.-ч	1,65



Таблица 1-203. Срезка кустарника и мелколесья в грунтах естественного залегания

**Состав работ:**

- а) срезка кустарника и мелколесья (нормы 1-6);  
 б) очистка мест производства работ от камней и посторонних предметов (нормы 7-9);  
 в) срезка кустарников вручную мотокосами (нормы 7-9);  
 г) сребание срезанного кустарника ручным способом и переноска вручную на расстояние до 30м (нормы 7-9);  
 д) укладка срезанного кустарника в валы (нормы 7-9).

Номер норматива Код ресурса	Наименование работ и ресурсов	Единица измерения	Норма расхода
E1-203-1	Срезка кустарника и мелколесья в грунтах естественного залегания кусторезами на тракторе мощностью 79 кВт (108 л.с.), густота кустарника и мелколесья: густой (единица измерения - га)		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	4,4
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M090601	Кусторезы навесные на тракторе с гидравлическим управлением 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	4,4
E1-203-2	Срезка кустарника и мелколесья в грунтах естественного залегания кусторезами на тракторе мощностью 79 кВт (108 л.с.), густота кустарника и мелколесья: средний (единица измерения - га)		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	2,2
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M090601	Кусторезы навесные на тракторе с гидравлическим управлением 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	2,2
E1-203-3	Срезка кустарника и мелколесья в грунтах естественного залегания кусторезами на тракторе мощностью 79 кВт (108 л.с.), густота кустарника и мелколесья: редкий (единица измерения - га)		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	1,51
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M090601	Кусторезы навесные на тракторе с гидравлическим управлением 79 (108) кВт (л.с.)	маш.-ч	1,51
E1-203-4	Срезка кустарника и мелколесья в грунтах естественного залегания кусторезами на тракторе мощностью 118 кВт (160 л.с.), густота кустарника и мелколесья: густой (единица измерения - га)		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	3,7
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M090602	Кусторезы навесные на тракторе с гидравлическим управлением 118 (160) кВт (л.с.)	маш.-ч	3,7
E1-203-5	Срезка кустарника и мелколесья в грунтах естественного залегания кусторезами на тракторе мощностью 118 кВт (160 л.с.), густота кустарника и мелколесья: средний (единица измерения - га)		
	<b>Затраты труда</b>		
1-3	Затраты труда машинистов	чел.-ч	1,78
	<b>Нормы эксплуатации машин</b>		
M090602	Кусторезы навесные на тракторе с гидравлическим управлением 118 (160) кВт (л.с.)	маш.-ч	1,78

---

# ЛИТЕРАТУРА

---

## *Нормативные документы*

НРР 8.03.101-2017. Нормативы расхода ресурсов в натуральном выражении на строительные конструкции и работы. Сборник 1. Земляные работы. Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. Минск, 2016.

РСН 8.03.130-2007. Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции и работы. Сборник 30. Мосты и трубы. Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. Минск, 2007.

СТБ 943-2007. «Грунты. Классификация».

СТБ 1566-2005. «Дороги автомобильные. Методы испытаний».

СТБ 2176-2011. «Строительство. Земляные сооружения. Контроль степени уплотнения грунтов» и др.

ГОСТ 5180-84. «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик».

ГОСТ 8267-93. «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия».

ГОСТ 8736-93. «Песок для строительных работ. Технические условия».

ГОСТ 23558-94. «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия» и др.

ГОСТ 24847-81. «Грунты. Методы определения глубины сезонного промерзания».

ТКП 200-2009. «Автомобильные дороги. Земляное полотно. Правила проектирования».

ТКП 313-2011. «Автомобильные дороги. Земляное полотно. Правила устройства».

ТКП 45-3.03-96-2008. «Автомобильные дороги низших категорий. Правила проектирования».

ТКП 45-3.03-19-2006. «Автомобильные дороги. Нормы проектирования».

ТКП 059-2007. «Автомобильные дороги. Правила устройства».

РД 0219.1.26-2002. «Руководство по рекультивации земель, нарушаемых при дорожном строительстве» и др.

П12-200 к СНБ 5.01.01-99. «Контроль степени уплотнения грунтов при возведении земляных сооружений».

ТТК 02191.177-2011. Типовая технологическая карта № 1. Возведение земляного полотна из привозного грунта с послойным уплотнением.

ТК-07-01-88. Технологическая карта на возведение земляного полотна прицепными грейдерами.

ТК-07-02-88. Технологическая карта на возведение земляного полотна бульдозерами.

ТК-07-03-88. Технологическая карта на возведение земляного полотна скреперами.

ТК-07-05-88. Технологическая карта на возведение земляного полотна из грунта притрассовых карьеров скреперами.

