



Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Строительство и эксплуатация дорог»

Ю.Г. Бабаскин
И.В. Дерман

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

**Методическое пособие к курсовому проекту
по дисциплине «Технология строительства дорог»**

Минск 2006

Кафедра «Строительство и эксплуатация дорог»

Ю.Г. Бабаскин
И.В. Дерман

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Методическое пособие к курсовому проекту
по дисциплине «Технология строительства дорог»
для студентов специальности 1 – 27 01 01
«Экономика и организация производства
(автодорожное хозяйство)»

УДК 625.7/.8 (075.8)

~~ББК 39 311 я 7~~

Б 12

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор В.А. Веренько, заведующий кафедрой
«Проектирование дорог» факультета транспортных коммуникаций;
доцент Л.К. Корбан, заведующая кафедрой «Экономика строительства»
строительного факультета БНТУ

Бабаскин, Ю.Г.

Б 12 Технико-экономическое обоснование технологии и организации работ по строительству автомобильной дороги: методическое пособие к курсовому проекту по дисциплине «Технология строительства дорог» для студентов специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства (автодорожное хозяйство)» / Ю.Г. Бабаскин, И.В. Дерман. – Мн.: БНТУ, 2006. – 161 с.

ISBN 985-479-559-4.

Цель данного издания – оказание методической помощи студентам специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства (автодорожное хозяйство)» при работе над курсовым проектом на тему «Технико-экономическое обоснование технологии и организации работ по строительству автомобильной дороги» по дисциплине «Технология строительства дорог». Методическое пособие содержит теоретический и практический материал по строительству, организации работ и контролю качества автомобильных дорог. Материал изложен в последовательности, соответствующей выполнению курсового проекта по таким основным разделам, как: общая характеристика района строительства дороги; подготовительные работы; возведение земляного полотна; строительство дорожных труб; устройство дорожной одежды; выполнение отделочных и укрепительных работ; организация работы автомобильного транспорта; контроль качества. Каждый из представленных разделов включает результаты расчета ресурсов и состав укомплектованных машино-дорожных отрядов. Для облегчения работы студентов в методическом пособии представлены подробные ссылки на справочную и нормативную документацию.

УДК 625.7/.8 (075.8)

ББК 39 311 я 7

ISBN 985-479-559-4

© Бабаскин Ю.Г., Дерман И.В., 2006
© БНТУ, 2006

Введение

Учебные программы для студентов специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства (автодорожное хозяйство)» предусматривают изучение дисциплины «Технология строительства дорог» в течение двух семестров на втором и третьем курсах. Этот предмет дает студентам полное представление обо всех этапах строительства автомобильной дороги. Дисциплина включает такие основные разделы, как инженерная геология (основной раздел которой – «Грунтоведение»); возведение земляного полотна, включая подготовительные работы, возведение насыпей, разработку выемок, отделку и укрепление, перестройку при реконструкции; строительство дорожных одежд с покрытиями от простейших до капитальных; обустройство автомобильных дорог, организация дорожно-строительных работ и обеспечение их качества; производственные предприятия.

Программа предусматривает лекционный курс, лабораторные и практические занятия, а также выполнение курсового проекта, объем и содержание которого отличаются от подобных проектов, выполняемых по специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги». Проект выполняется в 5-м семестре и является заключительным этапом изучения дисциплины «Технология строительства дорог».

Прослушав теоретический курс и освоив лабораторный практикум, студент приступает к инженерным расчетам по курсовому проекту.

Курсовой проект включает следующие основные части:

1. Титульный лист.
2. Задание по курсовому проектированию.
3. Содержание.
4. Введение.
5. Основная часть, состоящая из следующих разделов:
 - 1) общая характеристика условий района строительства;
 - 2) подготовительные работы;
 - 3) строительство железобетонных труб;
 - 4) возведение земляного полотна;
 - 5) строительство дорожной одежды;
 - 6) организация работы автотранспорта;
 - 7) контроль качества дорожно-строительных работ;
 - 8) охрана труда, окружающей среды, противопожарная защита.
6. Заключение.
7. Список использованных источников.

Раздел «Общая характеристика условий района строительства» включает следующие подразделы:

- 1) климатическая характеристика района;
- 2) определение числа смен полезной работы в расчетный период.

Раздел «Подготовительные работы» состоит из подразделов:

- 1) подготовка дорожной полосы, включающая: восстановление и закрепление трассы; расчистку дорожной полосы; снятие растительного слоя; разбивочные работы при возведении земляного полотна;
- 2) определение объемов работ по расчистке дорожной полосы;
- 3) расчет ресурсов и комплектование специализированных звеньев.

Раздел «Строительство железобетонных труб» включает:

- 1) определение объемов работ по строительству железобетонных труб;
- 2) расчет потребных ресурсов и комплектование специализированных отрядов;
- 3) технология и организация производства работ.

Раздел «Возведение земляного полотна» состоит из подразделов:

- 1) предварительный выбор ведущих машин для возведения земляного полотна;
- 2) составление графика распределения земляных масс;
- 3) расчет ресурсов для возведения земляного полотна и присыпных обочин;
- 4) комплектование машино-дорожных отрядов;
- 5) возведение насыпей и разработка выемокскомкомплектованным машино-дорожным отрядом;
- 6) возведение земляного полотна на болоте;
- 7) уплотнение грунта и контроль качества.

В разделе «Укрепительные и отделочные работы» наряду с технологической частью предусмотрено построение календарного графика организации работ.

Раздел «Строительство дорожной одежды» состоит из подразделов:

- 1) подсчет объемов работ и потребности в материалах;
- 2) определение границ использования карьеров;
- 3) выбор места расположения производственного предприятия;
- 4) расчет скорости потока.

Раздел «Организация работ автомобильного транспорта» предусматривает разработку линейного календарного графика с эпюрой потребности в автотранспорте.

Порядок оформления курсового проекта следующий.

Титульный лист является первой страницей курсового проекта и выполняется по ГОСТ 2.301-68 (см. прил. 1) Номер страницы на титульном листе не проставляется. Нумерация начинается с 3-й страницы (содержания).

Задание на курсовой проект студент заполняет в соответствии с выданным индивидуальным заданием и ставит личную подпись. Задание также подписывают: преподаватель, контролирующий ход выполнения и консультирующий по разделам; заведующий кафедрой. Пример заполнения задания приведен в прил. 2.

Содержание работы предназначено для облегчения поиска материалов проекта. Оно включает полный перечень заголовков разделов и подразделов, начиная с «Введения» и заканчивая списком использованных источников, с

указанием номера страницы, где начинается тот или иной раздел или подраздел. Примером может служить содержание данного методического пособия.

Введение должно содержать оценку современного состояния автомобильных дорог Республики Беларусь. Здесь студент должен кратко представить информацию, раскрывающую основные положения курсового проекта. Завершить введение необходимо формулировкой цели, которую студент должен выполнить в курсовом проекте, и конкретных задач для реализации поставленной цели. Введение в перечне разделов не нумеруется. Его объем не должен превышать двух страниц.

Текст *основной части* проекта разделяется на разделы, подразделы и пункты. Разделы имеют собственное название, которое пишется симметрично листу бумаги, и порядковый номер: 1, 2, 3 и т. д. Внутри разделов могут быть подразделы, которые нумеруются: 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 3.1 и т. д. В случае сложной рубрикации в пределах подраздела могут быть выделены пункты, которые нумеруются: 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, и т. д. Между названием раздела, подраздела и текстом оставляется интервал в две строчки.

Каждый из представленных разделов *основной части* включает в себя технологическую и расчетно-графическую части. В технологической части описываются технологические процессы и выполняются технологические схемы в соответствии со строительными нормами и правилами, в расчетно-графической части представляются таблицы, графики, эпюры.

Заключение является неотъемлемой составной частью курсового проекта. Его составляют на отдельной странице. Заключение представляет собой краткое обобщение выполненной работы по каждому разделу и вывод, который делает студент по полученным результатам. Слово «ЗАКЛЮЧЕНИЕ» пишется на отдельной строке (симметрично тексту). Заголовок порядкового номера не имеет.

После обобщающей части излагаются выводы по первому разделу, которые нумеруются цифрой один. Затем с новой строки пишутся выводы по второму разделу, нумеруемые цифрой 2, и т. д. (сколько разделов, столько и пунктов в заключении). Объем заключения не должен превышать двух страниц.

Список использованных источников выполняется на отдельном листе в соответствии с существующими требованиями. В качестве образца можно использовать список литературы настоящего методического пособия.

Требования к оформлению курсового проекта следующие.

Курсовой проект выполняется в рукописном виде. Текст должен быть написан ручкой черного или фиолетового цвета, на писчей бумаге (формата А4) белого цвета, на одной стороне листа. Начиная с третьего листа и до последнего все листы должны иметь рамку с отступлением от края листа: сверху – 10, внизу – 15, слева – 25, справа – 10 мм. Номер страницы проставляют над рамкой сверху справа.

Рисунки, графики, эпюры выполняются в карандаше. При необходимости для вычерчивания графиков и эпюр может быть использована миллиметровая бумага.

Рисунки нумеруются (например: «рис. 1.2») и вставляются в текст после упоминания о них. Примером может служить обозначение рисунков в данном методическом пособии. Нумерация рисунков привязывается к разделам.

Таблицы вставляют в текст проекта; большие таблицы выполняют на отдельном листе. Каждая таблица имеет свой номер в пределах раздела (например: «Таблица 2.1») и название, которое помещается над таблицей. Примером оформления таблиц может служить их обозначение в настоящем методическом пособии.

Обложка проекта должна быть выполнена из плотной картонной бумаги или из скоросшивателя с прозрачным или непрозрачным верхом. Если обложка скоросшивателя непрозрачная, на нее наклеивается дубликат титульного листа.

Оптимальный общий объем курсового проекта составляет 70...80 страниц.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Автомобильные дороги занимают центральное место в системе транспортных коммуникаций. По дорогам Республики Беларусь автомобильным транспортом перевозятся 84 % всех грузов и 53 % пассажиров.

Развитие сети автомобильных дорог – непрерывный исторический процесс, охватывающий весь период автомобилизации. Его нельзя считать законченным. Рост городов, строительство промышленных объектов, развитие агропромышленного комплекса, внутригосударственная и межгосударственная экономическая интеграция приводят к необходимости строительства новых дорог, реконструкции и капитального ремонта уже существующих. Новые требования к дорогам предъявляет также современный автомобильный транспорт, для которого характерны постоянно возрастающие скорости и интенсивность движения, общий вес автомобильных поездов, габариты и осевые нагрузки автомобилей.

Республика Беларусь имеет развитую сеть автомобильных дорог. По состоянию на 1 января 2006 года протяженность дорог общего пользования составила 82 958 км, из них 15 406 км (19 %) – республиканские и 67 552 км (81 %) – местные, т. е. на 1000 км² территории приходится более 400 км дорог, а на 1000 жителей – 8,5 км. Протяженность дорог с твердым покрытием составляет около 87 % от общего их количества, причем усовершенствованные капитальные и облегченные покрытия занимают доминирующее положение (55,7 %), а переходные типы покрытий составляют почти 1/3 (31,4 %).

Структура сети автомобильных дорог общего пользования подразделяется:

1) по типам покрытий – на асфальтобетонные – 51,9 %; гравийные и щебеночные – 30,6 %; грунтовые – 13,6 %; цементобетонные – 1,9 %; щебеночные – 1,7 %; мостовые – 0,3 %;

2) по техническим категориям – на I – 1,2 %; II – 2,5 %; III – 7,6 %; IV – 46,6 %; V – 28,3 %; VI – 13,8 %.

По территории республики проходят важнейшие международные маршруты – Критские транспортные коридоры: II (граница Польши – Брест – Минск – граница Российской Федерации); IX (граница Российской Федерации – Витебск – Могилев – Гомель – граница Украины); IX В (граница Литвы – Минск – Гомель – граница Украины). Общая их протяженность – около 1,5 тыс. км.

В нашей республике планомерно проводятся большие работы по развитию, модернизации и повышению транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог. Строятся обходы вокруг крупных населенных пунктов. В пятидесятикилометровой зоне вокруг Минска реконструируются главные автомобильные дороги с целью повышения их пропускной способности.

На дорогах общего пользования насчитывается 5 329 искусственных сооружений (166 891 пог. м), из которых 2 258 сооружений – на республиканских дорогах.

Немаловажное значение для обеспечения прогресса в дорожном хозяйстве на современном этапе имеют инженерно-технические решения, которые реализуются дорожными организациями при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог. Новые материалы, машины, технологии и организационно-управленческие меры – важнейшие составляющие этого процесса, необходимые для принятия обоснованных оптимальных инженерных решений.

При подготовке инженеров-строителей по специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства (автодорожное хозяйство)», специализации 1-70 03 01 05 «Организация и управление дорожным хозяйством» читается дисциплина «Технология строительства дорог», которая занимает в учебной программе одно из центральных мест. Данная дисциплина изучает вопросы инженерной геологии и дорожного грунтоведения, технологию сооружения земляного полотна, строительство дорожных одежд, производственные предприятия дорожной отрасли. Практическое применение теоретических знаний реализуется при выполнении курсового проекта, который включает в себя все изучаемые по дисциплине разделы.

Курсовой проект выполняется на тему: «Технико-экономическое обоснование технологии и организации работ по строительству участка автомобильной дороги». Цель проекта – развить навыки студента к самостоятельной творческой работе, закрепить знания, усвоенные при изучении теоретического материала, полученные на лекциях, и практического, полученные при выполнении лабораторных работ. При выполнении курсового проекта студент должен научиться пользоваться учебной литературой, научными изданиями, справочниками, едиными нормами и расценками (ЕНиР) и другой нормативной литературой.

Для реализации цели проекта необходимо выполнить следующие задачи:

1) составить общую характеристику климатических условий района строительства;

2) разработать все стадии строительства автомобильной дороги от подготовительных работ до строительства дорожной одежды;

- 3) освоить технологию строительства искусственных сооружений на автомобильных дорогах;
- 4) ознакомиться с технологией производственных предприятий дорожной отрасли;
- 5) организовать работу автомобильного транспорта;
- 6) разработать мероприятия по контролю качества конструктивных элементов автомобильной дороги;
- 7) разработать мероприятия по охране труда, окружающей среды, технике безопасности, противопожарной защите.

1.1. Климатическая характеристика района

Для выполнения раздела примем следующие исходные данные:

Район строительства – Брестская область.

Расположение метеостанции – г. Барановичи.

Срок сооружения земляного полотна – 1 календарный год.

Средняя температура наружного воздуха по месяцам на конкретной метеостанции представлена в табл. П4 (Леонович И.И. Дорожная климатология. – Мн., 1994. – с. 114...115). Если в таблице отсутствуют необходимые сведения, их можно получить из табл. П5 (с. 116...120) путем определения среднеарифметического значения температуры по декадам месяца.

Даты наступления средних суточных температур воздуха выше определенных пределов и числа дней с температурой, превышающей эти пределы, выбирают из табл. П7 (с. 122...127).

Сумму осадков по декадам и месяцам (в мм) принимают по табл. П18 (с. 148...154) путем суммирования осадков в каждой декаде месяца.

Для сбора данных о повторяемости направления ветра необходимо воспользоваться данными ветрового режима местности для января и июля, представленными в табл. П25 (с. 162...163). При отсутствии необходимых данных можно взять данные для областного центра.

Пример.

При технико-экономическом проектировании возникает необходимость в оценке климатических условий. В этом случае учитывают среднемесячную и среднегодовую температуры воздуха, распределение осадков по сезонам года, продолжительность и интенсивность дождей, толщину снежного покрова, относительную влажность воздуха, направление ветра в различные периоды года, даты перехода температуры через 0 °С, 5 °С, 10 °С, 15 °С, розу ветров (табл. 1.1, 1.2, 1.3, 1.4). Роза ветров для конкретного объекта (метеостанции) изображена на рис. 1.1.

Таблица 1.1

Средняя температура наружного воздуха по месяцам
для метеостанции г. Барановичи

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Т, °С	-6,1	-5,4	-1,5	5,9	13,1	16,4	18,0	16,9	12,5	6,5	0,8	-3,7

Таблица 1.2

Даты наступления средних суточных температур воздуха
выше определенных пределов для г. Барановичи

Т, °С	0°	5°	10°	15°
Даты перехода	23.03 19.11	12.04 23.10	23.04 27.09	31.05 02.09

Таблица 1.3

Сумма осадков по месяцам для г. Барановичи

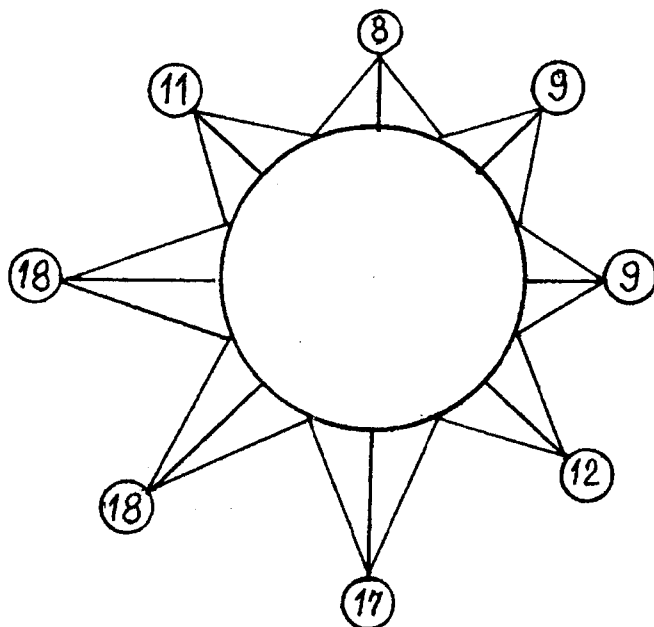
Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Осадки, мм	31	33	31	40	62	83	83	74	57	49	41	39

Таблица 1.4

Повторяемость направления ветра (в %) для г. Барановичи

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь	8	9	9	12	17	18	18	11
Июль	12	9	8	7	10	10	23	21

ЯНВАРЬ



ИЮЛЬ

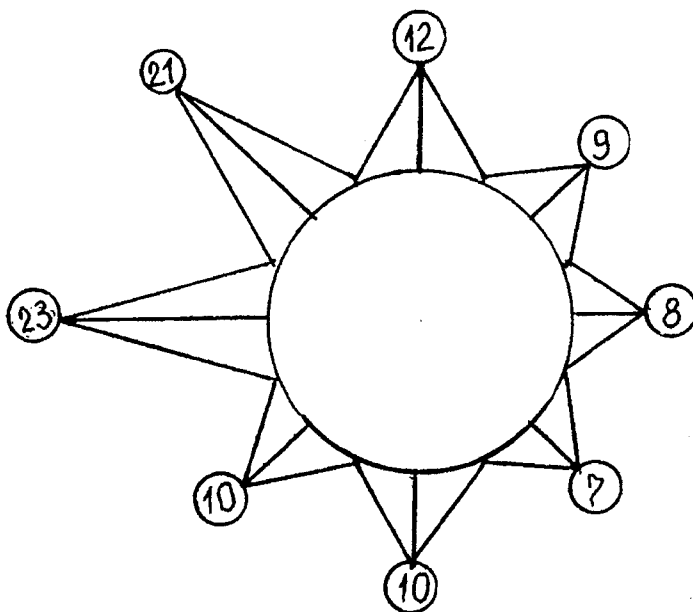


Рис. 1.1. «Роза ветров» для метеостанции

По приведенным данным (на миллиметровой бумаге формата А 4) строят график климатических характеристик, который является исходным материалом для определения количества рабочих дней в заданном сроке строительства (рис. 1.2).

На графике в графе «Простои по метеорологическим условиям» приводят периоды распутицы, которые определяются на основании климатических характеристик.

Дату начала весенней распутицы определяют по формуле

$$Z_{\text{н}}^{\text{в}} = T_1 + \frac{5}{\alpha} = 23,03 + \frac{5}{2,5} = 25,03, \quad (1.1)$$

где T_1 – дата перехода температуры воздуха через 0°C ;

α – климатический коэффициент, характеризующий скорость оттаивания грунта, $\alpha = 2,5$ см/сут ;

5 – размороженный слой грунта, с которого начинается распутица, см.

Дату конца весенней распутицы определяют по формуле

$$Z_{\text{к}}^{\text{в}} = Z_{\text{н}}^{\text{в}} + \frac{0,7h_{\text{пр}}}{\alpha} = 25,03 + \frac{0,7 \cdot 1,22}{2,5} = 25,04, \quad (1.2)$$

где $h_{\text{пр}}$ – среднемаксимальная глубина промерзания почвы,

$$h_{\text{пр}} = \alpha_0 \sqrt{M_t}, \quad (1.3)$$

где $\alpha_0 = 0,34$ – 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;

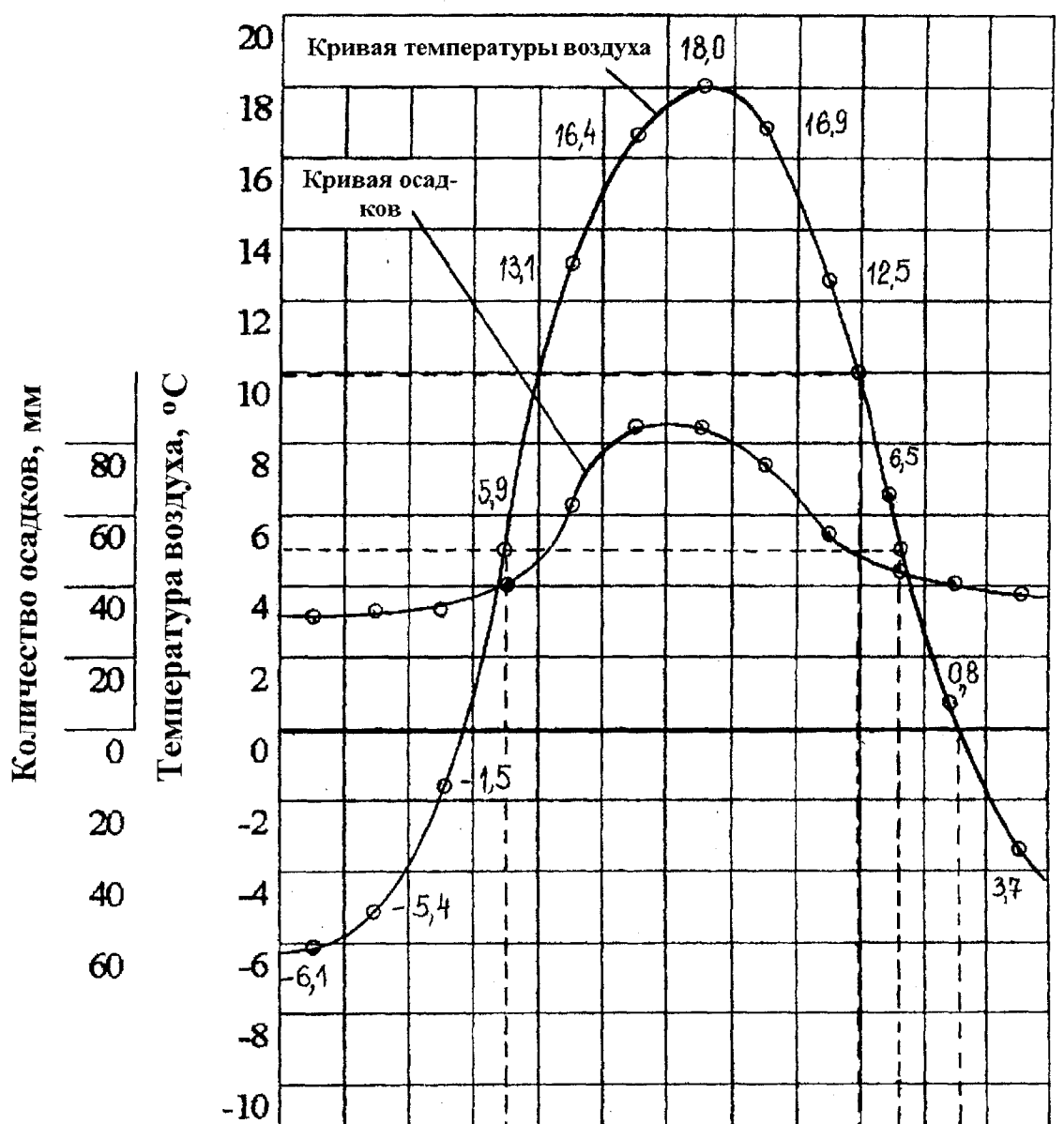
M_t – коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений средне-месячных отрицательных температур за зиму,

$$M_t = |6,1 + 5,4 + 1,5 + 3,7| = 16,7; \quad (1.4)$$

$$h_{\text{пр}} = 0,30 \sqrt{16,7} = 1,22. \quad (1.5)$$

Дата начала осенней распутицы определяется по среднесуточной температуре воздуха в пределах от $+3^\circ\text{C}$ до $+5^\circ\text{C}$, а дата окончания – по дате перехода через 0°C в осенний период.

Начало осенней распутицы – 26.10 (определяется по климатическому графику местности, рис. 1.1); окончание осенней распутицы – 20.11.



Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Простои по метеословиям	Весенняя распутица		25.03	25.04						26.10	20.11	Осенняя распутица
Линейные работы												
Работы с органическими вяжущими												
Работы с минеральными вяжущими												
Сосредоточенные работы												

Рис. 1.2. График климатических характеристик

1.2. Определение числа смен полезной работы в расчетный период

Число смен полезной работы устанавливается на основании «Методических указаний Госстроя СССР по определению годовых режимов работы и эксплуатационной производительности строительных машин» с учетом выходных и праздничных дней, дней простоев машин по непредвиденным причинам, из-за проведения технического осмотра (ТО) и ремонта, неблагоприятных дней по метеоусловиям.

Количество рабочих дней по каждому отдельному месяцу определяется по формуле

$$D_p = D_k - (D + D_2 + D_n + D_{\text{рем}}), \quad (1.6)$$

где D_p – число рабочих дней за месяц;

D_k – число календарных дней в месяце;

D – количество дождливых дней, праздничных и выходных дней за этот период,

$$D = D_1 (1 - D_2/D_k), \quad (1.7)$$

где D_1 – количество дождливых дней, примем:

для I кв. – 0,6, или по 0,2 на месяц;

для II кв. – 3,9, или по 1,3 на месяц;

для III кв. – 4,8, или по 1,6 на месяц;

для IV кв. – 1,8, или по 0,6 на месяц;

D_2 – количество выходных и праздничных дней в месяце;

D_n – число дней простоев машин по непредвиденным причинам, примем равным 3 % от календарного времени за вычетом выходных и праздничных дней;

$D_{\text{рем}}$ – затраты на проведение ТО и ремонта, определяются по формуле

$$D_{\text{рем}} = \frac{(D_k - D_n) K_{\text{см}} П_{\text{см}} P_2}{1 + K_{\text{см}} П_{\text{см}} P_2}, \quad (1.8)$$

где $D_n = D_1 + D_2 + D_n$ – сумма дней простоев по всем причинам, кроме ТО и ремонта;

$K_{\text{см}}$ – коэффициент сменности, принимаем:

для I и IV кв. $K_{\text{см}} = 1,0$;

для II и III кв. $K_{\text{см}} = 2,0$;

$П_{\text{см}}$ – продолжительность смены, $П_{\text{см}} = 8,0$ ч;

P_2 – количество дней нахождения машин в ремонте, приходящееся на 1 час работы машин, принимаем равным 0,0138.

Количество рабочих смен в месяц определяется из выражения

$$D_{pc} = D_p \cdot K_{cm} \quad (1.9)$$

Пример.