ТК-07-06-88. Технологическая карта на возведение земляного полотна из привозного грунта.

ТК-07-07-88. Технологическая карта на возведение земляного полотна типа полувыемки-полунасыпи.

ТК-07-08-88. Технологическая карта на возведение земляного полотна на косогоре крутизной от 1:10 до 1:5.

ТК-07-09-88. Технологическая карта на возведение земляного полотна на косогоре крутизной от 1:5 до 1:3.

ТК-07-10-88. Технологическая карта на возведение земляного полотна на болотах I типа с полным выторфовыванием.

ТК-07-11-88. Технологическая карта на возведение земляного полотна на болотах I и II типа с частичным выторфовыванием.

ТК-07-12-88. Технологическая карта на устройство выемки глубиной до 1 м бульдозером.

ТК-07-13-88. Технологическая карта на устройство выемки глубиной до 1 м скрепером.

ТК-07-14-88. Технологическая карта на устройство выемки глубиной от 1 до 5 м скрепером.

ТК-07-15-88. Технологическая карта на устройство выемки глубиной до 5 м экскаватором.

ТК-07-16-88. Технологическая карта на устройство выемки глубиной до 12 м экскаватором.

ТК-07-17-88. Технологическая карта на устройство выемки глубиной до 12 м экскаватором-драглайном.

ТК-07-18-88. Технологическая карта на устройство выемки глубиной до 12 м звеном скреперов.

ТК-07-19-88. Технологическая карта на устройство выемки глубиной до 12 м бульдозером и экскаватором.

ТК-07-20-88. Технологическая карта на устройство выемки глубиной до 12 м скрепером и экскаватором.

ТК-07-21-88. Технологическая карта на устройство выемки глубиной до 12 м бульдозерами и звеном скреперов.

ТК 0219.148-2009. Технологическая карта на устройство основания дорожной одежды из природной песчано-гравийной смеси, обогащенной щебнем.

Автомобильные дороги. Строительство земляного полотна автомобильных дорог. Часть 5. Возведение земляного полотна на слабых грунтах. Стандарт организации. Национальное объединение строителей. СТО Нострой 2.25.27-2011. М., 2012.

Автомобильные дороги. Строительство земляного полотна автомобильных дорог. Часть 1. Механизация земляных работ при сооружении земляного полотна автомобильных дорог. Стандарт организации. Национальное объединение строителей. СТО 03 Нострой 2.22.23-2012. М., 2012.

Технологические карты. Укрепление откосов насыпей и выемок при строительстве автомобильных дорог. Киев: Будивельник, 1990.

### *Учебные и справочные издания*

Автомобильные дороги Беларуси. Энциклопедия / под общ. ред. А.В.Минина. Минск: БелЭН, 2002. 672 с.

*Бабаскин, Ю.Г.* Технология строительства дорог. Практикум: учеб. пособие / Ю.Г. Бабаскин, И.И. Леонович. Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2012. 429 с.

*Бабаскин, Ю.Г.* Технология строительства дорог: учеб. пособие / Ю.Г. Бабаскин. Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2014. 534 с.

*Бабаскин, Ю.Г.* Дорожное грунтоведение и механика земляного полотна: учеб. пособие. Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2013. 462 с.

*Бабаскин, Ю.Г.* Строительство автомобильных дорог с облегченными и переходными покрытиями: учеб. пособие / Ю.Г. Бабаскин, И.И. Леонович. Минск: БНТУ, 2006. 297 с.

*Бабаскин, Ю.Г.* Технология дорожного строительства: учеб. пособие / Ю.Г. Бабаскин, И.Н. Вербило. Минск: БНТУ, 2003. 202 с.

*Бабаскин, Ю.Г.* Укрепление грунтов инъектированием при ремонте автомобильных дорог / Ю.Г. Бабаскин; под ред. И.И. Леоновича. Минск: УП Технопринт, 2002. 177 с.

*Бабаскин, Ю.Г.* Дорожное грунтоведение и механика земляного полотна дорог / Ю.Г. Бабаскин. Минск: БГПА, 2001. 223 с.

*Бабаскин, Ю.Г.* Дорожное грунтоведение и механика земляного полотна дорог: курс лекций / Ю.Г. Бабаскин. Минск: БНТУ, 2002. 197 с.

*Бабаскин, Ю.Г.* Укрепление грунтов цементом: метод. пособие к лабораторным работам по дисциплине «Специальные вопросы укрепления грунтов» для студентов специальности Т.19.03.

«Строительство дорог и транспортных объектов» / Ю.Г. Бабаскин, Р.И. Петрашевский. Минск: БГПА, 1998. 56 с.