Результаты расчета числа смен полезной работы приведены в табл. 1.5.

Таблица 1.5

Определение числа смен полезной работы за расчетный период

Месяц	D_k	D_1	D_2	D_n	D	$D_{п}$	K_{cm}	$D_{рем}$	D_p	D_{pc}
1	31	0,2	11	0,6	0,13	11,8	1,0	1,908	17,36	18
2	29	0,2	8	0,6	0,14	8,8	1,0	2,008	18,25	19
3	31	0,2	9	0,66	0,142	9,86	1,0	2,101	19,09	20
4	30	1,3	9	0,63	0,91	10,93	2,0	3,449	16,92	34
5	31	1,3	10	0,63	0,88	11,93	2,0	3,449	16,92	34
6	30	1,3	8	0,66	0,95	9,96	2,0	3,625	17,71	36
7	31	1,6	10	0,63	1,083	12,23	2,0	3,395	16,97	34
8	31	1,6	8	0,69	1,187	10,29	2,0	3,746	18,56	38
9	30	1,6	8	0,66	1,173	10,26	2,0	3,571	17,76	36
10	31	0,6	10	0,63	0,406	11,23	1,0	1,965	18,40	19
11	30	0,6	9	0,63	0,42	10,23	1,0	1,965	18,40	19
12	31	0,6	9	0,66	0,425	10,26	1,0	2,061	19,28	20
Итого										327

2. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

К подготовительным работам, которые должны быть выполнены до начала возведения земляного полотна, относятся:

- 1) восстановление и закрепление трассы;
- 2) расчистка полосы отвода;
- 3) удаление растительного слоя;
- 4) разбивочные работы;
- 5) устройство временных дорог;
- 6) постройка временных сооружений, линий связи, электропередач и др.

2.1. Подготовка дорожной полосы

Данный подраздел курсового проекта готовится по материалам, изложенным в следующих литературных источниках:

1. Горельшев, Н.В. Технология и организация строительства автомобильных дорог. – М., 1992. – 551 с.

2. П2-02 к СНиП 3.06.03-85. Устройство земляного полотна автомобильных дорог. Департамент «Белавтодор». – Мн., 2003. – 121 с.

Технологическая часть разрабатывается по обоим источникам, рисунки берутся из П2-02:

- восстановление и закрепление трассы – с. 42 [1], рис. 5.2, 5.3; с. 10 [2] ;
- расчистка дорожной полосы – с. 44 [1], рис. 3.2; с. 44 [1];
- удаление растительного слоя – с. 18 [2], один из рисунков: рис. 5.11, рис. 5.12, рис. 5.13;
- разбивочные работы – с. 29 [2], рис. 7.4; с. 50 [1], рис. 3.7;
- устройство временных дорог – с. 13...14 [2].

2.1.1. Восстановление и закрепление трассы

В данном подразделе проекта излагается технологическая последовательность работ по восстановлению и закреплению трассы. План подраздела:

- 1) определение термина трасса (с. 42 [1]);
- 2) восстановление трассы (с. 8...10 [2]);
- 3) закрепление углов поворота (с. 8...10 [2]);
- 4) закрепление высоты точек (с. 8...10 [2]).

Пример.

Трасса – это линия, определяющая положение на местности геометрической оси дороги.

Цель восстановления трассы – перенесение и закрепление на местности всех основных точек, определяющих положение трассы, а именно: вершин углов, створных столбов, временных реперов.

Перед началом строительства необходимо вновь уточнить положение дороги на местности и восстановить закрепление трассы.

Восстановление и закрепление трассы осуществляется следующим образом:

1. Отметки на оси закрепляют прочно забитыми кольями и высокими вехами (3...4 м) или колышками с выносами за пределы зоны работ землеройно-транспортных машин и указанием расстояния выноски. На прямых участках колья и вехи располагаются на расстоянии не менее чем 100 м, а на кривых – не менее чем 10 м.

2. Границу подошвы насыпи закрепляют кольями через 25...50 м (рис. 2.1 а).

3. Границу снятия растительного слоя и его размещения в боковых валах створа, обозначающих направление движения экскаватора в резерве или выемке (зону производства работ), закрепляют колышками или вехами до обозначения линии первого зарезания автогрейдером краев подошвы насыпи.

4. Углы поворота трассы закрепляют прочно вкопанными угловыми столбами с надписью (диаметр столба – не менее 0,1 м, высота – 0,5...0,7 м). Столбы должны находиться на продолжении биссектрисы угла в 0,5 м от его вершины и располагаться надписью к вершине, которую закрепляют колышками. На кривой с малыми биссектрисами на продолжении тангенсов (вне зоны про-

изводства работ механизмами) устанавливаются по 2 вехи через 20 м от вершины угла (рис. 2.16).

5. Водоотводные каналы закрепляют кольшками после двойного промера с выносами за пределы работ, на которых указаны расстояния выноски.

6. Резервы закрепляются по бровкам земляного полотна через 10...15 м кольшками с надписью на них глубины разработки.

7. Полосы отвода земель закрепляют столбами в каждую сторону от оси дороги. Столбы устанавливают и регистрируют с участием местных землеустроительных органов; при этом составляют ведомость отвода земель с описанием сносимых зданий, временно уничтожаемых посевов и т. д.

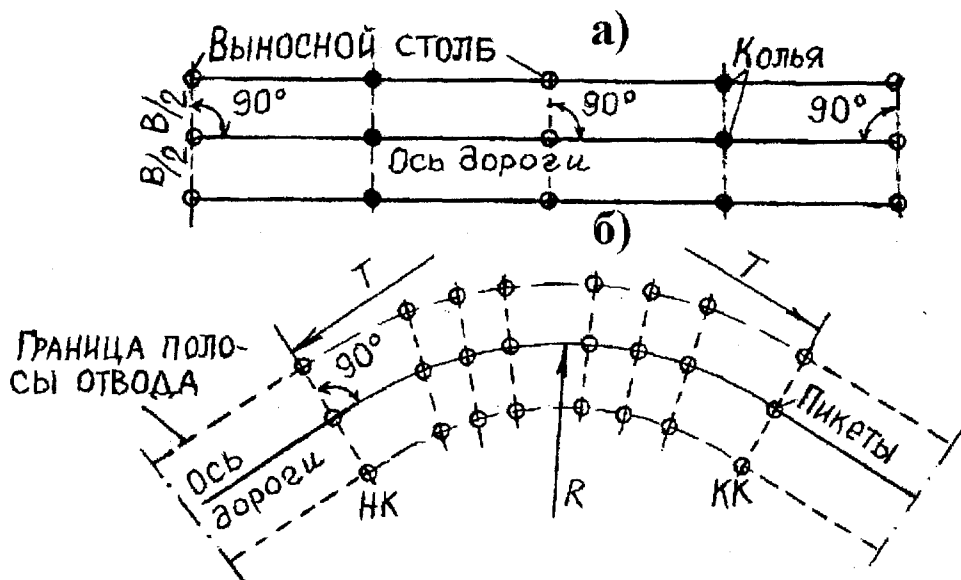


Рис. 2.1. Схема закрепления оси дороги:
а – на прямом участке; б – на криволинейном участке трассы

2.1.2. Расчистка дорожной полосы

В данном подразделе проекта излагается технологическая последовательность работ по расчистке дорожной полосы. План подраздела:

- 1) содержание вида работ;
- 2) расчистка полосы от леса;
- 3) корчевка пней;
- 4) расчистка полосы от кустарника;
- 5) уборка камней;
- 6) засыпка подкоренных ям.

Пни допускается оставлять в основании земляного полотна, предназначенного для капитальных, облегченных, переходных и низших типов дорожных одежд на дорогах III – V категорий при насыпях более 1,5 м. При насыпях от 1,5 до 2,0 м пни должны быть срезаны вровень с землей, а при насыпях более 2,0 м – на высоте 10 см от земли.

Пример.

Очистка дорожной полосы от леса и кустарника (рис. 2.2) производится после восстановления трассы, предшествуя всем другим линейным работам по строительству дороги.

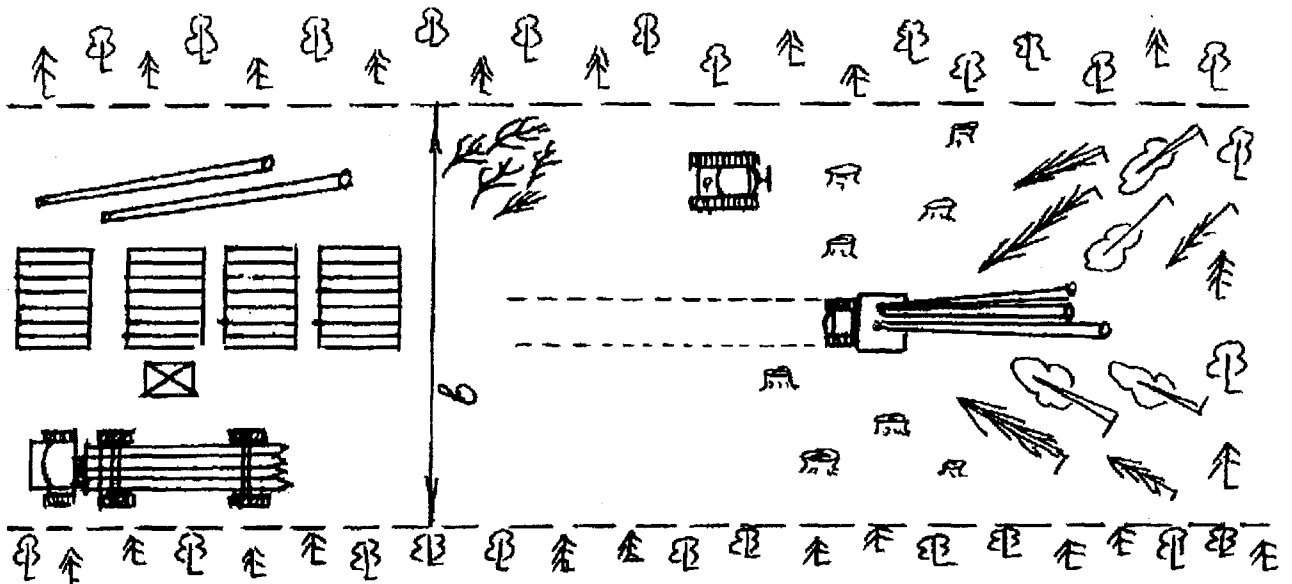


Рис. 2.2. Расчистка дорожной полосы от леса

Расчистка от леса является наиболее трудоемкой работой по подготовке дорожной полосы. Древесина – ценное сырье, используемое в строительстве и промышленности, поэтому работы по расчистке выполняют таким образом, чтобы получить древесину лучшего качества и без потерь.

В этот период, особенно при небольшом количестве деревьев и их малом диаметре, валку леса производят без спиливания бульдозером, который вначале подрезает корни деревьев, а затем упирается поднятым отвалом в дерево и валит его целиком вместе с корнями. При значительном количестве деревьев и большом их диаметре вначале производится спиливание дерева с помощью электромоторных или бензомоторных пил. С этой же целью могут использоваться комбайны, которые захватывают ствол дерева специальными держателями, подпиливают дерево, укладывают его на раму комбайна, очищают от сучьев и распиливают на сортименты. Для безопасности работы перед спиливанием необходимо убирать кустарник и низкорастущие сучья. Плоскость среза при спиливании должна быть горизонтальной и находиться на уровне верхней кромки подпила. Деревья сталкивают с пней гидравлическими клиньями или специальной лопатой. В процессе валки следует учитывать направление ветра. Зависшие деревья снимают трелевочными тракторами. Пни убирают корчевателями-собирающими.

Деревья очищают от сучьев и транспортируют на промежуточный склад трелевочными тракторами. Для погрузки деревьев на транспортные средства используют краны с грейферными захватами. Выкорчеванные пни и сучья уби-

рают с полосы отвода и либо сжигают с соблюдением мер противопожарной безопасности, либо погружают в кузова автомобилей и перевозят на базы переработки. Остающиеся после корчевки пней ямы засыпают грунтом.

Кустарник удаляют с помощью бульдозеров или кусторезов. Заросли со стволами диаметром от 4 до 15 см из таких пород, как осина, ольха, береза, срезают за один проход (почти до 95 %). Для срезания оставшегося кустарника кусторез идет по тому же месту в обратном направлении. Срезанный кустарник сгребают корчевателями-собирающими или кустарниковыми граблями в валик.

2.1.3. Снятие растительного слоя грунта

В данном подразделе проекта излагается технологическая последовательность работ по снятию растительного слоя грунта. План подраздела:

- 1) назначение видов работ;
- 2) механизмы для их выполнения;
- 3) технология односторонней срезки растительного слоя при малой ширине (менее 20...25 м);
- 4) технология двусторонней срезки растительного слоя при большой ширине дорожной полосы (более 20...25 м);
- 5) срезка растительного слоя продольно-поперечным способом универсальным бульдозером;
- 6) формулы для определения объема срезаемого и перемещаемого бульдозером грунта, производительности бульдозера и скрепера;
- 7) рекультивация земель.

Пример.

Растительный слой снимают по всей площади, отведенной для строительства дороги, и укладывают в отвалы для последующего использования. Растительный слой снимается на пашне, лугах, выгонах, а также на местности, где есть кустарник и лес. Удаление леса и кустарника вместе с плодородным слоем не допускается. Толщина снятого плодородного слоя – в среднем 20...25 см. Работу выполняют с помощью бульдозеров и скреперов. При применении бульдозеров срезку почвенного слоя проводят под прямым углом в одну или обе стороны от оси движения машины. Отвалы грунта располагают вдоль краев полосы отвода так, чтобы они не мешали последующим работам.

Толщина снимаемого слоя составляет:

- 1) на задернованных участках – 8...12 см;
- 2) на пахотных землях – 15...18 см;
- 3) на залесенных участках – 15...20 см.

2.1.4. Разбивочные работы при возведении земляного полотна

В данном подразделе проекта излагается технологическая последовательность работ по возведению земляного полотна. План подраздела:

- 1) разбивка границ подошвы земляного полотна;
- 2) разбивка круговых и переходных кривых;
- 3) расчет ширины насыпи по верху;
- 4) разбивка земполотна на косогоре;
- 5) разбивка выемок;
- 6) разбивка водоотводных и нагорных канав;
- 7) нормы отвода земель.

Пример.

Разбивка земляного полотна (рис. 2.3) заключается в нанесении и закреплении на местности основных точек, определяющих поперечные размеры будущих насыпей (границы их подошвы) и верхние бровки выемок с учетом уклона местности, толщины снимаемого растительного слоя и расположения боковых канав и резервов. Эти границы отмечают кольями, забитыми через 25...50 м, или бороздами, вырезанными автогрейдером. Разбивку выполняют, руководствуясь проектными материалами и рабочими чертежами, в которых приведены типовые поперечные профили выемок и насыпей будущей дороги, продольный профиль с рабочими отметками каждого пикета.

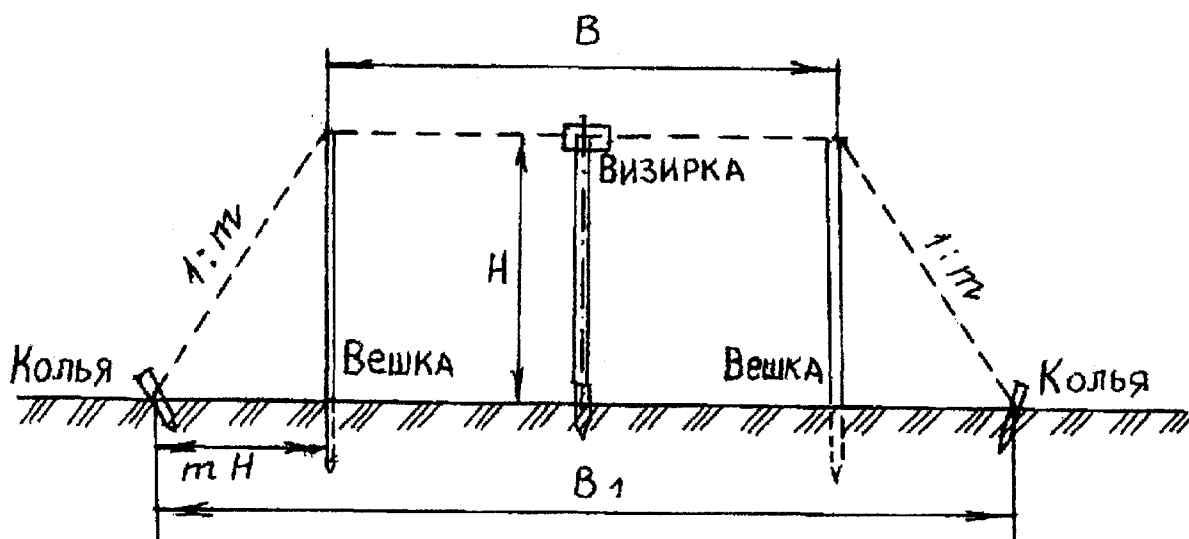


Рис. 2.3. Разбивка насыпи земляного полотна

Разбивку круговых и переходных кривых на открытой, легко доступной местности выполняют способом прямоугольных координат, а на закрытой – способом углов и хорд. Все необходимые точки закрепляют на местности кольями. На кольях делают засечки и указывают номер пикета и плюса, отметку насыпи и выемки. За пределами рабочей зоны устанавливают дополнительные колья, которые позволяют восстановить точки забитых кольев. Разбивку границ откосов земляного полотна (подошвы насыпи и бровок выемки, рис. 2.4) производят раздельно на каждом пикете и на основных переломных точках плоскости.

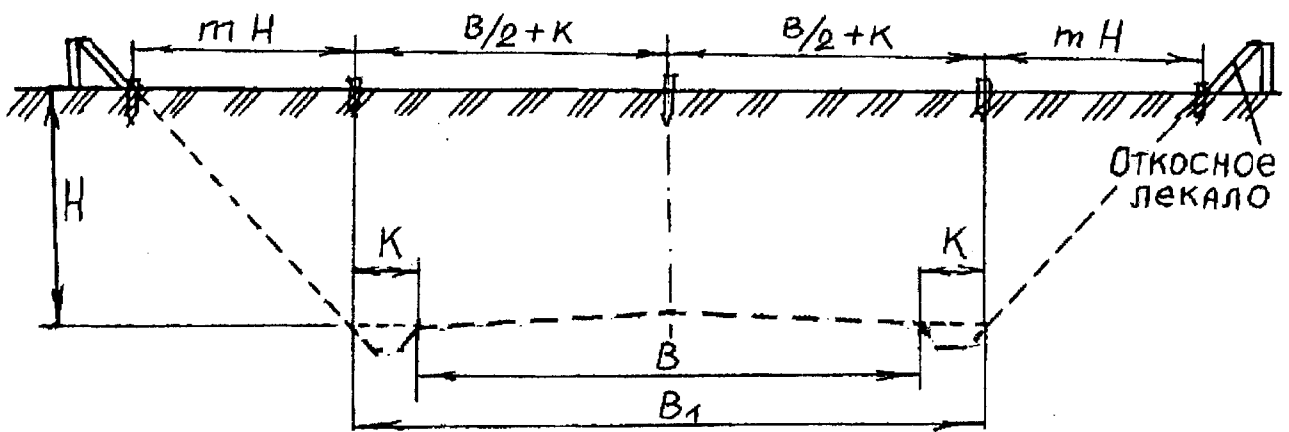


Рис. 2.4. Разбивка выемки

Разбивка выемок требует восстановления на местности не только оси дороги, но и (с помощью откосных лекал) верхних бровок выемок. Для наиболее глубоких участков выемки до уровня их разработки землеройными машинами по линии бровок боковых канав устанавливают кольца с отметками.

Для **разбивки водоотводных и нагорных канав** устанавливают на их оси кольца, на которых обозначают глубину канав; на кольях, вынесенных за пределы канав, обозначают их ширину. Размеры и очертание канав при работе проверяют визуальным наблюдением.

2.2. Определение объемов работ по расчистке дорожной полосы

2.2.1. Задание для расчета объемов подготовительных работ при сооружении земляного полотна

Задание для расчета подготовительных работ (табл. 2.1) включает определение:

- 1) протяженности участка дороги;
- 2) разбивки его по пикетажу;
- 3) наличия на участке леса, разделяемого по крупности и густоте;
- 4) наличия на участке кустарника, разделяемого по густоте;
- 5) наличия на участке болота;
- 6) наличия на участке пашни, луга, выгона.

Для расчета земляных работ в этом же задании приведены объемы насыпи, выемки, кювета для каждого пикета.

ЗАДАНИЕ

(Пример)

к курсовому проекту по разделам: «Подготовительные работы» и «Земляное полотно»

Студент _____ группа _____

Лес																				
Характеристика леса: по крупности: диаметр ствола – пня –	средней крупности																			
	31																			
по густоте:	средней густоты																			
Кустарник:																				
по густоте	средний																			
Болото																				
Луг, пашня, выгон																				
Неудобие																				
Протяженность участка	1 км										2 км									
	0 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пикеты	1254	1344	1321	1454	1500	1510	1433	1322	1429	1110	1200	1432	1436	1349	1499					
Объем земляных работ:																				
Насыпь																	1255	1367	1142	1234
Выемка																	240	240	240	240
Кювет																				190

2.2.2. Общая характеристика и расчет объемов подготовительных работ

В соответствии с перечисленными работами, относящимися к подготовительным, объемы работ рассчитываются для:

- 1) рубки леса и валки деревьев;
- 2) их разделки и трелевки;
- 3) корчевания пней и засыпки ям;
- 4) очистки от кустарника и мелколесья;
- 5) снятия плодородного слоя с площади, отведенной для строительства автомобильной дороги.

Лес и кустарник следует удалять со всей площади полосы отвода, а растительный грунт – только на ширину насыпи или выемки. Ширина полосы отвода принимается согласно нормам отвода земель под автомобильные дороги. Согласно статье 3 Закона РБ об автомобильных дорогах, опубликованного в Ведомостях ВС Республики Беларусь № 5, 1995 г., полоса отвода автомобильных дорог общего пользования, в которой размещаются дорожные сооружения, определяется в соответствии с категорией дороги в следующих размерах:

- I категория – по 32 м в обе стороны от оси дороги;
- II категория – по 16 м от оси дороги;
- III категория – по 14 м от оси дороги;
- IV категория – по 13 м от оси дороги;
- V категория – по 12 м от оси дороги.

Объемы работ по валке леса устанавливаем в соответствии со СНБ 8.03.101. Согласно строительным нормам, объем древесины, получаемый с 1 га леса, принимают в зависимости от крупности леса, диаметра ствола и пня, густоты леса (п. 1.54, с. 15 СНБ 8.03.101-2000).

Объем работ по количеству мелких стволов и кустов (в шт.) на 1 га может быть определен в соответствии с густотой мелколесья и кустарника (п. 1.53, с. 15 СНБ 8.03.101-2000).

По каждому виду работ составляется ведомость объемов подготовительных работ (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Ведомость объемов подготовительных работ

№ пп	Характеристика полосы отвода	Пикетное положение		Длина участка, м	Ширина полосы отвода, м	Площадь, га	Число деревьев на 1 га, шт.	Кол-во деревьев, шт.
		от ПК	до ПК					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Лес средней крупности средней густоты	0+00	6+00	600	32	1,92	350	672
		17+00	20+00	300	32	0,96	350	336

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Корчевка пней	0+00	6+00	600	32	1,92	350	672
		17+00	20+00	300	32	0,96	350	336
3	Кустарник средний	6+00	8+00	200	32	0,64	-	-
		15+00	17+00	200	32	0,64	-	-
4	Удаление растительного слоя: пашня, выгон, луг, неудобья	8+00	10+00	200	17,1	0,342	-	-
		12+00	15+00	300	17,1	0,513	-	-
		15+00	16+00	100	17,1	0,171		
5	Засыпка ям после корчевки пней	0+00	6+00	600	32	1,92		672
		17+00	20+00	300	32	0,96		336

Примечание. Растительный грунт удаляется только на ширину насыпи понизу толщиной 12...25 см.

Ширина земляного полотна B , м, для категорий дороги:

Iа категория – $24,5+S$; $32+S$ Iб, Iв категории – $22+S$; $29+S$

II категория – 13

III категория – 12

IV категория – 10

V категория – 8

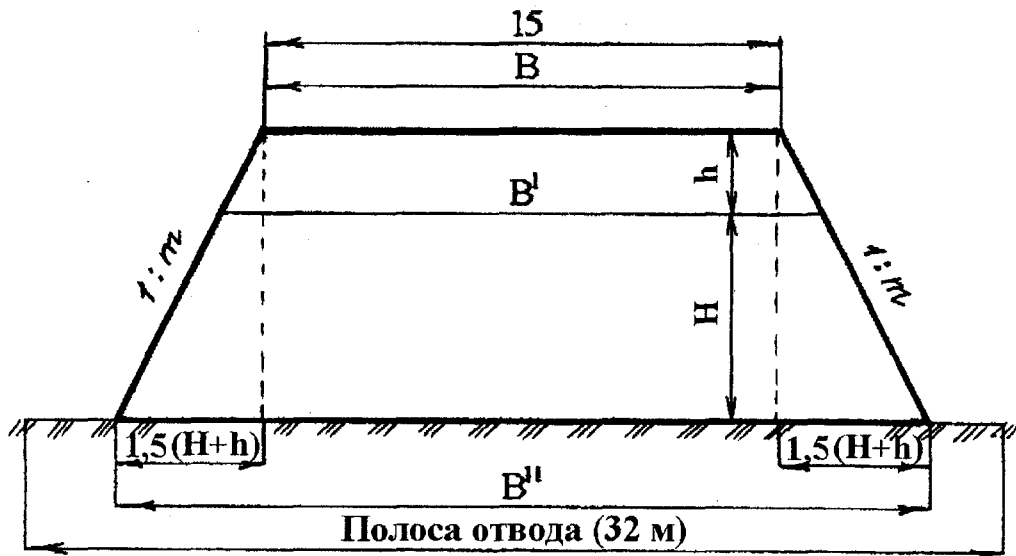


Рис. 2.5. Расчет подошвы земляного полотна

Порядок расчета подошвы земляного полотна (рис. 2.5) следующий:

1. Определяют ширину земляного полотна за вычетом минимально допустимой толщины стабильных слоев (приложение В. ТКП 45-3.03-19-2006) равной, например, 0,8 м:

$$B' = B + 2 \cdot h \cdot m = 13 + 2 \cdot 1,5 \cdot 0,8 = 15,4 \text{ м,}$$

где B – ширина земляного полотна поверху, м;

h – толщина дорожной одежды, м;

m – заложение откоса (1,5).

2. Определяют высоту насыпи при известном объеме из уравнения:

$$\left[15,4 \cdot H + \left(\frac{1}{2} H \cdot 1,5 \cdot H \right) \cdot 2 \right] \cdot 100 = 1254; \quad (2.1)$$

$$17,4 \cdot H + 1,5 \cdot H^2 = 12,54;$$

$$1,5 \cdot H^2 + 17,4 \cdot H - 12,54 = 0;$$

$$H = \frac{-\frac{17,4}{2} + \sqrt{\left(\frac{17,4}{2}\right)^2 + 1,5 \cdot 12,54}}{1,5} = 0,7 \text{ м};$$

$$0,7 \cdot 1,5 = 1,05 \text{ м.}$$

3. Определяют ширину насыпи понизу (B^{11}):

$$B^{11} = 15,4 + 2 \cdot 1,05 = 17,5 \text{ м.} \quad (2.2)$$

2.3. Расчет ресурсов и комплектование специализированных звеньев (отрядов)

Расчет необходимых ресурсов для выполнения подготовительных работ производится по Ресурсно-сметным нормам на строительные конструкции и работы (СНБ 8.03.101-2000. Сборник 1 «Земляные работы для строительства в сельской местности»).

Расчет ведется по следующей схеме:

1. Определяют нормы времени в машино-часах и человеко-часах по каждому виду работ на подготовительные работы, связанные с валкой леса и расчисткой площадей и трасс:

1) валка деревьев с корня – расценки Е 1-191-1...Е 1-191-6 (с. 553...555);
2) трелевка древесины на расстояние до 300 м тракторами мощностью 59 и 79 кВт – расценки Е 1-192-1...Е 1-192-6 (с. 556...559);

3) разделка древесины, полученной от валки леса мягких пород, – расценки Е 1-193-1...Е 1-193-7 (с. 560...563);

4) корчевка пней в грунтах естественного залегания корчевателями-собирающими на тракторе мощностью 79 кВт с перемещением пней до 5 м – расценки Е 1-197-1...Е 1-197-3 (с. 577...579);

5) расчистка трассы от кустарника; срезка кустарника и мелкокося в грунтах естественного залегания кусторезами на тракторе мощностью 79 и 118 кВт – расценки Е 1-203-1...Е 1-203-6 (с. 588...589);

6) корчевка кустарника и мелкокося в грунтах естественного залегания корчевателями-собирающими на тракторе мощностью 79 и 118 кВт – расценки Е 1-205-1...Е 1-205-6 (с. 592...593);

7) сгребание срезанного или выкорчеванного кустарника и мелкокошья кустарниковыми граблями на тракторе мощностью 79 кВт с перемещением до 20 м – расценки Е 1-207-1...Е 1-207-9 (с. 596...599);

8) засыпка ям после корчевки бульдозером мощностью 79 кВт – расценки Е 1-199-3 (с. 583); мощностью 118 кВт – расценки Е 1-199-4;

9) удаление растительного слоя; разработка грунта бульдозером мощностью 96 кВт – расценки Е 1-25-1...Е 1-25-12 (с. 11...14).

Распределение грунтов на группы в зависимости от трудности их разработки осуществляется в соответствии с табл. 1 СНБ 8.03.101-2000 (сборник № 1 «Земляные работы»). Грунты растительного слоя при разработке бульдозером подразделяются на группы, приведенные в табл. 2.3.

2. Определяют общую трудоемкость работ, измеряемую в человеко-часах и машино-часах, путем умножения объемов работ на нормы времени (графа 4 × графу 6 или графа 4 · графу 9).

3. Устанавливают продолжительность подготовительных работ с таким расчетом, чтобы они опережали работы по устройству труб и возведению земляного полотна. После подсчета общей трудоемкости переводят их в машино-смены и человеко-дни.

Таблица 2.3

Распределение грунтов на группы в зависимости от трудности их разработки

Наименование грунта	Средняя плотность в естественном залегании, кг/м ³	Группа трудности при разработке бульдозером
Грунт растительного слоя: без корней кустарника и деревьев	1200	1
с корнями кустарника и деревьев	1200	2
с примесью щебня, гравия или строительного мусора	1400	3

Число смен для подготовительных работ назначается исходя из выражения

$$D_{рс} \cdot (0,06...0,1) = 327 \cdot 0,06 = 19,6 = 20 \text{ см.} \quad (2.3)$$

4. Определяют количество рабочих-строителей, выполняющих отдельные операции, или количество машин, задействованных при выполнении данного вида работ, путем деления общей трудоемкости на количество смен и продолжительность смены (с округлением в большую сторону) (табл. 2.4):

$$N_{\text{чел. маш.}} = \frac{\text{Требуется (чел. - ч или маш. - ч)}}{\text{Кол - во смен} \cdot \text{продолжит. смены}} = \frac{186,56}{20 \cdot 8} = 1,16 = 2. \quad (2.4)$$

Ведомость расчета

№ пп	Наименование производственных процессов	Объем работ		Источник норм 8-03-101-2000	Требуемые ресурсы									
		Ед. изм.	Кол- во		Рабочая сила			Машины и оборудование						
					нор- ма вре- мени	требуется		мотопила			трелевочный трактор 79 кВт (108 л.с.)			
						чел.-ч	чел.-ч	чел.	нор- ма вре- мени	требуется		нор- ма вре- мени	требуется	
					маш.-ч	маш.-ч	маш.	маш.-ч	маш.-ч	маш.				
1	Валка деревьев диаметром 31 см	100 шт.	10,08	Е 1-191-5	22,78	(4x6) 229,6	-	1,11	(4x9) 11,2					
	Итого					229,6	1,43		11,2	0,06				
2	Трелевка деревьев с диаметром ство- ла 31 см	100 шт.	10,08	Е 1-192-6	17,85	180,0						17,85	180,0	
	Итого					180,0	1,2					180,0	1,2	
3	Разделка хлыстов диаметром 31 см	100 шт.	10,08	Е 1-193-6	82,45	831		9,78	98,6					
	Итого					831	5,2		98,6	0,6				
4	Корчевка пней диаметром 33 см	100 шт.	10,08	Е 1-197-2										
	Итого													
5	Расчистка трассы от среднего кустарника	га	1,28	Е 1-203-2 1-205-2 1-207-2										
	Итого													
6	Засыпка ям после корчевки пней	100 ям	10,08	Е 1-199-3										
	Итого													
7	Удаление расти- тельного слоя бульдозером мощностью 96 кВт (130 л.с.) с переме- щением до 20 м	100 м ³	20,52	Е 1-25-2 Е. 1-25-10										
	Итого													
	Всего						7,83			0,66				1,2
	Количество						8			1				2

ресурсов

Требуемые ресурсы																	
Машины и оборудование																	
Корчеватель-собираатель 79 кВт (108 л.с.)			Грабли кустарниковые			Бульдозер 79 кВт (108 л.с.)			Кусторез навесной на тракторе 79 кВт (108 л.с.)			Трактор на гусеничном ходу 79 кВт (108 л.с.)			Бульдозер 96 кВт (130 л.с.)		
норма времени	требуется		норма времени	требуется		норма времени	требуется		норма времени	требуется		норма времени	требуется		норма времени	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.	маш-ч	маш-ч	маш.
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
10,37	104,6																
	104,6	0,65															
11,44	14,7		4,01	5,2					3,21	4,1			4,07	5,2			
	14,7	0,1		5,2	0,03					4,1	0,03		5,2	0,04			
						2,75	27,8										
							27,8	0,2									
															20,74	425,6	
																425,6	2,7
		0,75			0,03			0,2			0,03			0,04			2,7
		1			1			1			1			1			3

На основании списка выполненных работ и произведенных расчетов выбирается состав специализированных звеньев с учетом особенностей технологии производства и, по возможности, полной загрузки машин и механизмов.

Исходные данные для расчетов принимают по табл. 2.1.

Объем работ при удалении растительного слоя вычисляется в следующем порядке:

площадь (в га) × толщину слоя

$$1,026 \cdot 0,2 = 2052 \text{ м}^3 = 2052 : 100 = 20,52;$$

норма времени при удалении растительного слоя

$$11,58 (\text{Е 1-25-2}) + 9,16 (\text{Е 1-25-10}) = 20,74;$$

количество смен

$$D_{pc} \cdot (0,06 \dots 0,1) = 327 \cdot 0,6 = 19,6 \text{ см.} = 20 \text{ см.}$$

На основании выполненного расчета ресурсов комплектуют (табл. 2.5) специализированные звенья, что может быть представлено в табличной или иной форме.

Таблица 2.5

Комплектование специализированных звеньев

Звено	Операции	Наименование работ	Кол-во машин	Обслуживающий персонал		
				профессия	разряд	кол-во, чел.
I	1	Валка леса с корня	1	моторист-вальщик	V	1
				дор. рабочий	III	3
				тракторист	V	2
	2	Трелевка древесины	2	чокеровщик	III	2
	3	Разделка древесины	1	моторист	V	1
				дор. рабочий	III	4
		Итого	4			13
II	4	Корчевка пней	1	тракторист	V	1
		Итого	1			1
III	5	Расчистка полосы отвода от кустарника и мелколесья	3	тракторист	V	3
		Итого	3			3
IV	6	Разработка и перемещение растительного грунта	3	тракторист-бульдозерист	V	3
		Итого	3			3
		Всего в бригаде	11			20

3. СТРОИТЕЛЬСТВО ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТРУБ

3.1. Определение объемов работ по строительству железобетонных труб

Труба – это инженерное сооружение, укладываемое в теле насыпи автодороги для пропуска ливневых и талых вод и небольших постоянно действующих водотоков с расходом воды до $100 \dots 130 \text{ м}^3/\text{с}$. Трубы различаются по материалу (бетонные, железобетонные, металлические, пластмассовые гладкие и гофрированные, каменные, деревянные), по форме поперечного сечения (круглые, прямоугольные, овоидальные, треугольные), по числу отверстий (одно-, двух- и многоочковые), по режиму работы поперечного сечения (безнапорные – работающие на всем протяжении неполным сечением, полунапорные – работающие вблизи входа полным сечением, а на остальном протяжении – неполным, напорные – заполненные водой по всей длине).

Труба как сооружение состоит из **тела** и двух **оголовков** – входного и выходного. Звенья железобетонных труб выполняются длиной $1 \dots 5 \text{ м}$.

Исходными данными для определения объемов работ по строительству железобетонных труб являются: количество труб, их диаметр, длина и тип фундаментов. Эти данные берутся из продольного профиля строящейся дороги.

Длина трубы определяется расчетным путем по формулам:
для метровых колец

$$L_{\text{тр}} = B + 2 m (H - d - \delta); \quad (3.1)$$

для длинномерных труб

$$L_{\text{тр}} = B + 2 m H, \quad (3.2)$$

где B – ширина земляного полотна, м;

m – заложение откоса;

H – высота насыпи, м;

d – внутренний диаметр трубы, м;

δ – толщина стенки трубы, м.

3.1.1. Перечень работ по строительству железобетонной трубы согласно технологической карте

Технологический процесс по строительству железобетонной трубы включает следующие операции:

1. Разбивочные работы с выносной осей.
2. Рытье котлована под трубу экскаватором.

3. Перемещение грунта на расстояние до 20 м бульдозером.
4. Доработка дна котлована вручную после экскаватора на глубину 0,1 м.
5. Устройство основания из песчано-гравийной смеси и основания из щебня.
6. Подача и сортировка блоков фундамента и звеньев труб. Блоки фундамента складываются параллельно с одной стороны трубы на расстоянии 8...12 м от ее оси, а звенья трубы – с противоположной на таком же расстоянии.
7. Установка лекальных блоков фундамента.
8. Устройство опалубки для монолитных участков фундамента и ее разборка.
9. Устройство монолитных участков фундамента (операции 6...9 выполняются, если осуществляется строительство трубы с фундаментом).
10. Засыпка котлована на высоту фундамента с трамбованием.
11. Монтаж звеньев трубы (длиной 5 м) с заделкой стыков (продольный уклон трубы – 0,005 ‰).
12. Установка бетонных блоков упоров У-2 на выходе.
13. Устройство окрасочной и оклеечной гидроизоляции.
14. Разработка и погрузка грунта экскаватором.
15. Засыпка трубы грунтом с перемещением бульдозером на расстояние до 20 м.
16. Уплотнение с послойным трамбованием (выполняют по мере отсыпки грунта).

В составе подготовительных работ согласно требованиям СНиП 3.01.01-85 «Организация строительного производства» должен быть выполнен временный водоотвод со строительной площадки.

До начала отрывки котлована производят разбивочные работы. Промерами от оси трубы намечают контур котлована и обозначают его кольшками. Перед началом разработки грунта котлована следует расчистить и спланировать приобъектную площадку.

Размеры котлована в плане должны определяться проектными размерами фундамента и запасами в каждую сторону по 0,3 м.

Отрывку котлована производят от выходного оголовка экскаватором ЭО-2621. Грунт, выбранный из котлована, перемещают за пределы площадки бульдозером.

Сразу же после отрывки и приемки котлована устраивают щебеночную подготовку под блоки фундамента высотой $h = 0,1$ м. Щебень, доставляемый автосамосвалами, выгружают непосредственно в котлован, разравнивают и уплотняют. По окончании работ по устройству щебеночного основания производят инструментальную проверку отметок и выполняют разбивку проектного положения фундамента и звеньев. После этого приступают к укладке фундаментных блоков. Параллельно с монтажом фундаментных блоков устраивают опалубку для монолитных участков фундамента, засыпают пазухи между стенками котлована и фундаментом на высоту фундамента и уплотняют.

Затем приступают к монтажу звеньев трубы. Длинномерные звенья (пятиметровые) монтируют по два с каждой стоянки крана. Одновременно с монтажом бетонируют монолитные участки фундамента.

Заделку швов между звеньями труб и блоками оголовков выполняют цементным раствором и заполняют паклей, пропитанной битумом.

После монтажа звеньев приступают к оклеечной и окрасочной гидроизоляции звеньев и установке блоков упоров. Устройство обмазочной гидроизоляции выполняется путем нанесения двух слоев горячего битума или холодной мастики по битумной грунтовке.

Когда часть звеньев будет покрыта гидроизоляционным материалом, приступают к засыпке трубы на высоту звеньев. Трубы засыпают в два приема, одновременно с двух сторон горизонтальными слоями толщиной 0,15...0,2 м с тщательным уплотнением. Уплотнение производят послойно вдоль тела трубы. Минимальная толщина грунта над трубой составляет 0,5 м.

Укрепление русел и откосов земляного полотна производится каменной наброской, бутовым камнем на растворе, монолитным бетоном, сборными бетонными плитами, синтетическим нетканым материалом с семенами трав и засыпкой. Откосы грунтовой призмы при засыпке трубы должны быть не круче 1 : 5. Плотность грунтовой призмы во всем ее объеме должна быть не менее 0,95 от максимальной стандартной плотности. При устройстве укреплений необходимо на время остановить движение воды, чтобы произвести работы, а также дать некоторым видам материалов набрать необходимую прочность.

3.1.2. Исходные данные для расчета (пример)

Для расчета трубы примем следующие исходные данные:

1. Количество труб – 4.
2. Расположение труб: - ПК 2 + 60; ПК 4 + 50; ПК 5 + 90; ПК 16 + 50.
3. Диаметр труб – 1,0 м.
4. Толщина стенки – 0,12 м.
5. Тип оголовка – с нормальным входным звеном.
6. Тип фундамента – бесфундаментные.

Расчетные показатели для определения потребности в трудовых затратах и материально-технических ресурсах при строительстве водопропускных труб на автомобильных дорогах составляются с использованием:

- 1) типового проекта сборных водопропускных круглых труб;
- 2) типового проекта унифицированных сборных водопропускных труб для железных и автомобильных дорог общей сети и промышленных предприятий;
- 3) типового проекта укреплений русел и откосов насыпей водопропускных труб.

Зависимость длины двух оголовков от отверстий труб выбирается по табл. 3.1.

Длина оголовков железобетонных труб

Наименование	Вид трубы					
	круглая			прямоугольная		
Отверстие трубы, м	0,75	1	1,5	2	2...2,5	3...4
Длина двух оголовков, м	0,8	6,9	8,8	10,7	10,9	9,7

Показатели потребности в материально-технических ресурсах для строительства круглых бесфундаментных железобетонных труб при насыпях высотой до 4 м принимаются по табл. 3.2 и Расчетным показателям для составления проекта организации строительства (ч. 10 «Автомобильные дороги»).

Таблица 3.2

Показатели потребности в материально-технических ресурсах на 1 м трубы

Размеры отверстий труб, м	Количество					
	Звенья		число отрядосмен	гидроизоляция, м ²	рытье котлована, м ³	подушка из гравия, м ³
	железобетон, м ³	арматура, кг				
0,75	0,21	27,1	0,06	2,9	0,4	0,4
1	0,35	36,8	0,06	3,8	0,5	0,6
1,25	0,52	13,3	0,07	4,7	0,6	0,8
1,5	0,72	66,7	0,09	5,6	0,8	0,9

Показатели потребности в материально-технических ресурсах и объемы работ для строительства оголовков круглых и овоидальных бесфундаментных железобетонных труб приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Показатели потребности в материально-технических ресурсах на 2 оголовка трубы

Параметры		Количество								
размеры отверстий труб, м	тип оголовка	отрядосмены	рытье котлована, м ³	Блоки оголовка		монолитный бетон лотка, м ³	гравий или щебень, м ³	гидроизоляция, м ³	цементный раствор, м ³	засыпка котлована, м ³
				железобетон, м ³	арматура, кг					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,75	С нормальным входным звеном	0,68	22	2,4	59,8	-	-	18	-	20
1		4,2	38	6	320,4	1	10	30	0,2	22
1,25		4,8	42	7,4	365	1,4	11,4	36	0,4	26
1,5		5,6	54	9,8	489,4	2,2	13,4	44	0,4	34

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	С ко- ниче- ским вход- ным звеном	4,2	46	8,4	468,2	1,4	11,6	47,8	0,4	28
1,25		4,9	56	11,4	425	2,2	13	61,8	0,4	36
1,5		5,7	74	14,6	773,4	3,2	16	78,4	0,4	48

Показатели потребности в материально-технических ресурсах и объемы работ для укрепления русел и откосов круглых и овоидальных труб приведены в табл. 3.4. Укрепление оголовков производится монолитным бетоном.

Для определения потребности в материально-технических ресурсах показатели на 1 м трубы соответствующего типа и размера умножают на общую длину таких труб и добавляют показатели на два оголовка, перемноженные на число таких труб.

Таблица 3.4

Показатели потребности в материально-технических ресурсах на 1 трубу

Отверстие трубы, м	Количество						
	планировка откосов, м ²	щебень, м ³	монолитный бетон, м ³	арматура, т	асфальто- вые планки, м ³	земляные работы, м ³	затраты труда, чел.-дн.
0,75	40,2	4	4,6	0,089	0,4	13,3	7,1
1	39,2	3,9	4,6	0,086	0,4	7,2	6,7
1,25	49	4,9	5,1	0,108	0,4	8,3	7,3
1,5	58,4	5,9	6	0,129	0,4	9,5	8,2

Составы специализированных отрядов для строительства круглых и овоидальных железобетонных труб приведены в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Составы специализированных отрядов

Наименование	Единица измерения	Количество при размере отверстий, м		
		1	1,5	2
1	2	3	4	5
<i>Личный состав</i>				
Водители дорожных машин и мотористы	чел.	4	4	4
Строительные рабочие	чел.	6	6	6

1	2	3	4	5
<i>Машины и оборудование</i>				
Автокраны				
КС-2561 Д	шт.	1	1	-
КС-3562 А	шт.	-	-	1
Бульдозер тягового класса ТС-10	шт.	1	1	1
Каток ДУ-4 (Д-263) прицепной на пневматических шинах	шт.	1	1	1
Электростанция ЖЭС-4,5	шт.	1	1	1
Электровибраторы:				
С-413	шт.	1	1	1
И-50	шт.	1	1	1
И-116	шт.	1	1	1
Битумный котел Д-387	шт.	1	1	1

3.2. Расчет ресурсов и комплектование специализированных отрядов

Потребность в ресурсах для строительства труб определяется по укрупненным показателям или ресурсно-сметным нормам (сборник № 30 «Мосты и трубы»). Для строительства труб комплектуется отряд (см. табл. 3.5) исходя из размеров трубы. Потребность в отрядо-сменах и материальных ресурсах определяется на основании исходных данных и расчетных показателей. Необходимое количество отрядов принимается исходя из расчетного количества отрядосмен для выполнения всего объема работ по строительству труб и продолжительности их строительства. Продолжительность строительства определяется с таким расчетом, чтобы работы по их строительству опережали работы по возведению земляного полотна.

Пример. На основании исходных данных (диаметр трубы $D = 1$ м) и табл. 3.5 выбирается состав специализированного отряда (табл. 3.6).

Таблица 3.6

Состав специализированного отряда

Наименование	Единицы измерения	Количество
1	2	3
<i>Личный состав</i>		
Водители дорожных машин и мотористы	чел.	4
Строительные рабочие	чел.	6
Итого	чел.	10

1	2	3
<i>Машины и оборудование</i>		
Автокран КС-2561 Д	шт.	1
Бульдозер тягового класса ТС-10	шт.	1
Каток ДУ-4 (Д-263) прицепной на пневматических шинах	шт.	1
Электростанция ЖЭС-4,5	шт.	1
Электровибраторы:		
С-413	шт.	1
И-50	шт.	1
И-116	шт.	1
Битумный котел Д-387	шт.	1
Итого	шт.	8

Расчет ресурсов ведется в табличной форме (табл. 3.7).

Длина трубы принимается по результатам формулы (3.1) или (3.2) с учетом показателя, определенного из выражения (2.2), по которому определяется ширина насыпи понизу (рис. 2.5).

Строительство железобетонных труб выполняется за 21 смену одним отрядом.

Расчет потребности в матери
при строительстве

№ пп	Пикетное поло- жение труб	Диаметр трубы, м	Длина трубы, м	Звенья		Число отрядо- смен	Гидро- изоляция, м ²
				железобе- тон, м ³	арматура, кг		
1	2	3	4	5	6	7	8
Строительство трубы							
1	ПК 2 + 60	1,0	14	$\frac{0,35}{4,9}$	$\frac{36,8}{515,2}$	$\frac{0,06}{0,84}$	$\frac{3,8}{53,2}$
2	ПК 4 + 50	1,0	14	$\frac{0,35}{4,9}$	$\frac{36,8}{515,2}$	$\frac{0,06}{0,84}$	$\frac{3,8}{53,2}$
3	ПК 5 + 90	1,0	16	$\frac{0,35}{5,6}$	$\frac{36,8}{588,8}$	$\frac{0,06}{0,96}$	$\frac{3,8}{60,8}$
4	ПК 16 + 50	1,0	16	$\frac{0,35}{5,6}$	$\frac{36,8}{588,8}$	$\frac{0,06}{0,96}$	$\frac{3,8}{60,8}$
5	Итого			21	2208	3,6	228
Строительство оголовков							
1	ПК 2 + 60	1,0	14	6	320,4	4,2	30
2	ПК 4 + 50	1,0	14	6	320,4	4,2	30
3	ПК 5 + 90	1,0	16	6	320,4	4,2	30
4	ПК 16 + 50	1,0	16	6	320,4	4,2	30
5	Итого			24	1281,6	16,8	120
Укрепление русел и откосов							
1	ПК 2 + 60	1,0	14	-	0,086	-	-
2	ПК 4 + 50	1,0	14	-	0,086	-	-
3	ПК 5 + 90	1,0	16	-	0,086	-	-
4	ПК 16 + 50	1,0	16	-	0,086	-	-
5					0,344		
6				45	3489,944	20,4	348

ально-технических ресурсах
железобетонных труб

Рытье котлована, м ³	Подушка из гравия, щебня, м ³	Засыпка котлована, м ³	Монолитный бетон, м ³	Цементный раствор, м ³	Планировка откосов, м ²	Земляные работы, м ³	Затраты труда, чел-дн.	Ссылка на нормативный документ
9	10	11	12	13	14	15	16	17
Строительство трубы								
0,5 7	0,6 8,4							Табл. 33 РП ПОС Табл. 3.2
0,5 7	0,6 8,4							Табл. 33 РП ПОС Табл. 3.2
0,5 8	0,6 9,6							Табл. 33 РП ПОС Табл. 3.2
0,5 8	0,6 9,6							Табл. 33 РП ПОС Табл. 3.2
30	36							
Строительство оголовков								
38	10	22	1,0	0,2				Табл. 38 РП ПОС Табл. 3.3
38	10	22	1,0	0,2				Табл. 38 РП ПОС Табл. 3.3
38	10	22	1,0	0,2				Табл. 38 РП ПОС Табл. 3.3
38	10	22	1,0	0,2				Табл. 38 РП ПОС Табл. 3.3
152	40	88	4,0	0,8				
Укрепление русел и откосов								
	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	Табл. 41 РП ПОС Табл. 3.4
	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	Табл. 41 РП ПОС Табл. 3.4
	15,6		18,4		156,8	28,8	26,8	
182	91,6	88	22,4	0,8	156,8	28,8	26,8	

4. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

4.1. Предварительный выбор ведущих машин для возведения земляного полотна

Для возведения земляного полотна автомобильной дороги используют землеройные машины: бульдозеры, скреперы, экскаваторы, автогрейдеры. Выбор ведущего типа машины зависит от высоты насыпи, глубины выемки, типа грунта и дальности его перемещения.

Землеройно-транспортными называют машины с ножевым рабочим органом, выполняющие одновременно послойное отделение грунта от массива и его перемещение к месту укладки при своем поступательном движении.

Бульдозер представляет собой навесное оборудование на базовом гусеничном или пневмоколесном тракторе, включающее отвал с ножами, толкающее устройство в виде брусьев или рамы и гидравлическую систему управления отвалом. Рабочий цикл бульдозера следующий: 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; после отсыпки грунта отвал поднимается в транспортное положение, машина возвращается к месту набора грунта, после чего цикл повторяется. Резание грунта производится на скорости 2,5...4,5 км/ч, перемещение грунта – на скорости 4,5...6 км/ч. Промышленность серийно выпускает широкую номенклатуру бульдозеров с тяговым усилием 13,7...247 кН мощностью 37...405 кВт.

Бульдозеры применяют для послойной разработки и перемещения грунтов 1-й...4-й категорий. Области применения бульдозера:

- 1) возведение земляного полотна из выемки в насыпь, из боковых резервов в насыпь высотой до 1...1,5 м;
- 2) землеройно-планировочные работы: планировка площадок, послойное разравнивание привозного грунта, перемещение его к голове насыпи;
- 3) снятие растительного слоя грунта, перемещение грунта на небольшие расстояния (10...30 м);
- 4) сооружение полувыемки-полунасыпи на косогоре;
- 5) окучивание материалов при выполнении складских операций;
- 6) уборка валунов и пней, корчевка и валка мелколесья;
- 7) вспомогательные работы.

Скрепер может быть самоходной, прицепной или полуприцепной землеройно-транспортной машиной, рабочим органом которой служит ковш на пневмоколесах, снабженный в нижней части ножами для срезания грунта. Скреперы предназначены для послойного копания, транспортирования, послойной отсыпки, разравнивания и частичного уплотнения грунтов 1-й...4-й категорий.

Рабочий цикл скрепера состоит из следующих последовательно выполняемых операций:

1) 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 – 2...4 км/ч);

2) поднятие наполненного грунтом ковша на ходу в транспортное положение; при этом подвижная заслонка опускается, препятствуя высыпанию грунта из ковша (скорость при транспортном передвижении составляет 0,5...0,8 от максимальной скорости трактора или тягача);

3) транспортирование грунта в ковше к месту укладки;

4) 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;

5) обратный (холостой) ход машины в забой.

Скреперы классифицируют на машины с малой (до 3 м³), средней (3...10 м³) и большой (свыше 10 м³) вместимостью ковша. Их применяют для доставки грунта из выемок или резервов в насыпь.

Автогрейдеры представляют собой самоходные планировочно-профилировочные машины, основным рабочим органом которых служит полноповоротный отвал с ножами, размещенный между передним и задним мостами пневмоколесного ходового оборудования. Автогрейдеры применяют для:

1) послойной разработки и перемещения на расстояние до 100 м грунтов 1-й...3-й категорий при планировочных и профилировочных работах на строительстве земляного полотна;

2) сооружения невысоких насыпей и профильных выемок;

3) засыпки траншей, канав;

4) очистки дорог от снега в зимнее время года.