*Бабаскин, Ю.Г.* Свойства грунтов и их влияние на устойчивость инженерных сооружений: метод. пособие к курсовой работе по дисциплине «Дорожное грунтоведение и механика земляного полотна дорог» для студентов специальности Т. 19.03. «Строительство дорог и транспортных объектов» / Ю.Г. Бабаскин. Минск: БГПА, 2000. 73 с.

*Бабаскин, Ю.Г.* Оценка состава и состояния грунтов при строительстве инженерных сооружений: метод. пособие к курсовой работе по дисциплинам «Дорожное грунтоведение и механика земляного полотна», «Инженерная геология и механика грунтов» для студентов специальностей 1-70 03 01. «Автомобильные дороги», 1-70 03 02. «Мосты, транспортные тоннели и метрополитены» / Ю.Г. Бабаскин, Л.В. Козловская. Минск: БНТУ, 2011. 170 с.

*Бабаскин, Ю.Г.* Технично-экономическое обоснование технологии и организации работ по строительству автомобильной дороги: метод. пособие к курсовому проекту / Ю.Г. Бабаскин, И.В. Дерман. Минск: БНТУ, 2006. 161 с.

*Бабаскин, Ю.Г.* Исследование свойств дорожных бетонов и предложения по их модернизации: сб. докладов VI международной конференции «Дорожное строительство и геотехника» / Ю.Г. Бабаскин. Кошица, 1997. С. 69–72.

*Babaskin, Y.G.* Sucasny stav a perspectiva rozvoja medzinarod-nych ciest v Bieloruakej republike. Silnicni obzor № 8 / Y.G. Babaskin, J. Kolivoska. Praha, 1997. С. 252–256.

*Бабков, В.Ф.* Основы грунтоведения и механики грунтов / В.Ф. Бабков, В.М. Безрук. М.: Высшая школа, 1986. 239 с.

*Бабков, В.Ф.* Устойчивость земляного полотна автомобильных дорог / В.Ф. Бабков. М.: Высшая школа, 1966. 106 с.

*Вейцман, М.И.* Краткий справочник строителя автомобильных дорог / М.И. Вейцман, В.П. Егзов. М.: Транспорт, 1979. 248 с.

*Волоцкой, Д.В.* Теоретические предпосылки химических способов обеспечения устойчивости земляного полотна / Д.В. Волоцкой // Труды МАДИ. Вып. 63. М., 1973. С. 110–116.

*Волоцкой, Д.В.* Основы глубинного закрепления грунтов земляного полотна автомобильных дорог / Д.В. Волоцкой. М.: Транспорт, 1978. 119 с.

*Волоцкой, Д.В.* Обеспечение устойчивости земляного полотна автомобильных дорог инъекционным закреплением грунтов: автореф. дис. ... д-ра технич. наук: 05.23.14 / Д.В. Волоцкой; Моск. авт. дор. ин-т. М., 1984. 38 с.

*Волоцкой, Д.В.* Химический способ укрепления откосов земляного полотна / Д.В. Волоцкой, Ш.Х. Нетфулов // Автомобильные дороги. 1973. № 12. С. 13–14.

*Горельшев, Н.В.* Технология и организация строительства автомобильных дорог / Н.В. Горельшев. М.: Транспорт, 1992.

*Иванов, Н.Н.* Строительство автомобильных дорог / Н.Н. Иванов. М.: Авторансиздат, 1963.

*Казарновский, В.Д.* Методические указания по расчету степени устойчивости склонов и откосов при решении геотехнических задач в дорожном, мостовом и аэродромном строительстве / В.Д. Казарновский [и др.]. М.: МАДИ, 1987. 62 с.

*Львович, Ю.М.* Укрепление откосов земляного полотна автомобильных дорог / Ю.М. Львович, Ю.Л. Мотылев. М.: Транспорт, 1979. 159 с.

*Некрасов, В.К.* Строительство автомобильных дорог. Транспорт. Т. 1 / В.К. Некрасов. М., 1980. 416 с.

*Першин, М.Н.* Возведение земляного полотна автомобильных дорог: учеб. пособие / М.Н. Першин, Г.И. Аргюхин. СПб.: СПбГАСУ, 2007. 117 с.

*Сиденко, В.М.* Технология строительства автомобильных дорог. Ч. 1, 2 и 3 / В.М. Сиденко. Киев: Вища школа, 1970.

Справочник по общестроительным работам / под общ. ред. М.И. Смородинова. М.: Стройиздат, 1974. 372 с.