Автогрейдеры разделяют по массе на легкие (до 9 т мощностью 45...65 кВт), средние (до 13 т мощностью 80...82 кВт) и тяжелые (до 19 т мощностью 120 кВт). Колесная схема определяется формулой А х Б х В (где А – число осей с управляемыми колесами; Б – число осей с ведущими колесами; В – общее число осей. Колесная схема отечественных автогрейдеров легкого и среднего типов: 1 х 2 х 3, тяжелого типа: 1 х 3 х 3. Легкие автогрейдеры обеспечивают наибольшую глубину резания – до 0,2 м, средние – до 0,25 м, тяжелые – до 0,5 м.

Кроме основного рабочего отвала автогрейдер снабжается дополнительным сменным оборудованием:

1) удлинителем и уширителем отвала для перемещения и планирования грунтов;

2) откосниками (укрепляемыми на отвале) для планирования откосов насыпей (выемок) и очистки канав;

3) кирковщиком с шириной захвата 930...1400 мм для взлома дорожных покрытий и рыхления плотных грунтов на глубину до 0,25 м;

4) бульдозерным отвалом;

5) двухотвальным снегоочистителем, который устанавливается спереди машины и управляется гидроцилиндром.

Экскаваторы представляют собой самоходные землеройные машины, предназначенные для копания и перемещения грунта 1-й...4-й категорий.

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

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

Экскаватор с рабочим оборудованием прямая лопата разрабатывает грунт в забое, расположенном выше уровня стоянки машины. Экскаватор с оборудованием обратная лопата предназначена для рытья траншей и небольших котлованов, расположенных ниже уровня его стоянки. 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. Ковш драглайна совкового типа связан со стрелой системой тросов.

По вместимости ковша экскаваторы подразделяются на восемь групп: 1 – 0,15 м³; 2 – 0,25 м³; 3 – 0,4 м³; 4 – 0,65 м³; 5 – 1,0 м³; 6 – 1,6 м³; 7 – 2,5 м³; 8 – 4,0 м³.

Одноковшовые экскаваторы применяют при производстве сосредоточенных земляных работ для:

- 1) отсыпки насыпи из отдельных резервов;
- 2) выторфовывания;
- 3) разработки глубоких выемок;
- 4) работы в карьерах;
- 5) рытья котлована под трубу.

4.2. Составление графика распределения земляных работ

На основании данных продольного профиля по объемам насыпей, выемок и кюветов производится распределение земляных масс. При этом учитывается разница грунтов по плотности в условиях естественного залегания и отсыпанной насыпи. Для этого при распределении земляных работ в расчетах участвует коэффициент относительного уплотнения, представляющий собой отношение плотности сухого грунта в насыпи к плотности сухого грунта в резерве:

$$K = \frac{\rho_{d \text{ нас}}}{\rho_{d \text{ рез}}} \quad (4.1)$$

При составлении графика следует определить, как будет возводиться земляное полотно по длине трассы:

1) в виде насыпей из сосредоточенных резервов (этот тип характерен для линейных работ);

2) в виде чередующихся насыпей и выемок различной высоты, глубины и длины;

3) в виде отдельных насыпей и выемок сравнительно большой высоты и глубины (сосредоточенные работы).

Такие насыпи возводят из грунтов прилегающих к ним выемок или специальных резервов. Грунт при разработке выемок используется для возведения насыпей (непригодный грунт складывается в отвал или кавальер).

На графике распределения земляных масс (табл. 4.3) указывают пикетные объемы насыпи, выемки и кювета, места получения грунта для возведения насыпи и способы ведения земляных работ. Объем работ по отсыпке насыпи распределяется с учетом коэффициента относительного уплотнения при помощи выбранных землеройных механизмов. На графике указывают участки выбираемого грунта и места его выгрузки.

Объем выторфовывания записывается дважды: в графу «Выторфовывание» и графу «Насыпь». Общая сумма с учетом коэффициента относительного уплотнения записывается в графу «Насыпь». Итоги распределения земляных работ подводятся по каждому километру с учетом группы грунта по трудности разработки землеройными машинами.

Для расчета земляного полотна примем следующие дополнительные (примерные) исходные данные:

1. Присыпная обочина – в зависимости от категории дороги.

2. Перевозка грунта из сосредоточенного резерва или карьера автомобилями – до 2 км.

3. Группа грунта по трудности разработки – 2.

4. Глубина болота – 2,5 м.

5. Мощность бульдозера – 79 кВт.

6. Вместимость ковша скрепера – 10 м³.

7. Вместимость ковша экскаватора – 1 м³.

Заполнение графика распределения земляных масс осуществляется в следующей последовательности:

1. Объем насыпи переносится из задания к курсовому проекту (табл. 2.1) по разделу «Земляное полотно» (строка 1). В конце строки проставляют суммарную цифру.

2. Ширину обочины в зависимости от категории дороги принимают следующую: Ia – 3,75 м; Ib, Iv, II – 3,00 м; III – 2,5 м; IV – 2,0 м; V – 1,25 м.

Рассчитывают объем грунта, необходимый для устройства присыпных обочин, по формуле

$$V_{\text{по}} = 2 \cdot 100 \cdot (b \cdot h + 0,5 \cdot 1,5 \cdot h^2), \quad (4.2)$$

где 2 – количество обочин с обеих сторон дороги;

100 – объем грунта из расчета на один пикет;

b – ширина обочины в зависимости от категории дороги;

h – толщина дорожной одежды, принимается из задания к разделу «Дорожная одежда» как суммарная величина слоев покрытия и основания до слоя песка; 1,5 – заложение откоса.

Пример. Для II категории дороги ширина обочины – 3,00 м. Рассчитывают объем грунта на устройство присыпной обочины:

$$h = 4 + 5 + 6 + 14 = 29 \text{ см} = 0,29 \text{ м};$$

$$V_{\text{по}} = 2 \cdot 100 \cdot (3,00 \cdot 0,29 + 0,5 \cdot 1,5 \cdot 0,29^2) = 127 \text{ м}^3.$$

На пикете, где имеется одновременно выемка и насыпь, присыпная обочина для насыпи рассчитывается:

$$V^1_{\text{по}} = V_{\text{по}} \cdot 0,6 = 127 \cdot 0,6 = 68 \text{ м}^3. \quad (4.3)$$

Полученную цифру по присыпной обочине записывают в строке 2. В конце строки проставляют суммарную цифру.

3. Профильный объем выемки (строка 3) и кювета (строка 4) берутся из задания по курсовому проекту к разделу «Земляное полотно» (табл. 2.1).

4. Коэффициент уплотнения принимают равным 1,1 (строка 5). Значения коэффициентов относительного уплотнения принимаются согласно СНиП 2.05.02-85 (табл. 4.1) и П 12-2000, СНБ 5.01.01-99.

Таблица 4.1

Значения коэффициентов относительного уплотнения

Требуемый коэффициент уплотнения грунта	Значения коэффициентов относительного уплотнения для грунтов						
	пески, супеси, суглинки пылеватые	суглинки, глины	лессы и лессовидные грунты	скальные разрабатываемые грунты при плотности, г/см ³			шлаки, отвалы перерабатывающей промышленности
				1,9...2,2	2,2...2,4	2,4...2,7	
1	2	3	4	5	6	7	8
1,00	1,10	1,05	1,20	0,95	0,89	0,84	1,26...1,47
0,95	1,05	1,00	1,15	0,90	0,85	0,80	1,20...1,40
0,90	1,00	0,95	1,10	0,85	0,80	0,76	1,13...1,33

5. Определяют профильный объем с учетом коэффициента уплотнения:

1) для насыпи по каждому пикету: строка 1 · 1,1 = (результат записывают в строке 6); в конце строки проставляют суммарную цифру;

2) для присыпной обочины: строка 2 · 1,1 = (результат записывают в строке 7); в конце строки проставляют суммарную цифру;

3) для выемки: строка $3 \cdot 1,1 =$ (результат записывают в строку 8); в конце строки проставляют суммарную цифру.

6. Недобор определяют из расчета, что он составляет 2 % от объема выемки:

$$\text{Недобор} = \text{выемка} \cdot 0,02. \quad (4.4)$$

Полученные значения записывают в строку 9.

7. Распределение земляных масс из выемки (строка 10) определяют на основании направления транспортировки и зоны обеспечения (строка 17). В конце строки записывают суммарную цифру.

8. Распределение земляных масс из сосредоточенных резервов представляет собой попикетную сумму насыпи и присыпной обочины (строка 13). На пикетах, на которых отсыпка насыпи производилась грунтом, разрабатываемым из выемки, распределение земляных масс ставится только на тех пикетах, на которых привозного грунта было недостаточно для сооружения земляного полотна.

Например, для пикета ПК 11 – 12:

$$[(1576 - 152) - 25 + 140] = 1539 \text{ м}^3.$$

9. Распределение земляных масс из недобора выполняют в соответствии со схемой (строка 17) и количественным составом (строка 9). Попикетный объем записывают в строке 14, а сумму всех объемов – в конце строки.

10. Количество болотного грунта, удаляемого при отсыпке насыпи на болоте, определяют исходя из размеров насыпи понизу (2.2) и глубины болота:

$$V_{\text{торф}} = 17,5 \cdot 2,5 \cdot 100 = 4275 \text{ м}^3.$$

Результат записывают в строку 16 и строку 34 только на тех пикетах, на которых производилась выемка торфа в соответствии с ситуацией местности. В конце строки записывают суммарный объем.

11. Направление транспортировки грунта изображается в виде стрелки от сосредоточенного резерва с проставлением объема земляных масс (строка 17). Из сосредоточенного резерва привозят грунт для присыпных обочин на тех пикетах, на которых была выполнена выемка и отсыпка насыпи из грунта выемки.

12. Ситуация, проставляемая на графике, переносится из задания по курсовому проекту (рис. 2.1) по разделу «Земляное полотно» (строка 18).

13. Способ разработки и дальность транспортировки для автогрейдера (строка 19) берутся из профильного объема для кювета (строка 4). В конце строки записывают суммарную цифру.

14. В соответствии со схемой (строка 17) записывают объемы работ:

1) для бульдозера с перемещением грунта до 50 и 100 м;

2) для скрепера до 200 м;

3) для скрепера до 300 м;

- 4) для скрепера до 400 м;
- 5) для скрепера до 500 м;
- 6) для скрепера до 600 м и т.д.

Например:

Сумма бульдозерных работ равна

$$1255 + 542 = 1797 \text{ м}^3;$$

сумма скреперных работ равна 3591 м^3 (сумма строк от 24 до 28).

15. Способ разработки и дальность перевозки грунта автомобилями на расстояние до 2 км с погрузкой экскаватором заполняют в соответствии с заданием. Весь грунт 2-й группы (в соответствии с заданием) перевозят автомобилями с расстоянием перевозки 2 км (строка 30). Данные переносят из строки 13 (ПК 0 ... 11) или из строки 7 с вычетом недобора (ПК 11 ... 20).

Например:

$$\begin{aligned} \text{ПК } 12\dots 13 - (140 - 23) &= 117; \\ \text{ПК } 13\dots 14 - (140 - 28) &= 112; \\ \text{ПК } 14\dots 15 - (140 - 26) &= 114; \\ \text{ПК } 19\dots 20 - (85 - 11) &= 74. \end{aligned}$$

Общий объем грунта, перевозимый автомобилями, равен:

$$152 + 20479 + 113 = 20744 \text{ м}^3.$$

16. Для определения грунта, выторфованного экскаватором в отвал, переносят цифры из строки 16 и записывают в строку 34.

Например:

Объем грунта при работе экскаватора на выторфовывании составляет 8550 м^3 .

17. Для определения объема оплачиваемых земляных работ суммируем итоговые цифры строк 19...34.

Например:

Объем оплачиваемых работ составляет 35777 м^3 .

18. Заполняют площадь планировки верха земляного полотна (строка 36). Для этого в зависимости от категории дороги по табл. 4.2 принимают размеры земляного полотна. На дорогах с покрытиями капитального типа ширина земляного полотна будет больше проектной ширины дорожного полотна:

$$B^1 = B + 2 h m = 13 + 2 \cdot 0,29 \cdot 1,5 = 15,87 \text{ м}, \quad (4.5)$$

где B – проектная ширина земляного полотна (табл. 4.2);

h – толщина дорожной одежды без песчаного слоя (задание);

m – заложение откоса.

Ширину земляного полотна B^1 умножают на расстояние между пикетами (100 м) и получают площадь планировки:

$$B^1 = 15,87 \cdot 100 = 1587 \text{ м}^2.$$

Таблица 4.2

Ширина земляного полотна

Показатель	Категория дороги					
	Ia	Iб, Ib	II	III	IV	V
Ширина земляного полотна	24,5+S 32+S	22+S 29+S	13	12	10	8

Примечание. S – ширина барьерного ограждения, установленного на разделительной полосе.

19. Площадь планировки откоса насыпи рассчитывают из прямоугольного треугольника, у которого высота равна сумме высот земляного полотна (2 : 1) и дорожной одежды ($\approx 0,3$ м), а второй катет равен $1,5 H$. Тогда

$$H = 0,7 + 0,3 = 1,0 \text{ м};$$

$$L_{\text{откос}} = \sqrt{H^2 + (1,5 \cdot H)^2} = \sqrt{1,0^2 + (1,5 \cdot 1,0)^2} = 1,58 \text{ м}. \quad (4.6)$$

Ширину откоса умножают на расстояние между пикетами и на количество откосов:

$$B_{\text{откос}} = 1,58 \cdot 100 \cdot 2 = 316 \text{ м}^2.$$

20. В конце таблицы все строки на протяжении всего строящегося участка, в которых есть хоть одно заполнение, складываются по километрам и записываются в последнем столбике табл. 4.3.

На основании графика распределения земляных масс составляют ведомость объемов работ (табл. 4.4).

Для использования в дальнейшем объемов работ, выполненных отдельными машинами, подсчитывают сумму объемов отдельно для бульдозера, скрепера, экскаватора:

объем работ, выполненный бульдозером, – 1,797 тыс. м³;

скрепером – 3,591 тыс. м³;

экскаватором – 20,744 тыс. м³.

График распределения

Профильный объем работ, м ³	насыпь	1	1254	1344	1321	1454	1500	1510	1433	1322	1429	1110	13677			
	присып. обочина	2	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	1270			
	выемка	3														
	кювет	4														
Профильный объем с учетом коэффициента уплотнения	коэффициент уплотнения	5	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1				
	насыпь	6	1380	1479	1453	1600	1650	1661	1577	1455	1572	1221	15048			
	присып. обочина	7	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	1400			
	выемка	8														
Распределение земляных масс, м ³	недобор	9														
	из выемок	10														
	из кюветов	11														
	из прирассовых резервов	12														
Грунт	из сосредоточенных резервов	13	1520	1619	1593	1740	1790	1801	1717	1595	1712	1361	16448			
	из недобора	14														
Направление транспортировки и зоны обеспечения	растительный	15														
	выторфованный	16														
Ситуационный план трассы и расположение резервов			17	1520 1619 1593 1740 1790 1801 1717 1595 1712 1361												
			Из сосредоточенного резерва													
Ситуационный план трассы и расположение резервов			18	Лес средней густоты					Кустарник средней густоты					I гр.	II гр.	
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Способы разработки и дальность транспортировки (бульдозеры, скреперы, экскаваторы) м ³			автогрейдер		19											
			бульдозерные	до 20 м растит. грунт	20											
				до 20 м	21											
				до 50 м	22											
				до 100 м	23											
			скреперные	до 200 м	24											
				до 300 м	25											
				до 400 м	26											
				до 500 м	27											
			автомобильные с погрузкой экскаватором емкостью ковша, м ³	до 600 м	28											
до 1 км, в т.ч. присып. обочины	29															
до 2 км, в т.ч. присып. обочины	30	1520		1619	1593	1740	1790	1801	1717	1595	1712	1361	16448			
до 3 км, в т.ч. присып. обочины	31															
Всего оплачиваемых земляных работ, м ³	до 4 км, в т.ч. присып. обочины	32														
	недобор (до 1 км)	33														
Выторфовывание экскаватором в отвал, м ³			34													
Всего оплачиваемых земляных работ, м ³			35										16448			
Планировка, м ²	верха земполотна	36	1587	1587	1587	1587	1587	1587	1587	1587	1587	1587	15870			
	откосов	37	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	3160			
	откосов кювета	38														
	дна кювета	39														

земляных масс

1	1200	1432	1436	1349	1499					613	7529	21206				
2	127	127	127	127	127	127	127	127	127	68	1211	2481				
3						1255	1367	1142	1234	542	5540	5540				
4						240	240	240	240	190	1150	1150				
5	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1						
6	1320	1576	1580	1484	1649					675	8284	23332				
7	140	140	140	140	140	140	140	140	140	85	1335	2735				
8						1255	1367	1142	1234	542	5540	5540				
9						26	28	23	25	11	113	113				
10		152	1580	1484	1649					675	5540	5540				
11																
12																
13	1460	1539									2999	19447				
14		25	23	28	26					11	113	113				
15																
16	4275	4275									8550	8550				
17		152	1580	1484	1649	1255	394	913	605	11	631	949	152	133	542	
															675	
	1460	1539	117	112	114	140	140	140	140	75						
	Из сосредоточенного резерва															
18	Болото		Пашня			Кустарник		Лес			1-й гр.	2-й гр.				
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
	средней крупности															
19							240	230	240	240	190		1150	1150		
20																
21																
22																
23						1255					542		1797	1797		
24						394					133		527	527		
25					973								973	973		
26					511								511	511		
27				631									631	631		
28				949									949	949		
29		152											152	152		
30	1460	1539	117	112	114	140	140	140	140	74			4031	20479		
31																
32																
33		25	23	28	26								11	113	113	
34	4275	4275												8550	8550	
35														19329	35777	
36	1587	1587	1587	1587	1587	1587	1587	1587	1587	1587			15870	31740		
37	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316			3160	6320		
38																
39																

Ведомость объемов работ

№ пп	Наименование работ	Ссылка	Ед. изм.	Кол-во
<i>1. Подготовительные работы</i>				
1	Восстановление и закрепление трассы на местности	рис. 2.5	км	2
2	Отвод земель под дорожную полосу	рис. 2.5	км	2
3	Расчистка полосы отвода от леса	табл. 2.1	га/100 шт.	2,88/10,08
4	То же от кустарника	табл. 2.1	га	2,88
5	Корчевка пней	табл. 2.1	га/100 шт.	2,88/10,08
6	Засыпка ям после корчевки пней	табл. 2.1	100 ям	10,08
7	Удаление растительного слоя	табл. 2.1	га	1,026
<i>2. Основные работы</i>				
8	Бульдозерные работы: разработка грунта 2-й группы бульдозером с перемещением до 100 м	табл. 4.3	м ³	1797
9	Скреперные работы: разработка грунта 2-й группы скрепером емкостью ковша 10 м ³ с перемещением до 200 м	табл. 4.3	м ³	527
10	То же до 300 м	табл. 4.3	м ³	973
11	То же до 400 м	табл. 4.3	м ³	511
12	То же до 500 м	табл. 4.3	м ³	631
13	То же до 600 м	табл. 4.3	м ³	949
14	Экскаваторные работы: разработка грунта 2-й группы экскаватором емкостью ковша 1, 0 м ³ с авто-возкой до 1 км	табл. 4.3	м ³	152
15	То же до 2 км	табл. 4.3	м ³	20479
16	То же до 3 км	табл. 4.3	м ³	-
17	Разработка и поперечное перемещение грунта автогрейдером	табл. 4.3	м ³	1150
18	Выторфовывание экскаватором в отвал	табл. 4.3	м ³	8550
19	Недобор	табл. 4.3	м ³	113
20	Уплотнение грунта с поливкой водой (50 % от общего объема)	50 % от общего объема (35777 x 0,5)	м ³	17989
21	Уплотнение грунта без поливки водой	50 % от общего объема	м ³	17989
<i>3. Отделочные работы</i>				
22	Планирование верха земляного полотна	табл. 4.3	м ³	31740
23	Планировка откосов	табл. 4.3	м ³	6320
24	Планировка дна кювета		м ³	-

4.3. Расчет ресурсов для возведения земляного полотна и присыпных обочин

После установления способов производства работ, выбора машин и механизмов, составления графика распределения земляных масс переходят к расчету потребности в дорожных механизмах и рабочей силе.

Расчет ведется следующим образом:

- 1) определяют нормы времени в машино-часах и человеко-часах по каждому виду работ по СНБ;
- 2) путем умножения объема работ на нормы времени определяют общую трудоемкость работ в машино-часах и человеко-часах; объемы работ берут из сводной ведомости объемов земляных работ (табл. 4.4);
- 3) после подсчета общей трудоемкости делят ее на продолжительность смены (8 часов) и получают затраты в машино-часах и человеко-часах;
- 4) затраты делят на число смен полезной работы и рассчитывают необходимое количество машин и рабочей силы; число смен определяют по подразделу 1.2.

Расчет потребности в машинах и рабочей силе для бульдозерных работ ведется в табличной форме (табл. 4.7).

1. Устройство насыпей из грунта 1-й и 2-й гр. бульдозером 59...121 кВт с перемещением до 100 м выполняют следующим образом:

- 1). Объем работ переносят из табл. 4.4, поз. 8.
- 2). Источник выбирают по СНБ 8.03.101-2000 (сб. 1).

Разработка грунта бульдозером с перемещением грунта приведена в следующих расценках:

- Е 1-24-1 – бульдозером мощностью 59 кВт (80 л.с.) при перемещении до 10 м грунта 1-й гр.;
- Е 1-24-2 – грунта 2-й гр.;
- Е 1-24-3 – грунта 3-й гр.;
- Е 1-24-4 – грунта 4-й гр.;
- Е 1-24-5 – бульдозером 79 кВт (108 л.с.) при перемещении до 10 м грунта 1-й гр.;
- Е 1-24-6 – грунта 2-й гр.;
- Е 1-24-7 – грунта 3-й гр.;
- Е 1-24-8 – грунта 4-й гр.;
- Е 1-24-9 – бульдозером 59 кВт (80 л.с.) (добавлять расценку на каждые последующие 10 м грунта 1-й гр.);
- Е 1-24-10 – грунта 2-й гр.;
- Е 1-24-11 – грунта 3-й гр.;
- Е 1-24-12 – грунта 4-й гр.;
- Е 1-24-13 – бульдозером 79 кВт (108 л.с.) (добавлять расценку на каждые последующие 10 м грунта 1-й гр.);
- Е 1-24-14 – грунта 2-й гр.;

Е 1-24-15 – грунта 3-й гр.;

Е 1-24-16 – грунта 4-й гр.;

Аналогичным образом выбирают нормы для более мощных бульдозеров:

Е 1-25-1...Е 1-25-4 – мощностью 96 кВт (130 л.с.);

Е 1-25-5...Е 1-25-8 – мощностью 121 кВт (165 л.с.);

Е 1-25-9...Е 1-25-12 – добавлять расценку на каждые 10 м для бульдозера мощностью 96 кВт (130 л.с.);

Е 1-25-13...Е 1-25-16 – добавлять расценку на каждые 10 м для бульдозера мощностью 121 кВт (165 л.с.).

3). Норму времени рассчитывают путем сложения нормы для бульдозера при перемещении на 10 м и произведения добавленной нормы на каждые последующие 10 м на количество метров. Определение требуемых машино-часов производят путем умножения объема работ на суммарную норму времени.

2. Уплотнение грунта прицепными катками на пневмоходу массой 25 т за 8 проходов по одному следу при толщине уплотняемого слоя 30 см с разравниванием и поливкой водой ведут в следующей последовательности:

1). Объем выполненных работ определяют путем деления объема, выполненного бульдозерами, на коэффициент относительного уплотнения 1,1 и на пропорцию грунта, поливаемого водой и не поливаемого, равную 2.

2). Источник определения норм по уплотнению грунта прицепными катками на пневмоходу 25 т выбирают следующим образом:

Е 1-130-1 – на первый проход по одному следу при толщине слоя 25 см;

Е 1-130-2 – при толщине слоя 30 см;

Е 1-130-3 – при толщине слоя 40 см;

Е 1-130-4 – при толщине слоя 45 см;

Е 1-130-5 – при толщине слоя 50 см;

Е 1-130-6 – при толщине слоя 60 см;

Е 1-130-7 – на каждый последующий проход при толщине слоя 25 см;

Е 1-130-8 – 30 см;

Е 1-130-9 – 40 см;

Е 1-130-10 – 45 см;

Е 1-130-11 – 50 см;

Е 1-130-12 – 60 см.

3). Источник определения норм на поливку водой уплотняемого грунта насыпей принимают: Е 1-135-1 (при этой операции необходимо учитывать нормы времени для рабочих-строителей (в чел.-ч) и поливомоечной машины 6000 л (в маш.-ч).

4). Поскольку каток является прицепным, нормы времени проставляются в табл. 4.7 как для катка, так и для трактора, который буксирует его.

5). Норму времени определяют путем сложения нормы на первый проход при соответствующей толщине слоя и произведения дополнительных проходов на норму каждого последующего прохода.

6). Требуемое количество человеко-часов и машино-часов определяют путем умножения нормы времени на объем.

7). Уплотнение грунта тем же катком, но без поливки водой, рассчитывают аналогичным образом, учитывая, что в этой операции рабочие-строители не участвуют.

3. В графе «Итого» складывают требуемые человеко-часы и машино-часы.

4. Рассчитывают количество смен для выполнения всех работ. Согласно табл. 1.5, общее количество рабочих смен в году составляет 327. Из этого количества необходимо вычесть: количество смен, необходимых для выполнения подготовительных работ (20); количество смен на устройство дорожной одежды равное: протяженность дороги / скорость потока = $20\ 000 : 150 = 134$; количество смен, необходимых для выполнения укрепительных работ; количество смен на устройство присыпных обочин (принимают ориентировочно 23 смены):

$$327 - 20 - 134 - 23 = 150 \text{ смен.}$$

Полученное количество смен принимают за 100 % и делят его по количеству процентов, относящихся к каждому виду работ (табл. 4.5).

Таблица 4.5

Определение количества смен

Вид работ	Объем работ, м ³	Процент каждого вида работ, %	Количество рабочих смен в году	Количество смен по ведущей машине	Принимаемое количество смен	Кол-во ведущих машин
Бульдозерные	1797	6	8	33	10	4
Скреперные	3591	11	17	33	10	4
Экскаваторные	20744	61	92	66	22	3
Выторфовывание экскаватором:	8550	20	30	17	6	
1 м ³						4
0,65 м ³						4
0,5 м ³						3
Грейдерные	1150	2	3		1	1
Всего	35777	100	150		-	-

Количество смен можно определить двумя способами:

1) по пропорции, для чего складывают все объемы земляных работ, выполненные бульдозером, скрепером, экскаватором; данные берут из табл. 4.4;

2) по производительности ведущей машины, т. к. при выполнении бульдозерных работ ведущей машиной является бульдозер.

Вначале рассчитывают производительность бульдозера:

$$П_6 = \frac{1000}{H_{вр}} \cdot T = \frac{1000 \cdot 8}{145,52} = 54,98 \text{ м}^3/\text{смену}, \quad (4.7)$$

где T – продолжительность смены (8 ч).

Затем определяют количество смен для выполнения всего объема работ одним бульдозером:

$$N_{\text{смен}} = \frac{V}{П_6} \cdot T = \frac{1797}{54,98} = 32,7 \approx 33 \text{ смены}. \quad (4.8)$$

Таким образом, необходимое количество смен:

по пропорции – 8;

по производительности – 33.

Учитывая, что работать будет несколько бульдозеров, для повышения интенсивности работ принимают количество смен равным 10.

5. Количество машин, работающих на возведении земляного полотна, определяют из выражения

$$N_{\text{маш}} = \frac{\text{Треб. маш. - ч (чел. - ч)}}{N_{\text{смен}} \cdot T} = \frac{297,02}{10 \cdot 8} = 3,7 \approx 4 \text{ бульдозера}. \quad (4.9)$$

6. Разработку грунта прицепным скрепером (табл. 4.7) рассчитывают по источникам:

Е 1-22-1 – скрепером с ковшем вместимостью 3 м^3 при перемещении до 100 м грунта 1-й гр.;

Е 1-22-2 – грунта 2-й гр.;

Е 1-22-3 – с ковшем $4,5 \text{ м}^3$ при перемещении до 100 м грунта 1-й гр.;

Е 1-22-4 – грунта 2-й гр.;

Е 1-22-5 – 7 м^3 грунта 1-й гр.;

Е 1-22-6 – грунта 2-й гр.;

Е 1-22-7 – 8 м^3 грунта 1-й гр.;

Е 1-22-8 – грунта 2-й гр.;

Е 1-22-9 – 10 м^3 грунта 1-й гр.;

Е 1-22-10 – грунта 2-й гр.;

Е 1-22-11 – 15 м^3 грунта 1-й гр.;

Е 1-22-12 – грунта 2-й гр.;

Е 1-22-13 – добавлять на каждые последующие 10 м для скрепера 3 м^3 при перемещении грунта 1-й гр.;

Е 1-22-14 – грунта 2-й гр.;

Е 1-22-15...Е 1-22-24 – добавлять для скрепера вышеизложенной вместимости и группы грунта.

7. Объемы, выполненные скрепером, с перевозкой грунта на соответствующее расстояние, выбирают из табл. 4.4.

8. Нормы времени в чел.-ч и маш.-ч рассчитывают аналогично нормам для бульдозера.

9. Учитывают также бульдозерные работы, выполняемые вместе со скреперами.

10. Количество смен для работы скрепера по ведущей машине рассчитывают аналогичным образом:

$$П_c = \frac{1000}{72,42} \cdot 8 = 110,47 \text{ м}^3/\text{смену};$$

$$N_{\text{смен}} = \frac{3591}{110,47} = 33 \text{ смены.}$$

11. Количество рабочих-строителей и машин рассчитывают по формуле (4.9).

12. Объем выполненных работ при разработке грунта экскаватором (табл. 4.8) с погрузкой в автомобили-самосвалы берут из табл. 4.4 (без объема недобора).

13. Норму времени принимают по источникам:

Е 1-17-1 – экскаваторами с ковшом вместимостью 1 м³, при перемещении грунта 1-й гр.;

Е 1-17-2 – грунта 2-й гр.;

Е 1-17-3 – грунта 3-й гр.;

Е 1-17-4 – грунта 4-й гр.;

Е 1-17-5 – грунта 5-й гр.;

Е 1-17-6 – грунта 6-й гр.;

Е 1-17-7 – экскаваторами с ковшом вместимостью 0,65 м³ при перемещении грунта 1-й гр.;

Е 1-17-8 – грунта 2-й гр.;

Е 1-17-9 – грунта 3-й гр.;

Е 1-17-10 – грунта 4-й гр.;

Е 1-17-11 – грунта 5-й гр.;

Е 1-17-12 – грунта 6-й гр.;

Е 1-17-13 – экскаваторами с ковшом вместимостью 0,5 м³ при перемещении грунта 1-й гр.;

Е 1-17-14 – грунта 2-й гр.;

Е 1-17-15 – грунта 3-й гр.;

Е 1-17-16 – грунта 4-й гр.;

Е 1-17-17 – грунта 5-й гр.;

Е 1-17-18 – грунта 6-й гр.

14. Требуемое количество человеко-часов и машино-часов определяют путем умножения объема работ на норму времени в чел.-ч или маш.-ч.

15. Проводят расчет требуемых машино-часов для экскаваторных работ, в которых участвует бульдозер.

16. Нормы времени при работе на отвале принимают по следующим расценкам:

Е 1-20-1 – работа на отвале, грунт 1-й гр.;

Е 1-20-2 – грунт 2-й...3-й гр.;

Е 1-20-3 – грунт 4-й гр.;

Е 1-20-4 – грунт 5-й...6-й гр.

Следует учитывать, что при работе на отвале задействованы рабочие-строители, поэтому норма времени проставляется как для рабочей силы, так и для бульдозера.

17. Уплотнение грунта прицепными катками на пневмоходу массой 25 т при 8 проходах по одному следу при толщине слоя 30 см с разравниванием, с поливкой водой и без поливки рассчитывается аналогично работам, выполненным при бульдозерных и скреперных работах.

18. После расчета итоговых показателей рассчитывают количество смен, за которые будут выполнены экскаваторные работы.

По пропорции объем экскаваторных работ соответствует 92 сменам (табл. 4.5).

По производительности

$$П_э = \frac{1000 \cdot 8}{25,5} = 113,73 \text{ м}^3/\text{смену};$$

$$N_{\text{смен}} = \frac{20744}{113,73} = 66 \text{ смен.}$$

Количество смен работы экскаваторов принимают 22.

19. Рассчитывают количество экскаваторов по формуле (4.9). В данном случае количество экскаваторов равно 3.

20. Определяют необходимое количество автомобилей-самосвалов по формулам (4.10) и (4.11). Если на один экскаватор необходимо 4 автомобиля-самосвала, то общее количество автомобилей будет равно:

$$N_{\text{авт}} = 4 \cdot 3 = 12.$$

Проставляют полученную цифру в строку 2 табл. 4.8.

21. При выторфовывании (табл. 4.9) выполняют следующие работы:

1) разработка торфа на болотах 1-го типа экскаватором в отвал;

2) засыпка траншеи грунтом;

3) предварительная планировка грунта.

Объем разработки торфа принимают по табл. 4.4, поз. 18.

22. Источник норм для расчета нормы времени берут по следующим расценкам:

Е 1-12-1 – разработка грунта 1-й гр. в отвал экскаваторами «драглайн» или «обратная лопата» с ковшом вместимостью 1 м^3 ;

Е 1-12-2 – грунта 2-й гр.;

Е 1-12-3 – грунта 3-й гр.;

Е 1-12-4 – грунта 4-й гр.;

Е 1-12-5 – грунта 5-й гр.;

Е 1-12-6 – грунта 6-й гр.;

Е 1-12-7 – ковшом вместимостью $0,65 \text{ м}^3$ грунта 1-й гр.;

Е 1-12-8 – грунта 2-й гр.;

Е 1-12-9 – грунта 3-й гр.;

Е 1-12-10 – грунта 4-й гр.;

Е 1-12-11 – грунта 5-й гр.;

Е 1-12-12 – грунта 6-й гр.;

Е 1-12-13 – ковшом вместимостью $0,5 \text{ м}^3$ грунта 1-й гр.;

Е 1-12-14 – грунта 2-й гр.;

Е 1-12-15 – грунта 3-й гр.;

Е 1-12-16 – грунта 4-й гр.;

Е 1-12-17 – грунта 5-й гр.;

Е 1-12-18 – грунта 6-й гр.

Грунт растительного слоя без корней кустарника и деревьев (торф) относится при работе одноковшовых экскаваторов к грунтам 1-й группы (табл. 1 СНБ 8.03.101-2000). Поэтому независимо от того, какой группы грунт дан в задании, расценки для выторфовывания берут для грунтов 1-й группы.

23. Норму времени в чел.-ч и маш.-ч берут для двух экскаваторов с вместимостью ковша $0,65$ и $0,5 \text{ м}^3$, работающих на выторфовывании.

24. На засыпке траншеи грунтом применяют экскаватор с вместимостью ковша 1 м^3 . Нормы расхода берут для грунта, который дан в задании.

25. Для предварительной планировки грунта принимают размеры удаленного торфа, равные размеру насыпи понизу, умноженному на расстояние выторфовывания, в соответствии с заданием:

$$17,5 \cdot 200 = 3500 \text{ м}^2 = 3,5 \text{ тыс. м}^2.$$

26. Источник норм выбирают следующим образом:

Е 1-30-1 – при планировке площадей бульдозерами мощностью 59 кВт ;

Е 1-30-2 – мощностью 79 кВт ;

Е 1-30-3 – мощностью до 132 кВт ;

Е 1-30-4 – мощностью 243 кВт .

27. Количество смен ведущей машины рассчитывают по формулам (4.7), (4.8):

$$\Pi_3 = \frac{1000 \cdot 8}{15,49} = 516,5 \text{ м}^3;$$

$$N_{\text{смен}} = \frac{8550}{516,5} = 16,5 \text{ смен.}$$

Количество смен на выторфовывании принимают равным 6.

28. Объем работ, выполняемый при срезке недобора грунта 1-й группы, принимают из табл. 4.4, поз. 19.

29. Источник выбирают тот же, который брали в экскаваторных работах: п. 13, т. е. Е 1-17-1...Е 1-17-18.

30. Количество смен ведущей машины рассчитывают по формулам (4.7), (4.8):

$$\Pi_3 = \frac{1000 \cdot 8}{39,27} = 203,7 \text{ м}^3;$$

$$N_{\text{смен}} = \frac{113}{203,7} = 0,55 \text{ смен.}$$

Количество смен на выторфовывании принимают равным 1.

31. Для определения планировки верха и откосов земляного полотна (табл. 4.9) берут соответствующие цифры из графика табл. 4.3 (п. 36, 37):

$$S_{\text{планир}} = 31740 + 6320 = 38060 \text{ м}^2 = 38,06 \text{ тыс. м}^2.$$

32. Источник норм выбирают для планировки дна и откосов выемки, гребня и откосов насыпи прицепными грейдерами:

Е 1-87-1 – средними грейдерами – дна и откосов выемки, грунт 1-й гр.;

Е 1-87-2 – грунт 2-й гр.;

Е 1-87-3 – средними грейдерами – гребня и откосов насыпи, грунт 1...3-й гр.;

Е 1-87-4 – тяжелыми грейдерами – дна и откосов выемки, грунт 1-й гр.;

Е 1-87-5 – грунт 2-й гр.;

Е 1-87-6 – тяжелыми грейдерами – гребня и откосов насыпи, грунт 1...3-й гр.

33. Для устройства присыпных обочин применяют следующие виды работ:

1) разработка грунта экскаватором с погрузкой в автомобили;

2) разравнивание грунта;

3) уплотнение грунта самоходными катками на пневмошинах.

Объем грунта, необходимый для отсыпки присыпной обочины, выписывают из графика распределения земляных масс (итоговая сумма строки 7).

34. Источник норм: Е 1-17-1...Е 1-17-18.

35. Количество автомобилей определяют из расчета 4 автомобилей на 1 экскаватор:

$$7 \cdot 4 = 28 \text{ автомобилей-самосвалов.}$$

36. Для разравнивания грунта применяют источник норм для планировки площадей, откосов и полотна выемок и насыпей:

Е 1-145-1 – планировки площадей механизированным способом, грунт 1-й гр.;

Е 1-145-2 – грунт 2-й гр.;

Е 1-145-3 – грунт 3-й гр.;

Е 1-145-8 – планировки механизированным способом выемок откосов и полотна, грунт 1-й гр.;

Е 1-145-9 – грунт 2-й гр.;

Е 1-145-10 – грунт 3-й гр.;

Е 1-145-11 – планировки механизированным способом насыпей откосов и полотна, грунт 1-й гр.;

Е 1-145-12 – грунт 2-й гр.;

Е 1-145-13 – грунт 3-й гр.

37. Для разравнивания грунта применяют нормы на 1000 м^2 . Определяют площадь разравнивания, для чего используют:

1) объем присыпной обочины – 2735 м^3 (график распределения земляных масс, п.7);

2) толщину дорожной одежды до слоя песка – $0,29 \text{ м}$ (см. задание).

Определяют объем грунта, необходимый на отсыпку 1 п.м. присыпной обочины с одной стороны:

$$V_{\text{по}}^1 = \frac{2735}{2000 \cdot 2} = 0,68 \text{ м}^3.$$

Определяют ширину присыпной обочины с одной стороны длиной в 1 м:

$$L_{\text{по}}^1 = \frac{0,68}{0,29} = 2,35 \text{ м.}$$

Определяют площадь присыпной обочины на всем участке дороги:

$$F_{\text{по}} = 2,35 \cdot 2 \cdot 2000 = 9,4 \text{ тыс. м}^2.$$

38. Поливку водой грунта производят с учетом норм Е 1-135-1.

39. Объем для уплотнения грунта рассчитывают с учетом коэффициента относительного уплотнения.

4.4. Комплектование машино-дорожных отрядов

Машины и рабочих, занятых на работах по сооружению земляного полотна, сводят в группы, отряды, бригады, представляющие собой производственные единицы, выполняющие вполне законченный технологический процесс, в котором взаимно увязаны: разработка грунта в выемках и резервах, перемещение этого грунта в насыпь, отвал, укладка, разравнивание и уплотнение грунта.

Исходя из этого признака, производят комплектование машино-дорожных отрядов (табл. 4.10). Для выполнения линейных и сосредоточенных работ комплектуют, как правило, отдельные отряды. Основанием для комплектования отрядов служит производительность ведущей машины, которую определяют как частное от деления объемов работ на потребное количество машино-смен. Количество ведущих машин рассчитывают делением потребности в машино-часах на число смен работы машин в заданный период.

Отдельно комплектуют отряд по засыпке болота песчаным грунтом после его выторфовывания. При комплектовании машино-дорожных отрядов необходимо дополнительно учитывать рабочих, занятых управлением машинами и механизмами. Количество рабочих определяют в зависимости от вида машин и механизмов согласно СНБ.

Количество автосамосвалов, потребное для обеспечения работы экскаватора, определяют по формуле

$$N = \frac{\Pi_э}{\Pi_a}, \quad (4.10)$$

где $\Pi_э$ – производительность экскаватора, м³/смену;

Π_a – производительность автосамосвала, т/смену,

$$\Pi_a = \frac{K_{\Pi} V T Q K_{\Gamma} K_{\text{В}}}{(L_{\text{пг}} + t V K_{\Pi}) \rho_{\text{ср}}}, \quad (4.11)$$

где T – продолжительность смены, $T = 8$ ч;

Q – грузоподъемность машины;

K_{Γ} – коэффициент использования грузоподъемности, $K_{\Gamma} = 1,0$;

$K_{\text{В}}$ – коэффициент использования рабочего времени, $K_{\text{В}} = 0,87$;

V – скорость движения автомобиля, км/ч;

K_{Π} – коэффициент использования пробега, $K_{\Pi} = 0,5$;

$L_{\text{пг}}$ – расстояние пробега;

t – продолжительность простоя автомобиля под погрузкой за одну езду, ч (табл. 4.6),

$$t = 12 + 3 = 15 \text{ мин} = 0,25 \text{ ч};$$

$\rho_{\text{ср}}$ – плотность грунта в рыхлом сложении (насыпная).

Таблица 4.6

Нормы простоя автомобиля-самосвала под погрузкой-разгрузкой сыпучих материалов (песок, щебень, гравий, грунт и т. д.)

Грузоподъемность автомобиля, т	Продолжительность погрузки, мин			Продолжи- тельность раз- грузки, мин
	экскаватор с ковшом объемом		из бункера	
	до 1 м ³	от 1 до 2 м ³		
1,5...2,25	2	-	1,5	1...2
2,25...4,5	2...4	2...3	3	1,5...2,5
4,5...7,0	5...7	3...4	4	2...3
7,0...10,0	10...12	3...5	6	3...6

$$P_a = \frac{0,5 \cdot 25 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(2 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5) \cdot 1,5} = 99,43 \text{ м}^3/\text{смену};$$

$$P_э = \frac{1000}{H_{\text{вр}}} \cdot T = \frac{1000}{25,5} \cdot 8 = 313,73 \text{ м}^3/\text{смену};$$

$$N = \frac{313,73}{99,43} = 3,16 \approx 4 \text{ автомобиля на 1 экскаватор.}$$

Расчет ресурсов по возве
(бульдозерные и

№ пп	Наименование производственных процессов	Объем работ		Источник	Рабочая сила			Машины и механизмы		
		Ед. изм.	Кол-во		Норма време- ни, чел.-ч	Треб. чел.-ч	Треб. чел.-ч	Бульдозер 79 кВт (108 л.с.)		
								Норма време- ни, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
С использованием ведущей машины-бульдозера 79 кВт (108 л.с.)										
1	Устройство насыпей из грунта 1-й...2-й гр. буль- дозером 79 кВт (108 л.с.) с перемещением на 50 м									
2	То же до 100 м	1000 м ³	1,797	Е 1-24-6 Е 1-24-14				17,0+ (14,28·9) 145,52	261,5	
3	Уплотнение грунта при- цепными катками на пневмоходу массой 25 т за 8 проходов по одно- му следу при h = 30 см с разравниванием и по- ливкой водой	1000 м ³	$\frac{1,797}{1,1 \cdot 2} = 0,82$	Е 1-130-2 Е 1-130-8 Е 1-135-1	20,74	17,0		21,66	17,76	
4	То же без поливки водой	1000 м ³	0,82	Е 1-130-2 Е 1-130-8				21,66	17,76	
5	Итого					17,0	0,21(1)		297,02	3,7(4)
Работа выполняется за 10 смен										
С использованием ведущей машины-скрепера (10 м ³)										
6	Разработка и перемеше- ние грунта 1-й...2-й гр. прицепным скрепером емкостью ковша 10 (8) м ³ до 200 м	1000 м ³	0,527	Е 1-22-10 Е 1-22-22	4,83+ (0,27х х10)= =7,53	3,97		2,41	1,27	
7	То же до 300 м	1000 м ³	0,973	Е 1-22-10 Е 1-22-22		10,23	9,96	2,41	2,35	
8	То же до 400 м	1000 м ³	0,511	Е 1-22-10 Е 1-22-22		12,93	6,61	2,41	1,23	
9	То же до 500 м	1000 м ³	0,631	Е 1-22-10 Е 1-22-22		15,63	9,87	2,41	1,52	
10	То же до 600 м	1000 м ³	0,949	Е 1-22-10 Е 1-22-22		18,33	17,4	2,41	2,29	
11	Уплотнение грунта при- цепными катками на пневмоходу массой 25 т при 8 проходах по одно- му следу при h = 30 см с разравниванием и по- ливкой водой	1000 м ³	$\frac{3,591}{1,1 \cdot 2} = 1,63$	Е 1-130-2 Е 1-130-8 Е 1-135-1	20,74	33,8		21,66	35,3	
12	То же без поливки водой	1000 м ³	1,63	Е 1-130-2 Е 1-130-8				21,66	35,3	
13	Итого					81,61	1,02(1)		79,26	0,99(1)
Работа выполняется за 10 смен										

дению земляного полотна
скреперные работы)

№ пп	Машины и механизмы											
	Поливомоечная машина 6000 л			Каток (108 л.с.)			Трактор (108 л.с.)			Скрепер прицепной (10 м ³)		
	Норма вре- мени, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Норма вре- мени, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Норма вре- мени, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Норма вре- мени, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
С использованием ведущей машины-бульдозера 79 кВт (108 л.с.)												
1												
2												
3	20,74	17,0		2,13+ +(7х х2,13)= =17,04	17,04х х0,82= =14,0		17,04	14,0				
4				17,04	14,0		17,04	14,0				
5		17,0	0,21(1)		28,0	0,35(1)		28,0	0,35(1)			
Работа выполняется за 10 смен												
С использованием ведущей машины-скрепера (10 м ³)												
6							20,06+ +1,09х х10)= =30,96	30,96х х0,527= =16,32		30,96	16,32	
7							41,86	40,73		41,86	70,79	
8							72,42	37,0		72,42	116,02	
9							87,72	55,35		87,72	97,81	
10							103,02	97,75		103,02	175,34	
11	20,74	33,8		17,04	27,78		17,04	27,78				
12				17,04	27,78		17,04	27,78				
13		33,8	0,42(1)		55,56	0,69(1)		302,71	3,78(4)		247,15	3,1(4)
Работа выполняется за 10 смен												

Расчет ресурсов по возве
(экскаватор)

№ пп	Наименование производственных процессов	Объем работ		Источник	Рабочая сила			Машины и механизмы		
		Ед. изм.	Кол-во		Норма време- ни, чел.-ч	Треб. чел.-ч	Треб. чел.-ч	Бульдозер 79 кВт (108 л.с.)		
								Норма време- ни, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
С использованием ведущей машины-экскаватора (1 м ³)										
1	Разработка грунта 1-й...2-й группы экска- ватором с емкостью ков- ша 1 м ³ с погрузкой в автомобили-самосвалы	1000 м ³	20,63	Е 1-17-2	11,73	241,99		8,5	175,36	
2	Транспортировка грунта автомобилями-самосва- лами грузоподъемно- стью 7 т на расстояние 1 км 2 км 3 км 4 км	1000 м ³	20,63							
3	Работа на отвале при до- ставке грунта автотранс- портными средствами	1000 м ³	20,63	Е 1-20-2	5,64	116,36		6,14	125,67	
4	Уплотнение грунта при- цепными катками на пневмоходу массой 25 т при 8 проходах по одно- му следу при толщине слоя 30 см с разравнива- нием и поливкой водой	1000 м ³	$\frac{20,63}{1,1 \cdot 2} = 9,38$	Е 1-130-2 Е 1-130-8 Е 1-135-1	20,74	194,54		21,66	203,17	
5	То же без поливки водой	1000 м ³	9,38	Е 1-130-2 Е 1-130-8				21,66	203,17	
6	Итого					552,89	3,14(4)		707,37	4,02(4)
Работы выполняются за 22 смены										

дению земляного полотна
ные работы)

№ пп	Машины и механизмы												
	Поливомоечная машина (6000 л)			Каток (108 л.с.)			Трактор (108 л.с.)			Экскаватор (1 м ³)			Авто-самосвал
	Норма времени, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Норма времени, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Норма времени, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Норма времени, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
С использованием ведущей машины-экскаватора (1 м ³)													
1										25,5	526,1		
2													12
3													
4	20,74	20,74x x9,36= =194,54		2,13+ (2,13x x7)= =17,04	17,04x x9,36= =159,84		17,04	159,5					
5													
6		194,54	1,1(1)		159,84	0,91(1)		159,84	0,91(1)		526,1	2,98(3)	12
Работы выполняются за 22 смены													

Расчет ресурсов по возве
(работы по выторфовы

№ пп	Наименование производст- венных процессов	Объем работ		Исто- чник норм	Рабочая сила			Требуемые ресурсы									
		Ед. изм.	Кол-во		Норма вре- мени, чел.-ч	Треб. чел.-ч	Треб. чел.-ч	Бульдозер (108 л.с.)			Экскаватор (1 м ³)			Экскаватор (0,65 м ³)			
								Норма вре- мени, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Норма вре- мени, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Норма вре- мени, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Выторфовывание в отвал с засыпкой																	
1	Разработка торфа на болотах I-го типа экскаватором 0,65 м ³ в отвал	1000 м ³	8,55	Е 1-12-2 Е 1-12-7 Е 1-12-13	11,95+ +15,49= =27,44	234,6									26,01	222,4	
2	Засыпка траншеи грунтом	1000 м ³	8,55	Е 1-12-2	9,93	84,9						21,59	184,6				
3	Предварительная планировка грунта	1000 м ²	17,5х х200= =3,5	Е 1-30-2				0,39	1,4								
4	Итого					319,5	6,7(7)		1,4	0,03(1)		184,6	3,9(4)		222,4	4,7(5)	
Работа выполняется за 6 смен																	
5	Срезка недобора грунта 1-й группы	1000 м ³	0,113	Е 1-17-13	18,02	1,98											
6	Итого					1,98	0,25(1)										
Работа выполняется за 1 смену																	
7	Планировка верха и откосов земляного полотна	1000 м ²	38,06 (п.36, 37)	Е 1-87-6													
8	Итого																
Работа выполняется за 1 смену																	
9	Устройство присыпных обочин: разработка грунта 1-й...2-й гр. экскаватором вместимостью ковша 0,65 м ³ с погрузкой в автосамосвалы	1000 м ³	(п. 7) 2,735	Е 1-17-8	16,73	45,93											
	Разравнивание грунта	1000 м ³	9,4 (расч.)	Е 1-145-12	47,43	445,9											
	Поливка водой	1000 м ³	2,735														
	Уплотнение грунта самоходными катками на пневмошинах	1000 м ³	$\frac{2,735}{1,1}$ =2,49	Е 1-135-1 Е 2-1-31	20,74	56,93											
	Итого					548,73	34,3(35)										
Работа выполняется за 2 смены																	

дению земляного полотна
ванию и планировке)

№ п/п	Требуемые ресурсы																					
	Экскаватор (0,5 м³)			Трактор (108 л.с.)			Грейдер прицепной			Авто- моби- ли	Экскаватор (0,65 м³)			Автогрейдер средний (99 кВт)			Поливомоечная машина			Самоход. пнев- мокаток (16 т)		
	Норма вре- мени, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Норма вре- мени, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Норма вре- мени, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Норма вре- мени, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Норма вре- мени, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Норма вре- мени, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч	Норма вре- мени, маш.-ч	Треб. маш.-ч	Треб. маш.-ч
1	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Выторфовывание в отвал с засыпкой																						
1	15,49	104,56																				
2																						
3																						
4		104,56	2,2(3)																			
Работа выполняется за 6 смен																						
5	39,27	39,27х х0,113= =4,43																				
6		4,43	0,55(1)																			
Работа выполняется за 1 смену																						
7				0,41	15,6		0,41	15,6														
8				15,6	195(2)		15,6	195(2)														
Работа выполняется за 1 смену																						
9										28	36,38	99,49										
														2,45	23,03							
																20,74	56,73					
																				3,36	8,36	
10										28		99,49	6,22(7)		23,0	1,4(2)		56,73	3,6(4)		8,36	0,53(1)
Работа выполняется за 2 смены																						

Комплектование машино-дорожных отрядов

Наименование	Количество машин	Обслуживающий персонал		
		Профессия	Разряд, категория	Кол-во
Состав бульдозерного звена				
Бульдозер (108 л.с.)	4	машинист	V	4
Поливомоечная машина	1	водитель	I	1
Каток	1			прицепной
Трактор 108 л.с.	1	тракторист	IV	1
Рабочая сила (на уплотнении с поливкой)		дор. рабочий	III	1
Итого	7			7
Состав скреперного звена				
Скрепер прицепной 10 м ³	4	машинист	V	4
Бульдозер (108 л.с.)	1	машинист	V	1
Поливомоечная машина	1	водитель	I	1
Каток	1			прицепной
Трактор (108 л.с.)	4	тракторист	IV	4
Рабочая сила		дор. рабочий	III	1
Итого	11			11
Состав экскаваторного звена				
Экскаватор (1 м ³)	3	машинист	V	3
Бульдозер (108 л.с.)	4	машинист	V	4
Поливомоечная машина	1	водитель	I	1
Каток	1			прицепной
Трактор (108 л.с.)	1	тракторист	IV	1
Автосамосвал	12	водитель	I	12
Рабочая сила		дор. рабочий	III	4
Итого	22			25
Состав звена по выторфовыванию				
Бульдозер (108 л.с.)	1	машинист	V	1
Экскаватор (1 м ³)	4	машинист	V	4
Экскаватор (0,65 м ³)	5	машинист	V	5
Экскаватор (0,5 м ³)	3	машинист	V	3
Рабочая сила		дор. рабочий	III	7
Итого	13			20

4.5. Возведение насыпей и разработка выемок скомплектованными машино-дорожными отрядами

Возведение насыпей без послойного уплотнения грунтов (катками, трамбовками и др.) допускается в особых случаях: на болотах (ниже поверхности болота); в водоемах (подводная часть); методом гидронамыва.