Строительство автомобильных дорог: справочник инженера-дорожника / под ред. В.А. Бочина. М.: Транспорт, 1980. 512 с.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
<b>Раздел 1. ХАРАКТЕРИСТИКА И ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЗЕМЛЯНОМУ ПОЛОТНУ</b> ...	7
<b>Раздел 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА</b> .....	18
2.1. Общие сведения о районе строительства .....	19
2.2. Климатическая характеристика района .....	21
2.3. Характеристика продольного профиля автомобильной дороги .....	26
2.4. Определение числа смен полезной работы в расчетный период .....	27
<b>Раздел 3. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ</b> .....	30
3.1. Создание геодезической разбивочной основы, восстановление и закрепление трассы, перенос коммуникаций .....	30
3.2. Расчистка полосы отвода и снятие растительного слоя .....	32
3.3. Разбивка земляного полотна .....	36
3.4. Строительство временных дорог .....	37
<b>Раздел 4. СТРОИТЕЛЬСТВО ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТРУБ</b> .....	53
4.1. Технология строительства водопропускной железобетонной трубы .....	55
4.2. Состав звеньев .....	57
4.3. Расчет ресурсов .....	58
<b>Раздел 5. СООРУЖЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА</b> .....	79
5.1. Выбор и обоснование ведущей машины для земляных работ .....	81
5.2. График распределения земляных масс .....	90
5.3. Определение количества смен, необходимых для возведения земляного полотна .....	122
5.4. Расчет ресурсов, необходимых для возведения земляного полотна .....	135
5.4.1. Расчет ресурсов при выполнении бульдозерных работ .....	135
5.4.2. Расчет ресурсов при выполнении скреперных работ .....	141
5.4.3. Расчет ресурсов при выполнении экскаваторных работ .....	149
5.4.4. Расчет ресурсов при выполнении земляных работ на выторфовывании .....	160
5.4.5. Расчет ресурсов при выполнении земляных работ на планировке и срезке недобора .....	167
5.4.6. Расчет ресурсов при выполнении земляных работ по устройству присыпных обочин .....	174
<b>Раздел 6. ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА</b> .....	183
6.1. Возведение насыпи земляного полотна автогрейдером из грунта притрассовых резервов .....	184
6.2. Возведение насыпи земляного полотна бульдозером из грунта выемки .....	190
6.3. Возведение насыпи земляного полотна бульдозером из грунта боковых резервов .....	194
6.4. Возведения насыпи земляного полотна скрепером из грунта выемки .....	200

---

6.5. Возведение насыпи земляного полотна из привозного грунта, разрабатываемого в карьере экскаватором . . . . .	203
6.6. Возведение насыпи земляного полотна высотой более 6 м из привозного грунта, разрабатываемого в карьере экскаватором . . . . .	209
6.7. Устройство земляного полотна в выемке глубиной более 5 м. . . . .	211
6.8. Возведение земляного полотна на болоте I типа глубиной менее 4 м с полным выторфовыванием . . . . .	215
6.9. Возведение земляного полотна на болоте I и II типов глубиной более 4 м с частичным выторфовыванием . . . . .	219
<b>Раздел 7. РАЗРАБОТКА КАЛЕНДАРНОГО ГРАФИКА СТРОИТЕЛЬСТВА. . . . .</b>	<b>225</b>
<b>Раздел 8. РАСЧЕТ ОБЪЕМА КАРЬЕРА, ГРАНИЦ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И РАБОТЫ ПО РЕКУЛЬТИВАЦИИ . . . . .</b>	<b>237</b>
<b>Раздел 9. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА . . . . .</b>	<b>249</b>
9.1. Состав технического контроля качества. . . . .	249
9.2. Организация производственного контроля . . . . .	253
<b>Раздел 10. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ, ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. . . . .</b>	<b>255</b>
10.1. Мероприятия по технике безопасности . . . . .	256
10.2. Мероприятия по охране окружающей среды. . . . .	258
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ . . . . .</b>	<b>260</b>
<i>Приложение 1. Исходные данные для выполнения расчетных работ . . . . .</i>	<i>260</i>
<i>Приложение 2. Типовые поперечные профили земляного полотна . . . . .</i>	<i>264</i>
<i>Приложение 3. Климатические характеристики для метеостанций Беларуси. . . . .</i>	<i>273</i>
<i>Приложение 4. Распространение грунтов на территориях административных областей Беларуси . . . . .</i>	<i>277</i>
<i>Приложение 5. Характеристика грунтов на основании нормативных документов. . . . .</i>	<i>280</i>
<i>Приложение 6. Показатели для расчета водопропускных железобетонных труб . . . . .</i>	<i>286</i>
<i>Приложение 7. Статьи нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении на строительные конструкции и работы (НРР 8.03.101-2017). Сборник 1. Земляные работы . . . . .</i>	<i>305</i>
<b>ЛИТЕРАТУРА . . . . .</b>	<b>332</b>