Отсыпка грунта в насыпь производится, как правило, от краев к середине слоями на всю ширину полотна, включая откосные части. В целях уплотнения грунта в краевых частях, прилегающих к откосу, ширина может быть больше проектного очертания насыпи на 0,3...0,5 м с каждой стороны. Непосредственно перед началом работ по укреплению откосов излишний грунт снимают при их планировке и перемещают для досыпки обочин.

Каждый слой разравнивают с учетом продольного уклона поверхности насыпи. В поперечном сечении поверхность слоя планируется под односкатный или двускатный профиль с уклоном к бровке 20...40 %. Поверхность каждого слоя должна быть выровнена так, чтобы после уплотнения на ней не было углублений или возвышений более 50 мм.

Одноковшовые экскаваторы применяют при производстве сосредоточенных земляных работ и отсыпке насыпей из сосредоточенных резервов или карьеров. Экскаваторы на гусеничном ходу используют на сосредоточенных работах, когда не требуются частые перебазировки, при слабых основаниях.

Экскаваторы на пневмоколесном ходу целесообразно применять при грунтах с достаточной несущей способностью на рассредоточенных работах.

Основные объемы работ выполняют экскаваторами с оборудованием прямая лопата. Драглайн применяют при необходимости разработки грунтов, расположенных ниже уровня стоянки экскаватора, когда работа с подошвой забоя затруднена из-за наличия грунтовых вод. Обратную лопату применяют при разработке траншей и котлованов под фундаменты.

Разработку выемки или карьера экскаватором прямая лопата производят:

- 1) боковым забоем, когда транспортные средства размещают сбоку экскаватора в одном или разных уровнях с ним;
- 2) лобовым забоем, когда экскаватор разрабатывает траншею, а грунт выгружают в транспортные средства, размещенные сзади экскаватора на дне этой траншеи в одном с ним уровне.

Глубокие выемки и крупные сосредоточенные резервы разрабатывают продольными проходами экскаватора, располагая пути движения транспортных средств параллельно направлению проходок. Эти пути могут быть расположены как с одной стороны экскаватора, так и с обеих сторон, в одном или в разных уровнях с подошвой забоя.

Выемки разрабатывают экскаватором с недобором, не достигая проектных отметок на 0,2 м, для того, чтобы не было нарушено состояние грунтов откосов и естественного основания будущей дорожной одежды. Очертания выемки доводят до проектных в процессе планировочных работ бульдозерами или автогрейдером. Схема разработки выемки продольными проходами экскаватора представлена на рис. 4.1.

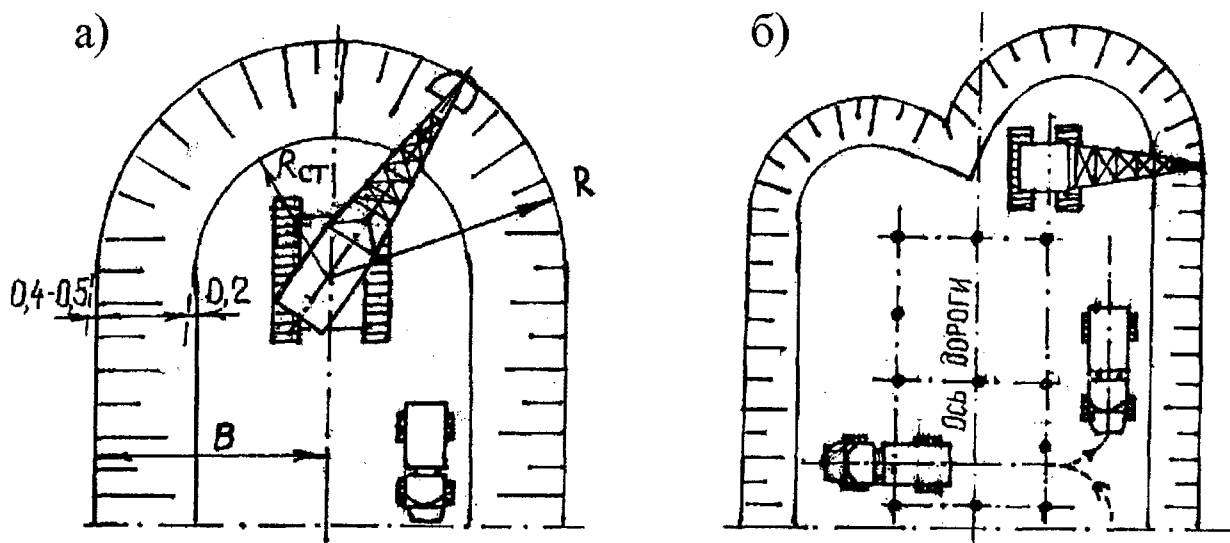


Рис. 4.1. Схема разработки выемки экскаватором:
а – лобовым забоем; б – уширенным забоем

Разработка боковым забоем предпочтительней, так как обеспечивает лучшие условия для подъезда и погрузки транспортных средств. Размеры забоев определяют по рабочим размерам применяемых моделей экскаваторов. Наибольшее расстояние от оси B экскаватора до бокового откоса забоя следует принимать на 0,5 меньше наибольшего радиуса резания R , чтобы не оставалось недоработанного грунта.

Наибольшее расстояние b от оси экскаватора до подошвы забоя принимают на 0,2 м меньше радиуса резания $R_{ст}$ на уровне стоянки экскаватора. Рекомендуемые размеры забоев при работе экскаватора с прямой лопатой с погрузкой грунта в транспортные средства приведены в табл. 4.11.

Таблица 4.11

Рекомендуемые размеры забоев

Показатели	Размеры забоя, м, при объеме ковша экскаватора, м ³				
	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 его стенки, м	3	4	4,5	5	5
Ширина подошвы забоя от оси пути экскаватора до погрузки грунта, м	2	2,8/2,5	3	3,6/2,5	3,6/2,5
Предельная высота верхней кромки борта кузова транспортного средства над уровнем подошвы забоя, м	3	4,5	5,5	5,5	5
Наибольшая высота резания, м	4,8-6	6,5	6,5-8	8-9	9-9,5

1	2	3	4	5	6
Наименьшая высота забоя, обеспечивающая наполнение ковша с "шапкой", при грунтах:					
легких (I и II групп)	1,5	1,5	2,5	3	3
средних (III группы)	2,5	2,5	4,5	4,5	4,5
тяжелых (IV группы)	3	3,5	5,5	6	6
Наименьшая допустимая высота забоя, м, в разных грунтах:					
легких (I и II групп)	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9
средних (III группы)	1,0	1,0	1,0	1,15	1,3
тяжелых (IV группы)	1,5	1,5-2,1	1,8-2,5	1,8-2,5	2-2,5

Примечание.

1. Ширина подошвы забоя приведена для случая, когда погрузочный путь расположен на уровне или выше уровня подошвы забоя.

2. В сыпучих грунтах высота забоя может быть увеличена сверх наибольшей высоты резания на 1,5-2 м. Наибольшую допустимую высоту забоя в связных и плотных грунтах принимают равной наибольшей высоте резания экскаватора данного типа.

В качестве автотранспортных средств для перемещения грунта из сосредоточенного резерва или карьера в насыпь применяют автомобили-самосвалы.

Движение транспортных средств, занятых на перемещении грунта, следует регулировать по всей ширине отсыпаемого слоя насыпи, чтобы не образовывать колеи и обеспечивать более равномерное уплотнение слоя. Предварительная планировка слоя обязательна.

При высоте насыпей более 1,5 м и расстоянии продольного перемещения грунта более чем 100 м эффективнее применять для землеройно-транспортных работ скреперы. Для разработки выемок также можно использовать скреперы. При разработке грунта из боковых резервов с перемещением его в насыпь применяют схемы движения скреперов по зигзагу, по восьмерке, по эллипсу, по спирали (рис. 4.2).

Самой рациональной является зигзагообразная схема, работы по которой ведут при длине участка 200-300 м и более. При разработке грунта из односторонних резервов и небольшой длине участка (около 100 м) рекомендуется эллиптическая схема, а при разработке из двусторонних резервов – спиральная схема движения скрепера. Работы следует выполнять одновременно на двух захватках: на одной – отсыпка насыпи, на другой – разравнивание и уплотнение грунта.

Бульдозеры в качестве основной машины используются при сооружении земляного полотна из выемки в насыпь и из боковых резервов в насыпь высотой до 1...1,5 м. Рабочий цикл бульдозера при возведении земляного полотна состоит из зарезания грунта, его перемещения, укладки и обратного холостого хода в резерв. При зарезании и наборе грунта его стружка может иметь клиновидную, гребенчатую (при разработке тяжелого грунта) и ленточную форму (при разработке легких грунтов и снятии растительного слоя).

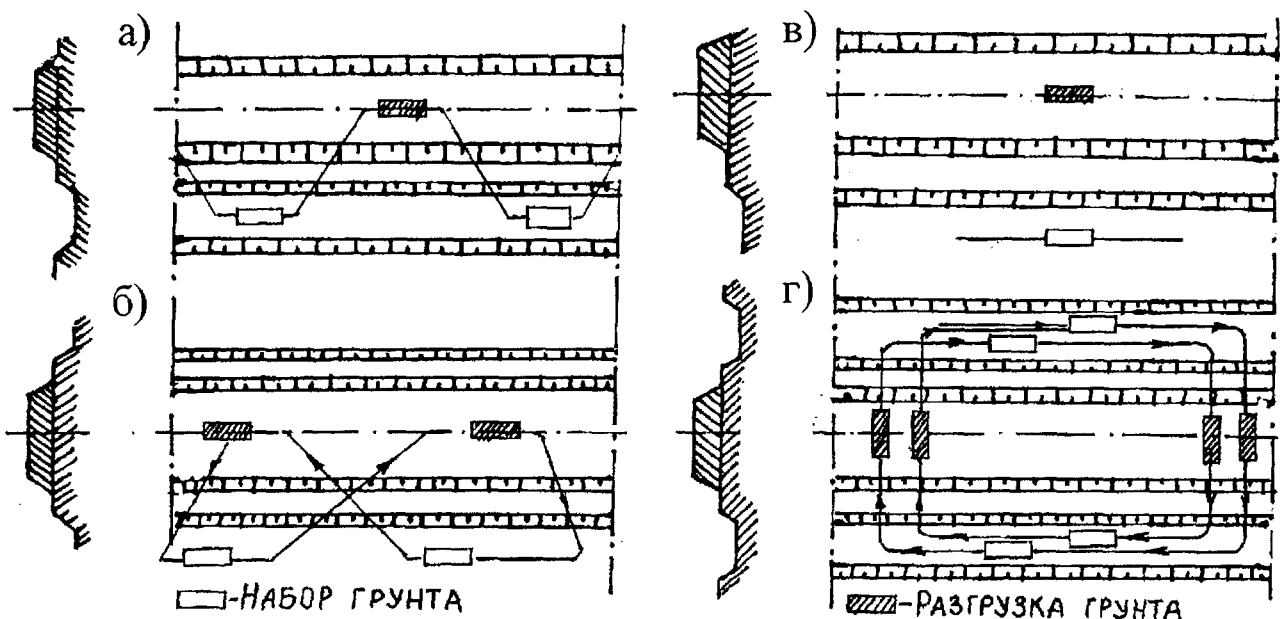


Рис. 4.2. Схемы движения скреперов при разработке грунта из притрассовых карьеров:
 а – по зигзагу; б – по восьмерке; в – по эллипсу; г – по спирали

Автогрейдеры предназначены, главным образом, для работ по разравниванию и профилированию грунта. Их применяют для отсыпки насыпей при строительстве автомобильных дорог низких категорий при небольших объемах работ (высоте насыпи до 0,8 м).

Технологический процесс выполнения работ автогрейдером состоит из ряда последовательных операций:

- 1) резания грунта;
- 2) поперечного его перемещения;
- 3) послойного разравнивания.

Количество проходов автогрейдера для перемещения грунта составляет около 75% от общего требуемого количества проходов для возведения насыпи. Общее количество проходов автогрейдеров (с отвалом 3,5-3,6 м при мощности двигателя 70-100 л.с.) составляет 360-400 на 1 км при насыпях высотой 0,75-0,8 м.

4.6. Возведение земляного полотна на болоте

В соответствии со СНиП 2.05.02-85, различают три типа болот:

1) заполненные болотными грунтами, прочность которых в природном состоянии обеспечивает возможность возведения насыпи высотой до 3 м без возникновения процесса бокового выдавливания слабого грунта;

2) содержащие в пределах болотной толщи хотя бы один слой, который может выдавливаться при некоторой интенсивности возведения насыпи высотой до 3 м, но не выдавливается при меньшей интенсивности;

3) содержащие в пределах болотной толщи хотя бы один слой, который при возведении насыпи высотой до 3 м выдавливается независимо от интенсивности возведения насыпи.

Способ возведения земляного полотна на болотах зависит от конструкции насыпи, типа болота, свойств болотных грунтов, капитальности дорожных сооружений, экономических факторов.

На болотах 1-го типа насыпь погружают на минеральное дно (при глубине болота до 4 м) или отжимают болотные грунты весом насыпи (рис. 4.3).

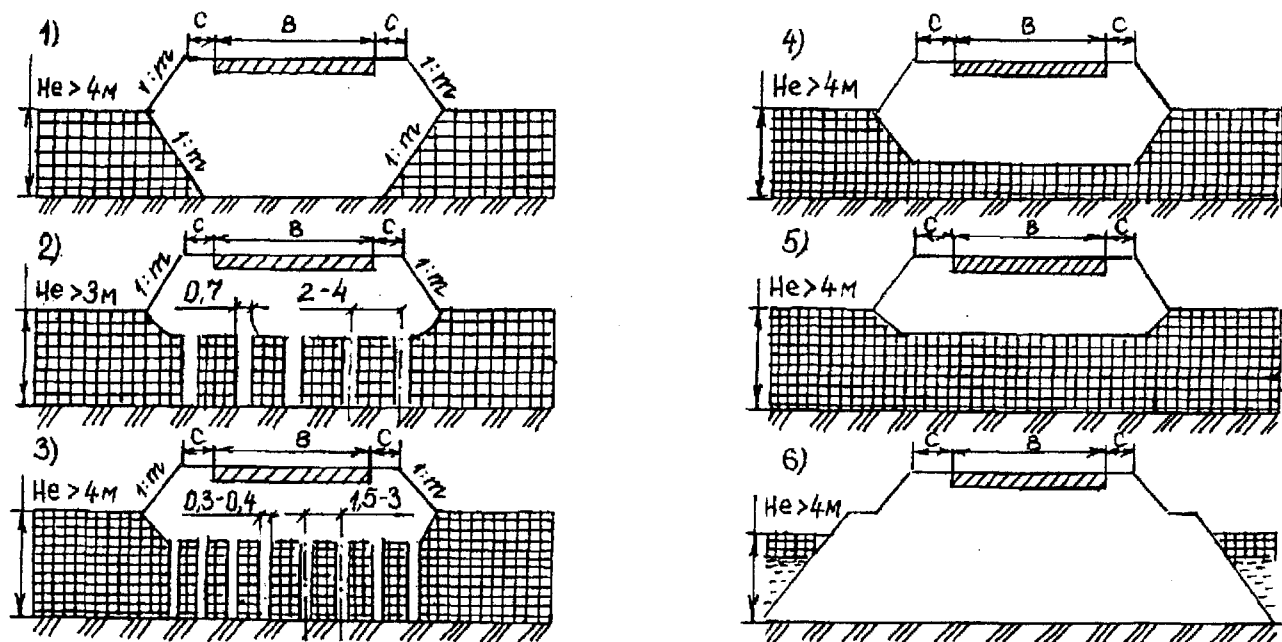


Рис. 4.3. Конструкции поперечного профиля земляного полотна на болотах:

- 1 – насыпь на болотах 1-го типа с полным выторфовыванием; 2 – насыпь на болотах 1-го типа с продольными прорезями; 3 – насыпь на болотах 1-го типа с вертикальными дренажами; 4 – насыпь на болотах 1-го и 2-го типов с частичным выторфовыванием; 5 – насыпь на болотах 1-го и 2-го типов без выторфовывания; 6 – насыпь на болотах 2-го и 3-го типов с погружением на минеральное дно

На болотах 2-го типа с сакропелями насыпь возводят с отсыпкой грунта на поверхность болота или с посадкой на минеральное дно.

На болотах 3-го типа (со сплавиной) насыпи возводят, в основном, с погружением на минеральное дно вместе со сплавиной. Торфяную сплавию удаляют с полным или частичным выторфовыванием.

Возможно применение полного выторфовывания. Для удаления торфа используются бульдозеры и экскаваторы. При неглубоких болотах выторфовывание ведется путем послойной отборки торфа к оси дороги. Отвалы торфа при работе экскаватора располагают по краям кромки выработки. Отсыпку насыпи на выработанном и подготовленном участке производят при послойной укладке и уплотнении грунта. Для отсыпки нижней части насыпи на болотах допус-

каются только дренирующие грунты. Толщина дренирующего слоя должна быть на 0,5 м больше глубины выторфовывания и осадки основания.

Выторфовывание экскаватором производится с оборудованием драглайн. При этом могут использоваться два способа разработки:

- 1) перемещение экскаватора по насыпи (схема возведения «с головы»);
- 2) перемещение экскаватора по поверхности болота.

Схема возведения насыпи с «головой» представлена на рис. 4.4.

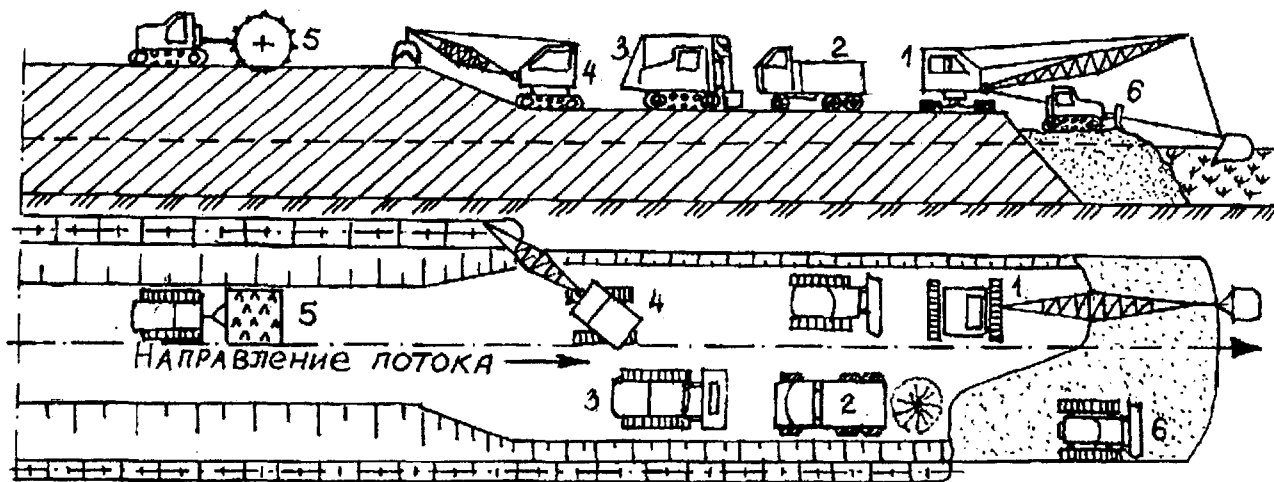


Рис. 4.4. Схема возведения насыпи «с головы»:

1 – экскаватор, оборудованный ковшом драглайн на выторфовывании; 2 – автомобили, самосвалы и другие транспортные средства на вывозке торфа и подвозке грунта; 3 – трамбуемая машина на тракторе для уплотнения нижних слоев насыпи; 4 – экскаватор с оборудованием грейфера на прокопке торфопримных каналов; 5 – кулачковый каток; 6 – бульдозер на перемещении и разравнивании перевезенного грунта при возведении насыпи

4.7. Уплотнение грунта

Уплотнение грунтов, из которых сооружается земляное полотно, является важным технологическим процессом, в результате которого достигаются расчетная прочность, устойчивость и стабильность дорожной конструкции.

Земляное полотно уплотняют для того, чтобы превратить насыпной грунт в плотный и прочный слой с заданными расчетными параметрами. Недостаточно уплотненный грунт с течением времени дает неравномерную осадку, из-за чего на поверхности покрытия возникают неровности, и оно разрушается. Тщательное уплотнение грунта повышает его прочность и водостойчивость.

Для уплотнения связных грунтов целесообразно применять катки на пневматических шинах, кулачковые и решетчатые прицепные катки; для уплотнения несвязных грунтов – вибрационные и виброударные машины, катки на пневматических шинах.

В процессе предварительного уплотнения более легкими катками следует выполнять до 30...40 % от общего количества проходов.

Наибольшая плотность грунта может быть достигнута при применении катков, обеспечивающих максимальное допустимое по условиям прочности данного грунта контактное давление на поверхность слоя. Требуемая плотность может быть достигнута при влажности, отличающейся от оптимальной не более, чем указано в табл. 4.12.

Таблица 4.12

Допустимая влажность грунтов при уплотнении

Грунты	Допустимая влажность в долях от оптимальной при требуемом коэффициенте уплотнения			
	> 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

При влажности менее допустимой несвязные и малосвязные грунты рекомендуется увлажнять в отсыпанном слое незадолго перед уплотнением. Связные грунты, в которых перераспределение влаги идет медленнее, рекомендуется увлажнять на месте разработки (в карьере, резерве) после их разрыхления. При поливке на месте верхний увлажняемый слой до уплотнения следует перемешать вспахиванием или глубоким боронованием.

При интенсивных кратковременных дождях, приводящих к переувлажнению грунтов, отсыпку и уплотнение связных грунтов следует прекращать до их просыхания. В этом случае принимают меры к ускорению просушивания грунтов (рыхление, перевалка грейдерами, бульдозерами и т.п.).

В настоящее время наиболее производительный и экономичный способ уплотнения земляного полотна – укатка самоходными или прицепными катками на пневмоколесном ходу.

Слой рыхлого грунта рекомендуется уплотнять в две стадии:

1) вначале сделать прикатку легким катком массой от 6 до 12 т для избежания сдвигов и образования волн грунта перед рабочими органами уплотняющей машины (предварительная прикатка не требуется, когда слой грунта отсыпается с регулированием движения транспортных и землеройно-транспортных машин, которые уплотняют грунт до 0,9 от максимальной плотности);

2) выполнить основное уплотнение более тяжелыми катками массой 25 т и более.

Первый и последний проходы по полосе укатки следует производить на малой скорости передвижения катка (2...2,5 км/ч); промежуточные проходы – на большой скорости (8...12 км/ч).

При укатке верхних слоев насыпи высотой более 1,5 м прицепными катками на пневмоколесном ходу первый и второй проходы следует выполнять на расстоянии 2 м от бровки насыпи, а затем, смещая ходы на 1/3 ширины катка в сторону бровки, уплотнять края насыпи. После этого укатку продолжают круговыми проходами от края к середине насыпи (рис. 4.5).

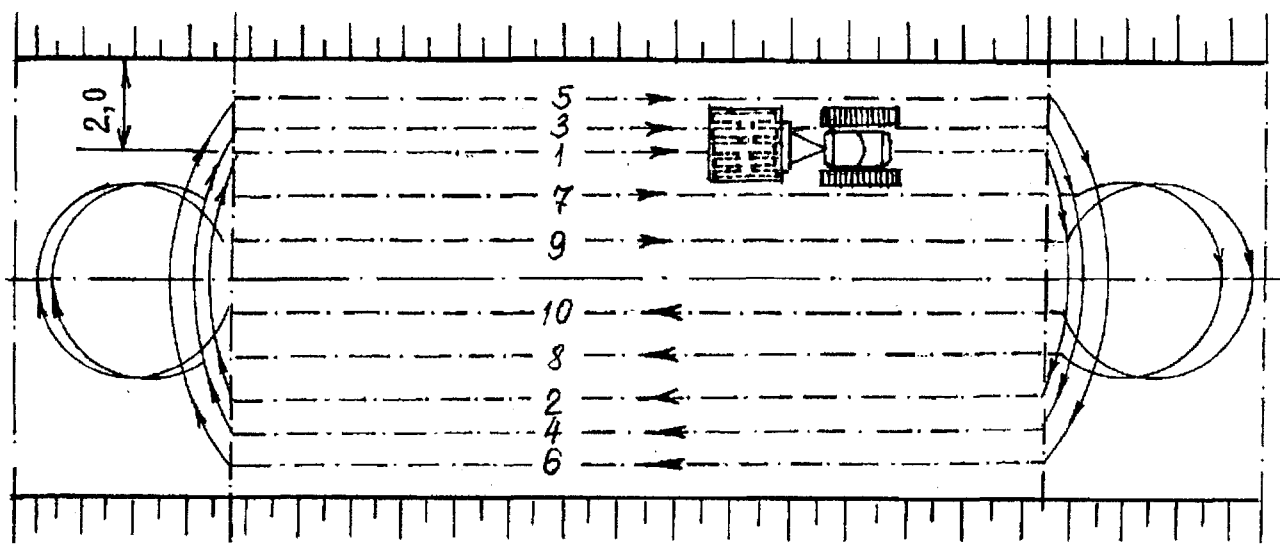


Рис. 4.5. Схема работы прицепного катка на пневматических шинах

Приближение рабочих органов уплотняющих машин к бровке насыпи ближе 0,3 м не допускается из условий безопасности при любых методах уплотнения.

Для работы прицепных катков целесообразные размеры захватки должны быть не менее 200 м по всей ширине насыпи.

Оценкой результата укатки служит требуемая плотность земляного полотна:

$$\rho_{\text{тр}} = k \rho_{\text{мах}}, \quad (4.12)$$

где $\rho_{\text{тр}}$ – требуемая плотность грунтов;

k – коэффициент требуемого уплотнения грунта (табл. 4.13);

$\rho_{\text{мах}}$ – максимальная плотность грунта.

Значения минимального коэффициента
уплотнения грунта

Виды земляного полотна	Часть земляного полотна	Глубина расположе- ния слоя от поверхности покрытия, м	Значение коэффициента уплотнения во II дорожно-климатической зоне	
			усовершенствованные капитальные покрытия	усовершенствованные облегченные и пере- ходные покрытия
Насыпи	Верхняя	до 1,5	1,00; 0,98	0,98; 0,95
	Нижняя неподтоп- ляемая	1,5-6,0	0,95	0,95
	— " —	более 6,0	0,98	0,95
	Нижняя подтопляемая	1,5-6,0	0,98; 0,95	0,95
	— " —	более 6,0	0,98	0,95
Выемки и естествен- ные основа- ния низких насыпей	В слое сезонного промерзания	до 1,2	1,00; 0,98	0,98; 0,95
	Ниже слоя сезонного промерзания	до 1,2	0,95	0,95; 0,92

Значения ориентировочной толщины хорошо уплотненного слоя грунта (в плотном теле) различными машинами приведены в табл. 4.14.

Таблица 4.14

Значения толщины уплотненного 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
Полуприцепной каток на пневмошинах	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

Контроль качества уплотнения земляного полотна осуществляется следующим образом.

Плотность и влажность грунта определяют по ГОСТ 5180-84. Для текущего контроля допускается использовать ускоренные и полевые экспресс-методы и приборы.

Однородность грунта контролируется визуально. При измерении однородности грунта его тип, вид и разновидность определяют по СТБ 943-93.

Для операционного контроля рекомендуется применять ускоренные методы, обеспечивающие немедленное получение результатов для регулирования технологии. Применяются следующие средства измерения:

- 1) гамма-плотномеры;
- 2) плотномеры пенетрационные статического или динамического действия;
- 3) штампы;
- 4) приспособления для измерения осадки под колесами автомобиля.

Определение плотности пылевато-глинистого и песчаного грунтов проводят на образцах, отобранных на грунтах естественного залегания кольцами-пробоотборниками (табл. 4.15).

Таблица 4.15

Параметры режущего кольца-пробоотборника

Наименование грунта	Размеры кольца-пробоотборника			
	толщина стенки, мм	внутренний диаметр, мм	высота	угол заточки наруж- ного края
Пылевато-глинистый	1,5...2,0	≥ 50	$0,8 d \geq h \geq 0,3 d$	не более 30°
Песчаный	2,0...4,0	≥ 70	$d \geq h \geq 0,3 d$	не более 30°

Степень уплотнения крупнообломочных грунтов измеряют следующим образом:

1. По коэффициенту уплотнения: отношением плотности сухого грунта, определяемого методом лунок, к максимальной плотности при стандартном уплотнении в цилиндре, диаметр которого должен быть не менее 300 мм (метод целесообразен для грунтов с включениями обломков не крупнее 60...65 мм).

2. Методом пробного динамического нагружения через жесткий штамп диаметром 40...50 см путем сравнения полученной при 20-кратном нагружении ударами интенсивностью 0,50...1,05 кПа ($0,5 \text{ кг/см}^2$) (груз массой 35...45 кг падает с высоты 0,9...1,0 м) остаточной осадки штампа с допустимой, находящейся в пределах 0,4...0,6 % от его диаметра (для грунтов с максимальным размером крупных обломков до 100...120 мм).

3. Методом пробного нагружения поверхности уплотненной насыпи грузовым автомобилем со спаренными шинами с нагрузкой на ось не менее 10 т или тяжелым гладковальцовым катком массой не менее 10 т. При этом насыпь считается уплотненной до требуемой плотности, если осадка ее поверхности не пре-

вышает 3 мм при проходе автомобиля и 5 мм при проходе гладковальцового катка. Метод можно применять, когда грунт включает обломки размером более 100...120 мм, а также при отсыпке насыпи из крупнообломочных грунтов.

4.8. Укрепительные и отделочные работы

После окончания основных работ по возведению насыпи или выемки производят планировку, а затем укрепление поверхности земляного полотна.

Планировка необходима для выравнивания верхней части земляного полотна и откосов в соответствии с проектными отметками, обеспечения требуемой ровности и создания необходимых условий для стока воды.

Планировку откосов насыпей производят после планировки поверхности земляного полотна; в выемках, наоборот, вначале планируют откосы, а потом – дно выемки. Для удобства выполнения работ насыпи отсыпают с запасом грунта на откосах 5-10 см, а откосы выемок не добирают на 10-15 см.

Отделка откосов – заключительная технологическая операция при возведении земляного полотна, включающая планировку откосов автогрейдерами или откосоотделочными машинами.

Основными машинами для осуществления планировочных работ являются автогрейдеры с дополнительным навесным оборудованием – удлинителями и уширителями отвала, специальными откосниками, прикрепленными к отвалу при помощи болтов.

Автогрейдерами планируют верхнюю часть земляного полотна, резервы, откосы насыпей высотой до 2 м и выемки глубиной до 2 м.

Для планирования откосов насыпей и выемок применяют также навесные откосопланировщики на гусеничные тракторы и бульдозеры. Ими можно планировать откосы насыпей и выемок до 4 м.

Откосы выемок глубиной до 6 м планируют планировочными ковшами, монтируемыми на стрелах экскаваторов, а откосы насыпей и выемок высотой до 15 м – экскаваторами-драглайнами.

После планировки поверхности земляного полотна необходимо укрепить откосы для защиты их от размыва водой или воздействия других факторов.

Для укрепления откосов насыпей и выемок применяются методы, которые можно классифицировать следующим образом:

- 1) биологическая защита откосов и конусов;
- 2) применение сборных решетчатых конструкций;
- 3) устройство бетонных, железобетонных и асфальтобетонных конструкций;
- 4) сооружение монолитных конструкций.

Укрепительные работы выполняются на обочинах и откосах. Укрепление обочин и откосов – способ обеспечения их устойчивости от размыва и оползания путем уплотнения, укрепления гравием, щебнем, асфальтобетонной смесью, укрепленным грунтом, засевом травами, одерновкой, мощением, укладкой бетонных плиток и т.д.

Наиболее распространенным и экономичным способом является создание дернового покрова с помощью посева семян многолетних трав. Засев трав и одерновка выполняются весной и осенью. Укрепление откосов с созданием дернового покрова может осуществляться двумя способами:

- 1) механизированным посевом трав по слою растительного грунта;
- 2) гидропосевом трав для создания растительного слоя на откосах.

Присыпные обочины устраивают в процессе или после постройки покрытия проезжей части, поэтому устройство обочин в технологическом процессе относится к отделочным работам. Кроме того, к ним относятся такие работы, как ликвидация всех временных съездов, устранение возникших повреждений водоотвода в резервах, у труб, нагорных канав и в других местах, срезка, подчистка и отделка откосов и обочин.

5. КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Одним из элементов проекта организации строительства является *линейный календарный график*, показывающий очередность и сроки строительства, который включает количество, направление и скорость комплексных потоков, сроки выполнения подготовительных и сосредоточенных работ.

Календарный график должен обеспечивать оптимальную организацию строительства, что требует точной согласованности всех работ с учетом их особенностей. Одной из основных задач, решаемых организацией строительства, является максимальное увеличение сменности использования машин, поэтому дорожно-строительные работы необходимо проводить в две смены.

Одной из важных особенностей линейных календарных графиков является детализация поточного производства, начиная от изображения комплексного потока одной линией, до нанесения нескольких линий, каждая из которых отражает работу вплоть до бригад и звеньев.

Линейные графики строят, принимая по горизонтали километры дороги, по вертикали – время, выраженное в сменах, на весь период строительства. Под графиком показывают спрямленный в линию план дороги с расположением всех сооружений, ниже – объемы всех работ на каждом километре, еще ниже – номера и состав отрядов и звеньев, участвующих в работе.

На календарном графике линии работ по всем сооружениям наносят по срокам предполагаемого их строительства. Строительство нелинейных объектов (труб, мостов, подпорных стен) изображают в виде вертикальных линий против мест их расположения на плане дороги, располагая их по срокам, принимаемым по типовым или индивидуальным проектам. Линии работ нелинейных сооружений наносят по срокам работ бригад и звеньев, выполняющих эти работы.

Линейные земляные работы выполняют тремя специализированными отрядами – бульдозерным, скреперным и экскаваторным.

Календарный график представляет собой комплексный график, имеющий информационную составляющую и графическое изображение видов работ. График состоит из двух частей: нижней, содержащей информационные характеристики видов работ, и верхней, в которой нижеобозначенные виды работ представлены графически.

Информационная часть графика включает:

- 1) протяженность дороги с разбивкой по пикетам;
- 2) план трассы;
- 3) подготовительные работы;
- 4) строительство железобетонных труб;
- 5) бульдозерные работы;
- 6) скреперные работы;
- 7) экскаваторные работы;
- 8) выторфовывание болота с засыпкой грунтом;
- 9) устройство присыпных обочин;
- 10) отделочные работы.

Заполнение плана трассы производится в соответствии с заданием к разделу «Земляное полотно». Данные берутся из табл. 2.1.

Подготовительные работы характеризуются следующими видами работ:

- 1) валкой леса;
- 2) очисткой от кустарника;
- 3) снятием растительного слоя.

Данные для заполнения берутся из ведомости объемов подготовительных работ (табл. 2.2).

Для строительства железобетонных труб количество труб, их месторасположение, диаметр отверстия и длину принимают согласно исходным данным подраздела 3.1.2. Согласно проведенным расчетам потребности в материально-технических ресурсах при строительстве железобетонных труб, все работы должны быть выполнены в течение вычисленных отрядо-смен (табл. 3.7), – например, за 21 смену. Это число смен разбивается пропорционально количеству труб с учетом их длины (например: 10 смен – на две трубы, по 5 смен на каждую, и 11 смен – также на две трубы, по 5,5 смен на каждую).

Для бульдозерных работ объемы и места проведения работ принимают согласно графику распределения земляных масс (табл. 4.3). Количество смен, необходимых для выполнения данных работ, принимают из расчета ресурсов по возведению земляного полотна с использованием в качестве ведущей машины бульдозера (табл. 4.7, 10 смен). Разбивку смен производят пропорционально объемам, выполненным бульдозерами на каждом пикете (табл. 4.3).

Для экскаваторных работ объемы рассчитывают на каждом километре с учетом возведения насыпи из сосредоточенных резервов без объема присыпных обочин, которые учитываются отдельно.

В табл. 5.1 представлен линейный календарный график возведения земляного полотна.

Линейный календарный график возведения земляного полотна

Пикеты	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Лес	Лес средней крупности																						
План трассы																							
Подготовительные работы	Валка леса – 2,88 га; очистка от кустарника – 1,28 га; снятие растительного слоя – 1,03 га																						
Строительство ж/б труб	Две круглые трубы Ø = 1,0 м, длиной 14 м / 10 смен; две трубы Ø 1,0 м, длиной 16 м / 11 смен																						
Бульдозерные работы, м³/смену																1255 7						542 3	
Скреперные работы, м³/смену														1580 4,5	1484 4	394 1						133 0,5	
Эксплуатационные работы, м³/смену	1380	1479	1453	1600	1650	1661	1577	1455	1572	1221	1320	1449	23	28	26	26	28	28	23	28	26	Σ2857	11
Выгорфовывание, м³/смену					Σ15048	см.					4275	4275											
Засыпка грунтом, м³/смену											3	3											
Присыпные обочины, м³/смену	Σ 1400 / 1 смену																						
Отделочные работы, м²/смену	Σ 19030 / 0,5 смены																						
	Σ 1335 / 1 смену																						
	Σ 19030 / 0,5 смены																						

Пример (по табл. 4.3). Для первого километра объем насыпи, устраиваемой из сосредоточенного резерва, – 15048 м³. Для второго километра:

$$\text{ПК } 10\dots 11 = 1320 \text{ м}^3;$$

$$\text{ПК } 11\dots 12 = 1576 - 152 + 25 = 1449 \text{ м}^3;$$

$$\text{ПК } 12\dots 13 = 23 \text{ м}^3 \text{ (из недобора);}$$

$$\text{ПК } 13\dots 14 = 28 \text{ м}^3;$$

$$\text{ПК } 14\dots 15 = 26 \text{ м}^3;$$

$$\text{ПК } 19\dots 20 = 11 \text{ м}^3.$$

Итого: по второму километру объем равен 2857 м³.

Всего на двух километрах: 15048 + 2857 = 17905 м³.

Согласно табл. 4.5, объем работ для расчета экскаваторных работ взят с учетом присыпных обочин: 20,74 тыс. м³ – и должен быть выполнен за 22 смены. Однако в табл. 4.9 отдельной строкой просчитаны присыпные обочины, которые должны быть устроены за 2 смены. Следовательно, количество смен, необходимых для выполнения экскаваторных работ (17905 м³), составляет:

$$22 - 2 = 20 \text{ смен.}$$

По выторфовыванию объемы работ принимают из табл. 4.3. Количество смен берут из табл. 4.9.

Для присыпных обочин объем работ принимают по каждому километру (строка 7 табл. 4.3). Количество смен выписывают из табл. 4.9.

По отделочным работам объем принимают по табл. 4.3 (сумма строк 37 и 38), а количество смен берут из табл. 4.9.

Построение графика выполняется в следующей последовательности:

1) проводят линию, соответствующую количеству смен, за которые выполняются подготовительные работы (например: 20 смен, стр. 28);

2) обозначают сосредоточенные работы по строительству железобетонных труб (первые две – за 10 смен, вторые две – за 11 смен, всего – за 21 смену) (табл. 3.7);

3) бульдозерное звено в примере выполняет незначительный объем и задействовано только на ПК 14...15 и ПК 19...20; бульдозерные работы выполняются за 10 смен и начинаются сразу после укладки железобетонных труб и частичной отсыпки насыпи; на работах задействовано 4 бульдозера;

4) скреперные работы начинают сразу после укладки труб и частичной отсыпки насыпи; скреперное звено занято на пикетах ПК 12...15 и ПК 19...20 (согласно графику распределения земляных масс табл. 4.3); работы выполняются скреперным звеном из 4 скреперов (10 м³) и 1 бульдозера;

5) проводят линию, характеризующую экскаваторные работы, которые составляют наибольшую часть всех земляных работ: например, если на первом километре экскаваторные работы выполняются за 17 смен, экскаваторное звено (табл. 4.8) будет состоять из 3 экскаваторов (1 м³), 4 бульдозеров и 12 автосамосвалов; на втором километре экскаваторное звено задействовано на пикетах ПК 10...15 и ПК 19...20; эти работы выполняются за 3 смены;

6) производят выторфовывание с засыпкой траншеи грунтом; для выполнения этих работ принимают решение об их начале после отсыпки насыпи до границы болота, чтобы обеспечить вывозку торфа и доставку грунта; выторфовывание выполняют за 6 смен; на выполнении этих работ задействованы (табл. 4.8): 4 экскаватора (1 м^3); 4 экскаватора ($0,65 \text{ м}^3$); 3 экскаватора ($0,5 \text{ м}^3$); 1 бульдозер;

7) после замены грунта на болоте производят отсыпку насыпи, поэтому экскаваторные работы возобновляют через 6 смен, в течение которых автосамосвалы заняты на вывозке торфа и подвозке грунта для засыпки, а экскаваторы находятся на профилактическом ремонте;

8) сразу после окончания отсыпки насыпи (скрепером) выполняют отделочные работы, после проведения которых объект готов для сооружения дорожной одежды.

6. СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

6.1. Конструкция дорожной одежды

Дорожная одежда – многослойная конструкция, предназначенная для перераспределения давления на грунт от действия транспортной нагрузки и обеспечивающая повышение сроков службы и транспортно-эксплуатационных показателей автомобильной дороги. С учетом того, что напряжения убывают по толщине дорожной одежды, с технической и экономической точки зрения прочность материала дорожной одежды должна снижаться по мере удаления от поверхности дорожного полотна.

В конструкции дорожной одежды различают следующие слои:

- 1) покрытие;
- 2) основание;
- 3) дополнительный (подстилающий) слой.

Каждая из составляющих может, в свою очередь, состоять из одного или нескольких слоев различных материалов. Дорожные одежды устраивают на всю ширину проезжей части (с присыпными обочинами) или в случае дорог низких категорий – на всю ширину земляного полотна (серповидный профиль).

Дорожные одежды подразделяются на жесткие и нежесткие.

Жесткая дорожная одежда работает как плита конечных размеров на упругом основании при свободном, шарнирном или ином способе соединения плит. Жесткие дорожные одежды могут быть:

- 1) с цементобетонным покрытием;
- 2) с асфальтобетонным покрытием на основании из цементобетона с устройством деформационными швами.

Нежесткая дорожная одежда работает как слоистая система бесконечных в плане размеров со сплошным покрытием на упругом основании. К нежестким относят дорожные одежды:

1) с покрытием из смеси каменных материалов с органическими вяжущими веществами (асфальтобетон);

2) с покрытиями, в которых вяжущее вещество представляет комплексный материал, состоящий из органических и минеральных веществ (битумные эмульсии, цемент);

3) с покрытиями из каменных материалов (щебня, гравия, песка, шлаков).

Дорожное основание – несущая часть дорожной одежды, совместно с покрытием обеспечивающая распределение и передачу нагрузок на грунт земляного полотна. Основание может состоять из двух слоев:

1) верхнего, сооружаемого из более прочных материалов (обычно укрепленных вяжущими);

2) нижнего, к материалам которого предъявляют менее жесткие требования в отношении прочности.

В состав основания в ряде случаев включают дополнительный слой основания.

Дополнительный слой основания (подстилающий) – нижний конструктивный слой дорожной одежды, выполняющий функции передачи нагрузок на земляное полотно, а также функции морозозащитные и дренирующие. Обычно его устраивают из песков и песчано-гравийных смесей с коэффициентом фильтрации не менее 1 м/сут. Если земляное полотно представлено песчаными грунтами, подстилающий слой не устраивают.

Дорожное покрытие – верхний, наиболее прочный слой дорожной одежды, воспринимающий непосредственное воздействие нагрузки, атмосферных факторов и определяющий основные транспортно-эксплуатационные качества дороги. Покрытие может быть одно-, двух- и трехслойное. В дорожном покрытии помимо основного слоя, определяющего его эксплуатационные качества, часто предусматривают защитный слой, увеличивающий шероховатость и водопроницаемость покрытия.

6.2. Справочный материал для расчета потребности в строительных материалах

Конструкции дорожных одежд принимаются в зависимости от категории дороги и типа покрытия по альбому «Типовые строительные конструкции, изделия и узлы. Серия 3.503-71. Дорожные одежды автомобильных дорог общего пользования. Материалы для проектирования». Расчет объемов работ ведется в соответствии с рекомендациями данного альбома. Характерные поперечные профили нежестких дорожных одежд для автомобильных дорог II, III и IV категорий представлены на рис. 6.1, 6.2, 6.3.

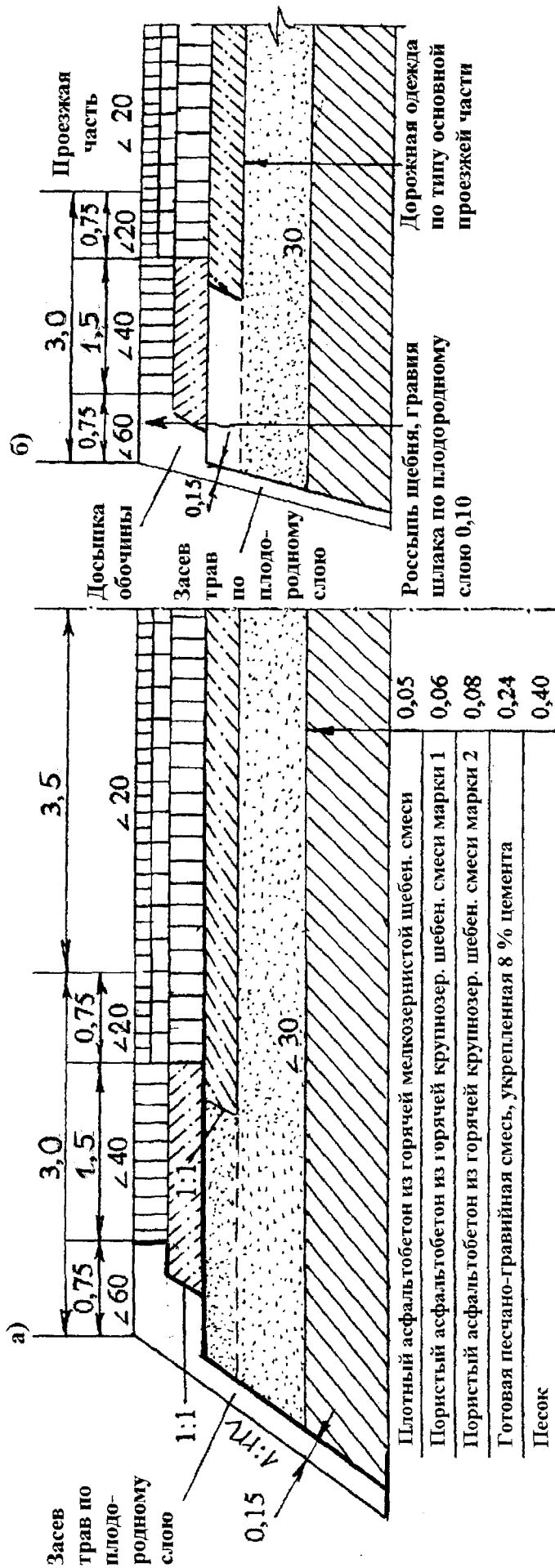


Рис. 6.1. Поперечный профиль нежесткой дорожной одежды автомобильной дороги II технической категории:
 а – характерный поперечный профиль; б – укрепление обочин

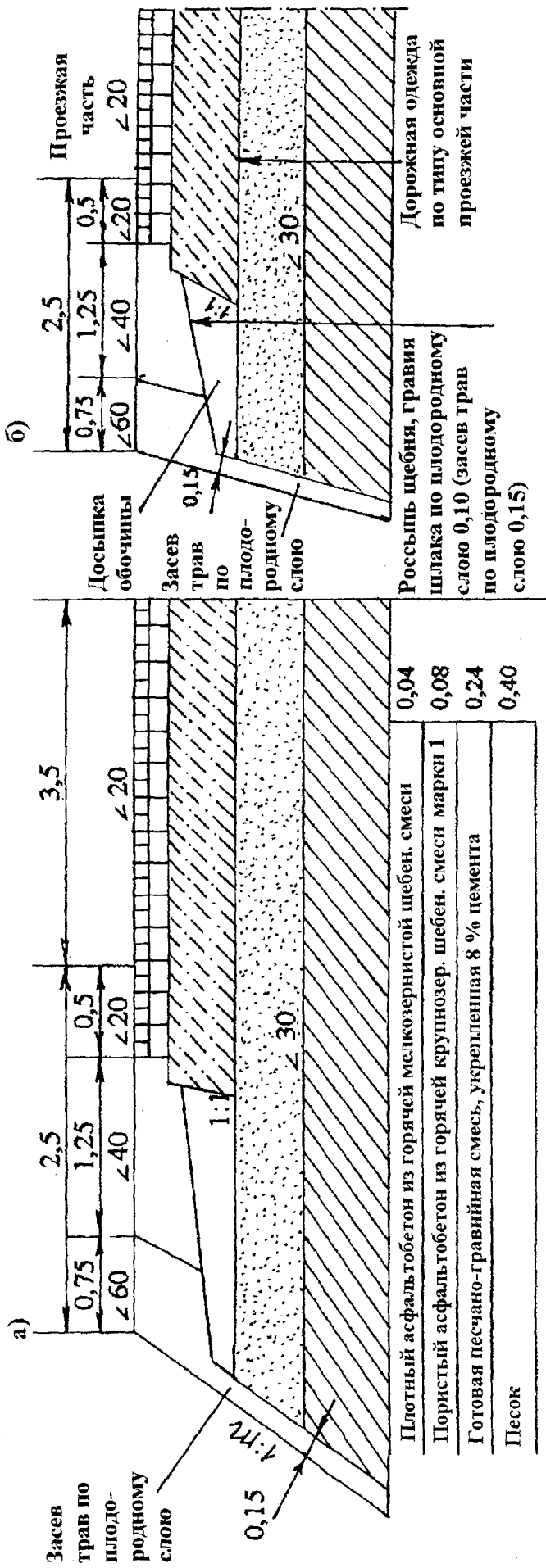


Рис. 6.2. Поперечный профиль нежесткой дорожной одежды автомобильной дороги III технической категории:

а – характерный поперечный профиль; б – укрепление обочин

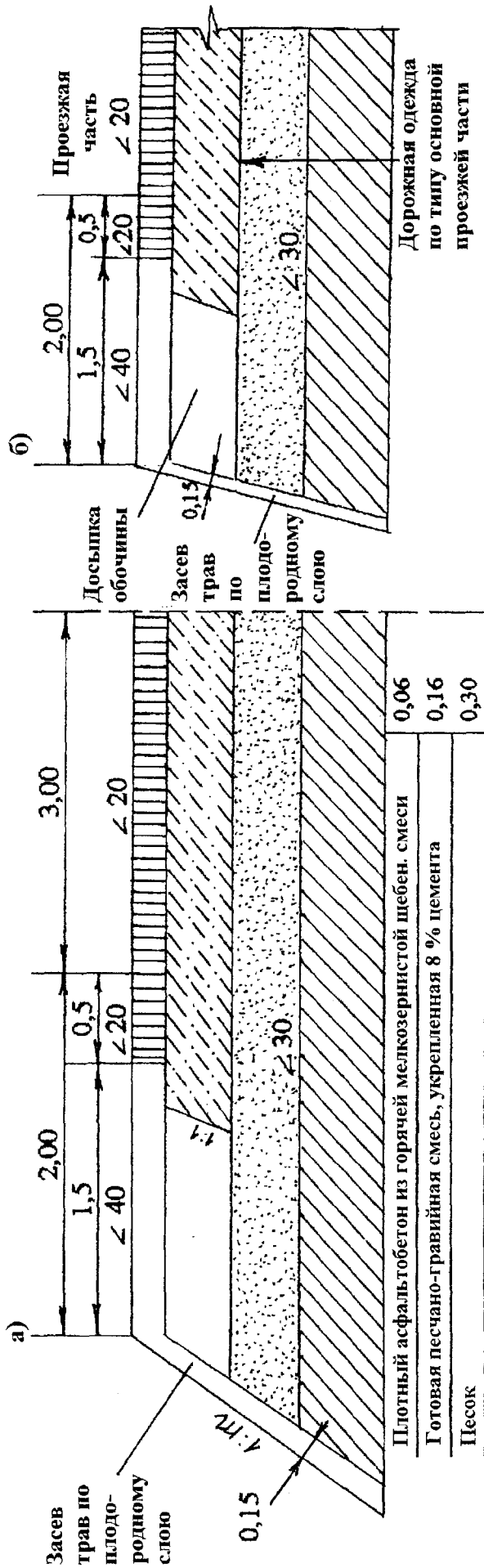


Рис. 6.3. Поперечный профиль нежесткой дорожной одежды автомобильной дороги IV технической категории:
 а – характерный поперечный профиль; б – укрепление обочин

Расчет потребности в полуфабрикатах, основных дорожно-строительных материалах и ресурсах производится в соответствии с ресурсно-сметными нормами, изложенными в Сборнике 27 «Автомобильные дороги для строительства в сельской местности» (СНБ 8.03.127-2000).

Существуют следующие нормы для видов работ:

01. Основания и покрытия из грунтов, укрепленных органическими вяжущими материалами.

02. Основания и покрытия из грунтов, укрепляемых неорганическими вяжущими материалами.

04. Подстилающие и выравнивающие слои основания.

06. Основания и покрытия из песчано-гравийных (гравийно-песчаных) или щебеночно-песчаных смесей оптимального гранулометрического состава.

07. Основания и покрытия из щебеночных материалов.

13. Цементобетонные основания и покрытия.

14. Поверхностная обработка покрытия органическими вяжущими материалами.

15. Основания и покрытия из черного щебня.

16. Укладка и пропитка щебеночных оснований и покрытий.

17. Основания и покрытия из песчано-гравийных (гравийно-песчаных) или щебеночно-песчаных смесей оптимального гранулометрического состава, обрабатываемых вяжущими материалами смешением на месте.

18. Покрытия из холодных асфальтобетонных смесей.

19. Покрытия из горячих асфальтобетонных смесей.

23. Приготовление битумных вяжущих материалов и эмульсий в построечных условиях.

24. Приготовление асфальтобетонных смесей на асфальтобетонных заводах в построечных условиях.

26. Дополнительные работы: розлив вяжущих материалов; добавка гравия, песка или песчано-гравийной смеси.

Состав работ по устройству подстилающих и выравнивающих слоев оснований:

01 – планировка и прикатка земляного полотна;

02 – россыпь и разравнивание материалов;

03 – раздробление трактором с кулачковыми катками крупных зерен;

04 – уплотнение россыпей с поливкой водой;

Е 27-14-1 – устройство подстилающих и выравнивающих слоев оснований из песка;

Е 27-14-2 – из песчано-гравийной смеси, дресвы;

Е 27-14-3 – из шлака доменного отвального сталеплавильного;

Е 27-14-4 – из щебня шлакового.

Состав работ по устройству оснований из щебня фракции 40...70 мм при укатке каменных материалов с пределом прочности на сжатие свыше 98,1 МПа (1000 кгс/см²):

01 – россыпь и разравнивание щебня;

02 – укатка и поливка водой;

03 – профилирование и планировка щебня;

Е 27-22-1 – устройство однослойных оснований толщиной 15 см из щебня фракции 40...70 мм при укатке каменных материалов с пределом прочности на сжатие свыше 98,1 МПа (1000 кгс/см²);

Е 27-22-2 – устройство верхнего слоя двухслойных оснований толщиной 15 см из щебня фракции 40...70 мм;

Е 27-22-3 – устройство нижнего слоя двухслойных оснований толщиной 15 см из щебня фракции 40...70 мм;

Е 27-22-4 – добавлять или исключать расценку на каждый 1 см к расценкам 27-22-1,2,3.

Состав работ по устройству оснований из щебня фракции 40...70 мм при укатке каменных материалов с пределом прочности на сжатие 68,6...98,1 МПа (700...1000 кгс/см²):

01 – россыпь и разравнивание щебня;

02 – профилирование и планирование щебня;

03 – укатка с поливкой водой;

Е 27-23-1 – устройство однослойных оснований толщиной 15 см из щебня фракции 40...70 мм при укатке каменных материалов с пределом прочности на сжатие 68,6...98,1 МПа (700...1000 кгс/см²);

Е 27-23-2 – устройство верхнего слоя двухслойных оснований толщиной 15 см из щебня фракции 40...70 мм.

Состав работ по устройству оснований из щебня фракции 40...70 мм при укатке каменных материалов с пределом прочности на сжатие до 68,6 МПа (до 700 кгс/см²):

01 – россыпь и разравнивание щебня;

02 – профилирование и планирование щебня;

03 – укатка с поливкой водой;

Е 27-24-1 – устройство однослойных оснований толщиной 15 см из щебня фракции 40...70 мм;

Е 27-24-2 – устройство верхнего слоя двухслойных оснований толщиной 15 см из щебня фракции 40...70 мм;

Е 27-24-3 – устройство нижнего слоя двухслойных оснований толщиной 15 см из щебня фракции 40...70 мм;

Е 27-24-4 – добавлять или исключать расценку на каждый 1 см к расценкам 27-24-1...3.

Нормы для устройства оснований и покрытий из грунтов, укрепленных органическими вяжущими материалами толщиной до 20 см, смешением навесными фрезами или автогрейдерами – Е 27-1-1,2.

Нормы для устройства оснований и покрытий из готовой битумно-грунтовой смеси толщиной 15 см с применением автогрейдера при приготов-

лении ее из песчаных, супесчаных, щебеночных, гравийных, гравийно-песчаных и золошлаковых смесей – Е 27-2-1,2.

Нормы для устройства оснований и покрытий из грунтов, укрепляемых неорганическими вяжущими материалами толщиной до 20 см, смешением навесными фрезами – Е 27-3-1.

Нормы для устройства оснований и покрытий из готовой цементно-грунтовой смеси толщиной 15 см автогрейдером или профилировщиком, приготовленной из песчаных, супесчаных грунтов, щебеночных, гравийных, гравийно-песчаных и золошлаковых смесей, – Е 27-4-1...4.

Состав работ по устройству цементобетонных покрытий:

01 – установка, разборка и перенос инвентарных металлических рельсформ;

02 – установка краевой арматуры;

03 – установка и крепление деревянных прокладок со штырями в местах устройства шва расширения; установка штырей в продольных швах и швах сжатия;

04 – устройство температурных швов;

05 – укладка бетона с уплотнением и отделкой покрытия машинами;

06 – передвижка разгрузочного мостика трактором;

07 – уплотнение бетона у швов вибраторами;

08 – уход за покрытием с применением пленкообразующих материалов и увлажнением.

Нормы для устройства цементобетонных однослойных покрытий механизированным способом с разгрузкой бетона с мостика:

Е 27-39-1 – толщиной слоя 18 см;

Е 27-39-2 – толщиной 20 см;

Е 27-39-3 – с разгрузкой бетона со смежной полосы покрытия без применения мостика, толщиной слоя 18 см;

Е 27-39-4 – толщиной слоя 20 см;

Е 27-39-5 – с разгрузкой бетона с мостика, толщиной слоя 22 см;

Е 27-39-6 – толщиной слоя 24 см;

Е 27-39-7 – без применения мостика, толщиной слоя 22 см;

Е 27-39-8 – с разгрузкой со смежной полосы покрытия без применения мостика, толщиной слоя 24 см.

Нормы для устройства цементобетонных двухслойных покрытий механизированным способом:

Е 27-39-9 – с разгрузкой бетона с мостика, толщиной слоя 18 см;

Е 27-39-10 – толщиной слоя 20 см;

Е 27-39-11 – с разгрузкой бетона со смежной полосы покрытия без применения мостика, толщиной слоя 18 см;

Е 27-39-12 – толщиной слоя 20 см;

Е 27-39-13 – с разгрузкой бетона с мостика, толщиной слоя 22 см;

Е 27-39-14 – толщиной слоя 24 см;

Е 27-39-15 – с разгрузкой бетона со смежной полосы покрытия без применения мостика, толщиной слоя 22 см;

Е 27-39-16 – толщиной 24 см;

Е 27-39-17 – устройство цементобетонных покрытий средствами малой механизации, толщиной слоя 20 см;

Е 27-39-18 – устройство цементобетонных однослойных покрытий средствами малой механизации (добавлять или исключать расценку при изменении толщины слоя на каждый 1 см).

Состав работ для устройства оснований и покрытий из черного щебня:

01 – очистка основания;

02 – укладка и закрепление боковых упоров;

03 – укладка и укатка черного щебня с проверкой профиля;

04 – россыпь и укатка черного клинца;

05 – россыпь и укатка черной мелочи;

06 – уход за покрытием;

Е 27-48-1 – устройство покрытия из черного щебня толщиной 6 см, плотностью каменных материалов 2...2,9 т/м³;

Е 27-48-2 – плотностью 3 и более т/м³;

Е 27-48-3 – устройство оснований из черного щебня толщиной 6 см, плотностью каменных материалов 2,5...2,9 т/м³;

Е 27-48-4 – плотностью каменных материалов 3 и более т/м³.

Состав работ для укладки, пропитки и полупропитки щебеночных оснований и покрытий:

01 – очистка основания;

02 – устройство боковых упоров;

03 – россыпь, разравнивание и укатка щебня крупных фракций;

04 – россыпь и разравнивание щебня мелких фракций;

05 – розлив вяжущего материала;

06 – укатка;

Е 27-49-1 – укладка и полупропитка с применением битума щебеночных покрытий толщиной 5 см;

Е 27-49-2 – щебеночных оснований толщиной 5 см;

Е 27-49-3 – покрытий или оснований при изменении толщины на каждый 1 см;

Е 27-49-4 – укладка и пропитка с применением битума щебеночных покрытий толщиной 8 см;

Е 27-49-5 – при изменении толщины на каждый 1 см;

Е 27-49-6 – щебеночных оснований толщиной 8 см;

Е 27-49-7 – при изменении толщины на каждый 1 см;

Е 27-49-8...11 – с применением битумной эмульсии.

Состав работ для устройства покрытий из холодных асфальтобетонных смесей:

01 – очистка оснований;

02 – установка бортовых упоров;

03 – укладка асфальтобетонной смеси укладчиком асфальтобетона;

04 – укатка;

05 – уход за покрытием;

Е 27-52-1 – толщиной 3 см типа ВХ;

Е 27-52-2 – толщиной 3 см типа ВХ;

Е 27-52-3 – толщиной 3 см типа ДХ;

Е 27-52-4 – при изменении толщины на каждые 0,5 см типа ВХ;

Е 27-52-5 – при изменении толщины на каждые 0,5 см типа ВХ;

Е 27-52-6 – при изменении толщины на каждые 0,5 см типа ДХ.

Состав работ для устройства покрытий из горячих асфальтобетонных смесей толщиной 4 см:

01 – очистка основания;

02 – укладка асфальтобетонной смеси с обрубкой краев, устранением дефектов, трамбованием мест, недоступных укатке;

03 – укатка;

04 – вырубка образцов и заделка вырубок;

Е 27-53-1 – устройство покрытий толщиной 4 см из горячих асфальтобетонных плотных мелкозернистых смесей типа АБВ, плотностью каменных материалов $2,5...2,9 \text{ т/м}^3$;

Е 27-53-2 – плотностью каменных материалов 3 и более т/м^3 ;

Е 27-53-3 – крупнозернистых смесей типа АБ, плотностью каменных материалов $2,5...2,9 \text{ т/м}^3$;

Е 27-53-4 – плотностью каменных материалов 3 и более т/м^3 ;

Е 27-53-5 – песчаных смесей типа ГД, плотностью каменных материалов $2,5...2,9 \text{ т/м}^3$;

Е 27-53-6 – пористых крупнозернистых смесей, плотностью каменных материалов $2,5...2,9 \text{ т/м}^3$;

Е 27-53-7 – плотностью каменных материалов 3 и более т/м^3 ;

Е 27-53-8 – пористых мелкозернистых смесей, плотностью каменных материалов $2,5...2,9 \text{ т/м}^3$;

Е 27-53-9 – плотностью каменных материалов 3 и более т/м^3 ;

Е 27-53-10 – высокопористых крупнозернистых смесей, плотностью каменных материалов $2,5...2,9 \text{ т/м}^3$;

Е 27-53-11 – плотностью каменных материалов 3 и более т/м^3 ;

Е 27-53-12 – высокопористых мелкозернистых смесей, плотностью каменных материалов $2,5...2,9 \text{ т/м}^3$;

Е 27-53-13 – плотностью каменных материалов 3 и более т/м^3 ;

Е 27-53-14 – высокопористых песчаных смесей, плотностью каменных материалов $2,5...2,9 \text{ т/м}^3$.

Нормы для приготовления асфальтобетонных смесей на асфальтобетонных заводах в построечных условиях из фракционного щебня для горячей укладки – Е 27-67-1...22.

Нормы для устройства оснований из готовой цементно-грунтовой смеси с применением профилировщиков со скользящими формами толщиной 16 см, приготовленной из песчаных и супесчаных грунтов, – Е 27-75-1.

Состав работ:

01 – установка и снятие копирной струны;

02 – планировка и уплотнение земляного полотна перед устройством основания;

03 – распределение готовой смеси автогрейдером;

04 – планировка и чистовая профилировка основания профилировщиком;

05 – частичная планировка основания вручную;

06 – укатка;

07 – уход за основанием с применением пленкообразующих материалов.

Для определения потребности в основных дорожно-строительных материалах и полуфабрикатах при строительстве дорожной одежды выбор расценок можно производить по табл. 6.1, в которой имеются данные по всем вариантам курсового проекта.

Таблица 6.1

Справочная информация об использовании и устройстве отдельных слоев в дорожной одежде

№ пп	Наименование слоя	Сборник норм и расценок	Нормативный документ		
			Обозначение	Ссылка на позиции	Страницы
1	2	3	4	5	6
1	Горячий щебенистый асфальтобетон мелкозернистый, тип А, марка 2	Е 27-53-1...14 Е 27-54-1...14 Е 27-67-22	СНиП 3.06.03-85	п. 10.3...10.15 табл. 13 п. 10.16...10.38 табл. 14	50...53 52...57
2	Горячий щебенистый асфальтобетон мелкозернистый, тип А, марка 1	Е 27-53-1...14 Е 27-54-1...14 Е 27-67-22	СНиП 3.06.03-85	п. 10.3...10.15 табл. 13 п. 10.16...10.38 табл. 14	50...53 52...57
3	Горячий щебенистый асфальтобетон мелкозернистый, тип Б, марка 1	Е 27-53-1...14 Е 27-54-1...14 Е 27-67-22	СНиП 3.06.03-85	п. 10.3...10.15 табл. 13 п. 10.16...10.38 табл. 14	50...53 52...57
4	Горячий щебенистый асфальтобетон пористый крупнозернистый	Е 27-53-1...14 Е 27-54-1...14 Е 27-67-22	СНиП 3.06.03-85	п. 10.3...10.15 табл. 13 п. 10.16...10.38 табл. 14	50...53 52...57
5	Горячий гравийный пористый асфальтобетон крупнозернистый	Е 27-53-1...14 Е 27-54-1...14 Е 27-67-22	СНиП 3.06.03-85	п. 10.3...10.15 табл. 13 п. 10.16...10.38 табл. 14	50...53 52...57

1	2	3	4	5	6
6	Горячий гравийный высокопористый асфальтобетон крупнозернистый	Е 27-53-1...14 Е 27-54-1...14 Е 27-67-22	СНиП 3.06.03-85	п. 10.3...10.15 табл. 13 п. 10.16...10.38 табл. 14	50...53 52...57
7	Фракционированный щебень, обработанный вязким битумом	Е 27-48-1...4	СНиП 3.06.03-85	п. 9.22...9.31 табл. 12	45...47 46
8	Подобранный гравийный материал, обработанный битумом в сочетании с портландцементом	Е 27-1-1, 2	СН 25-74	п. 2.78...2.88 табл. 2 табл. 15	47...48 6 49
9	Фракционированный щебень, обработанный вязким битумом по способу пропитки	Е 27-49-1...11	СНиП 3.06.03-85	п. 9.32...9.39	47...48
10	Щебень, обработанный битумной эмульсией в сочетании с цементом	Е 27-1-1, 2	СН 25-74	п. 2.78...2.88 табл. 2 табл. 15	47...48 6 49
11	Подобранный щебенистый материал, обработанный битумной эмульсией в сочетании с цементом	Е 27-1-1, 2	СН 25-74	п. 2.78...2.88 табл. 2 табл. 15	47...48 6 49
12	Подобранный гравийный материал, обработанный битумной эмульсией	Е 27-48-1...4	СНиП 3.06.03-85	п.9.22...9.31 табл. 12	45...47 46
13	Подобранный гравийный материал (с добавлением 30 % щебня), обработанный битумной эмульсией	Е 27-48-1...4	СНиП 3.06.03-85	п.9.22...9.31 табл. 12	45...47 46
14	Гравийный материал, обработанный битумной эмульсией в сочетании с цементом	Е 27-1-1, 2	СН 25-74	п. 2.78...2.88 табл. 2 табл. 15	47...48 6 49
15	Подобранный щебенистый материал, обработанный битумной эмульсией	Е 27-48-1...4	СНиП 3.06.03-85	п. 9.22...9.31 табл. 12	45...47 46
16	Гравийный материал, укрепленный цементом (5, 6, 7 %)	Е 27-3-1 Е 27-4-1...4	СНиП 3.06.03-85 СН 25-74	п. 8.1...8.23 п. 2.6...2.13 п. 3.1...3.68	38...41 23...24 51..63
17	Грунт, укрепленный цементом (1-й класс прочности)	Е 27-3-1 Е 27-4-1...4	СНиП 3.06.03-85 СН 25-74	п. 8.1...8.23 п. 2.6...2.13 п. 3.1...3.68	38...41 23...24 51..63
18	Песок, укрепленный цементом (6 %)	Е 27-3-1 Е 27-4-1...4	СНиП 3.06.03-85	п. 8.1...8.23 п. 2.6...2.13 п. 3.1...3.68	38...41 23...24 51..63

1	2	3	4	5	6
19	Гравийно-песчаные смеси, укрепленные цементом (8 %)	Е 27-3-1 Е 27-4-1...4	СНиП 3.06.03-85	п. 8.1...8.23 п. 2.6...2.13 п. 3.1...3.68	38...41 23...24 51..63
20	Щебень, укрепленный цементом (5 %)	Е 27-3-1 Е 27-4-1...4	СНиП 3.06.03-85	п. 8.1...8.23 п. 2.6...2.13 п. 3.1...3.68	38...41 23...24 51..63
21	Подобранный гравийный материал, укрепленный цементом	Е 27-3-1 Е 27-4-1...4	СНиП 3.06.03-85	п. 8.1...8.23 п. 2.6...2.13 п. 3.1...3.68	38...41 23...24 51..63
22	Подобранный гравийный материал, укрепленный золой-уносом	Е 27-3-1 Е 27-4-1...4	СНиП 3.06.03-85	п. 8.1...8.23 п. 2.6...2.13 п. 3.1...3.68	38...41 23...24 51..63
23	Гравийно-песчаные смеси, укрепленные золой-уносом	Е 27-3-1 Е 27-4-1...4	СНиП 3.06.03-85	п. 8.1...8.23 п. 2.6...2.13 п. 3.1...3.68	38...41 23...24 51..63
24	Подобранный щебеночный материал	Е 27-22-3...4	СНиП 3.06.03-85	п. 5.1...5.6	20...22
25	Слои фракционированного щебня из естественного камня	Е 27-23-3...4	СНиП 3.06.03-85	п. 7.4...7.10	33...34
26	Слои фракционированного гравия, устраиваемые по способу заклинки	Е 27-23-3...4	СНиП 3.06.03-85	п. 7.4...7.10	33...34
27	Слои фракционированного щебня из естественного камня, устраиваемые по способу заклинки	Е 27-23-3...4	СНиП 3.06.03-85	п. 7.4...7.10	33...34
28	Слои фракционированного щебня из гравия, устраиваемые по способу заклинки	Е 27-23-3...4	СНиП 3.06.03-85	п. 7.4...7.10	33...34
29	Слои фракционированного щебня из шлака, устраиваемые по способу заклинки	Е 27-23-3...4	СНиП 3.06.03-85	п. 7.4...7.10	33...34
30	Подобранный гравийный материал (с добавлением 30 % щебня)	Е 27-21-1...4	СНиП 3.06.03-85	п. 5.1...5.12 п. 7.11...7.26	20...23 34...36
31	Устройство основания из песка	Е 27-14-1...4	СНиП 3.06.03-85 П 2-02	п. 5.1...5.12 п. 7.9...7.10 п. 9.1...9.3 п. 8.1...8.22	20...23 34 49...50 37...44

Техническая часть СНБ 8.03.127-2000 содержит общие указания, касающиеся вопросов, затронутых в курсовом проекте. Эти рекомендации размещены в п. 1.13, 1.19:

1.13. При определении затрат на устройство оснований и покрытий из грунтов, укрепляемых золами уноса, известью, гранулированными шлаками или золошлаковыми смесями, следует пользоваться нормами и расценками табл. 27-3 с заменой расхода цемента на вышперечисленные материалы в объеме, предусмотренном проектом.

1.19. Затраты по устройству оснований из черного щебня с использованием двух расклинивающихся фракций определяются по нормам табл. 27-48 (расценка 1).

В случае отсутствия проектных данных для определения расхода материальных ресурсов на строительство автомобильных дорог их можно принимать по данным, приведенным в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Дополнительные данные по расходу
материальных ресурсов

Номера таблиц	Наименование материалов	Количество, м ³
27-2 (1, 2)	Смесь битумно-грунтовая	175, 194
27-4 (1, 2, 3, 4)	Смесь цементно-грунтовая	175,194
27-14 (1)	Песок	110
27-14 (2)	Песчано-гравийная смесь, дресва	122
27-14 (3)	Шлак доменный отвалный	150
27-14 (4)	Щебень шлаковый	125
27-21 (1, 2, 3, 4)	Песчано-гравийная смесь (гравийно-песчаная смесь или щебеночно-песчаная оптимального гранулометрического состава)	152
27-50 (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13)	Песчано-гравийная смесь	25...140
27-75 (1)	Цементно-грунтовая смесь	184
27-95 (1)	Песок	102
27-97 (1)		604

Золу-унос сухого отбора в качестве самостоятельного вяжущего надлежит применять при укреплении крупнообломочных грунтов оптимального и неоптимального гранулометрического состава, супесей, песков гравелистых, крупных, средних, мелких пылеватых однородных.

Ориентировочный расход сланцевой золы Прибалтийской ГРЭС следует назначать согласно данным «Инструкции по укреплению грунтов сланцевыми золами в условиях БССР» (ВСН 32-82) (табл. 6.3). Сланцевая зола Прибалтийской ГРЭС отличается от золы Эстонской ГРЭС удельной поверхностью: у зо-

лы Прибалтийской ГРЭС удельная поверхность – 1500...1600 см²/г; у золы Эстонской ГРЭС – 1800...19000 см²/г).

Таблица 6.3

Расход сланцевой золы на укрепление грунтов

№ пп	Укрепляемый грунт	Расход золы, % массы смеси для класса прочности		
		I	II	III
		Показатели при следующих расчетных значениях:		
		модуля упругости, МПа		
		500...600	250...500	150...250
		допускаемого напряжения на растяжение при изгибе, МПа		
	более 0,4	0,2...0,4	0,15...0,2	
1	Песчано-гравийные смеси, близкие к оптимальному составу, пески гравелистые, крупные, средние разнозернистые	15...20	12...16	10...14
2	Песчано-гравийные смеси неоптимального состава, пески гравелистые, крупные, мелкие однородные, отработанные формовочные смеси	16...24	13...21	12...19
3	Супесчаные грунты, суглинки легкие, легкие пылеватые	21...25	18...22	18...20

Золу-унос в качестве активной добавки к цементу следует применять при марке цемента не ниже 300.

Портландцемент применяется для укрепления крупнообломочных и песчаных грунтов, а также глинистых грунтов следующих генетических типов: покровных – глин, суглинков, супесей, лессов и лессовидных суглинков; моренных – глин, суглинков и супесей.

Для устройства цементно-грунтовых однослойных оснований и покрытий дорог применяют портландцемент марок не ниже 400 для покрытий и не ниже 300 – для оснований. Ориентировочный расход цемента может быть принят по табл. 6.4.

Расход цемента при укреплении грунтов

Наименование грунта	Расход цемента	
	верхний слой основания или покрытия	нижний слой основания
Крупнообломочные нецементированные грунты (гравийные, дресвяные, щебенистые), а также грунтогравийные и грунтощебеночные смеси, близкие к оптимальному составу, пески гравелистые, крупные и средние (разнозернистые)	$\frac{4...8}{80...180}$	$\frac{3...6}{60...120}$
Крупнообломочные нецементированные грунты, грунтощебеночные смеси неоптимального состава, пески гравелистые, крупные, средние и мелкие однородные, пылеватые	$\frac{6...12}{100...210}$	$\frac{4...8}{70...140}$
Супеси, близкие к оптимальному составу, супеси легкие крупные, легкие и тяжелые пылеватые, суглинки пылеватые и непывеватые	$\frac{8...12}{160...240}$	$\frac{4...7}{80...140}$
Пески разнообразного состава и супеси с числом пластичности менее 3 при добавке золы-уноса или золошлаковой смеси в количестве 15...25 % массы смеси	$\frac{4...7}{80...140}$	$\frac{3...4}{60...180}$
Суглинки тяжелые и тяжелые пылеватые	$\frac{11...14}{200...250}$	$\frac{8...12}{150...220}$
Глины песчаные и пылеватые	$\frac{13...15}{230...270}$	$\frac{10...12}{180...220}$

Примечание. Расход вяжущего материала указан в числителе в % массы смеси, в знаменателе – в кг/м³.

В качестве добавок при укреплении грунтов цементом могут применяться:

1) для улучшения морозо- и водостойкости – известь молотая негашеная или гашеная, хлористый кальций, сернокислый натрий, зола-унос, высокосмолистые нефти, жидкие битумы;

2) при использовании переувлажненных грунтов – известь молотая негашеная, негашеная гидрофобная или гашеная;

3) при укреплении грунтов при температуре ниже + 5 °С – известь гашеная или молотая негашеная совместно с хлористым кальцием, хлористый кальций, хлористый натрий.

Битумные эмульсии совместно с цементом применяются для получения укрепленного грунта с показателями физико-механических свойств, соответствующих I и II классам прочности (СН 25-74. Инструкция по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов, п. 2.86) (табл. 6.5).

Расход битумного вяжущего и цемента

№ пп	Наименование грунта	Ориентировочный расход битумного вяжущего и цемента			
		Битумная эмульсия, жидкий нефтяной битум	Цемент		Оптимальная влажность смеси при уплотнении, %
			I класс прочности	II класс прочности	
1	Крупнообломочные грунты, близкие к оптимальному составу, пески гравелистые крупные и средней крупности, супеси, близкие к оптимальному составу	$\frac{4...5}{88...110}$	$\frac{4...7}{88...160}$	$\frac{3...5}{60...110}$	5...8
2	Крупнообломочные грунты и пески гравелистые неоптимального состава	$\frac{4...5}{88...110}$	$\frac{6...9}{130...200}$	$\frac{5...7}{110...160}$	5...10
3	Пески крупные, средние, мелкие однородные пылеватые, супеси легкие крупные, легкие и тяжелые пылеватые неоптимального состава	$\frac{5...6}{110...130}$	—	$\frac{7...10}{160...220}$	6...14

Примечание. В числителе – расход в %, в знаменателе – в кг/м³.

Условное обозначение асфальтобетонной смеси при заказе должно представлять собой сокращенное обозначение смеси:

первая буква – указание материала заполнителя: Щ – щебень, Г – гравий, П – песок;

вторая буква – указание крупности материала заполнителя: К – крупнозернистая, М – мелкозернистая;

третья буква – указание типа: плотные смеси – А, Б, В, Г, Д; щебеночно-мастичные смеси – С;

третья и четвертая буквы – для пористых и высокопористых смесей: соответственно П и ВП;

индекс – г, т, х – соответственно для горячих, теплых и холодных видов смесей;

индекс для щебеночно-мастичных смесей обозначает вид стабилизирующей добавки, индекс ц – использование в качестве стабилизирующей добавки целлюлозы;

1, 2, 3 – марки смесей;

предел прочности при сдвиге при температуре 50 °С ($R_{сдв}$, МПа);

обозначение данного стандарта (СТБ 1033-2004).

Например, для рассматриваемого варианта:

для верхнего слоя: ЩМБ_г-П/2,0 СТБ 1033 расшифровывается: асфальтобетонная смесь щебенчатая, мелкозернистая, плотная, типа Б, горячая, марки 2,

предел прочности при сдвиге при температуре 50 °С, не менее, для асфальтобетонов типа А, Б, В, Г, Д IV категории – 2,0 МПа; стандарт – СТБ 1033-2004 ;

для нижнего слоя: ЩКП_Г-П СТБ 1033 – асфальтобетонная смесь, щебенистая, крупнозернистая, пористая, горячая, марки 2, стандарт – СТБ 1033-2004 .

При определении объемов работ и потребности в материалах при устройстве асфальтобетонных покрытий можно руководствоваться табл. 6.6.

Таблица 6.6

Норма расхода асфальтобетонной смеси на 1000 м² покрытия толщиной 4 см (СНБ 8.03.127-2000.19. Покрытия из горячих асфальтобетонных смесей, табл. 27-53, с. 139)

№ пп	Наименование смеси	Ед. измерения	Толщина, см	
			4	± 0,5
1	<i>Плотная:</i>	т	98,8	12,35
	1) мелкозернистая, типа А, Б, В, плотность каменных материалов – 2,5...2,9 т/м ³	т	112,4	14,05
	2) мелкозернистая, типа А, Б, В, плотность каменных материалов – 3 и более т/м ³	т	97,2	12,15
	3) крупнозернистая, типа А, Б, плотность каменных материалов – 2,5...2,9 т/м ³	т	112,4	14,05
	4) крупнозернистая, типа А, Б, плотность каменных материалов – 3 и более т/м ³	т	96	12,0
2	<i>Пористая:</i>	т	95,2	11,9
	1) крупнозернистая, плотность каменных материалов – 2,5...2,9 т/м ³	т	112	14,0
	2) крупнозернистая, плотность каменных материалов – 3 и более т/м ³	т	95,6	11,95
	3) мелкозернистая, плотность каменных материалов – 2,5...2,9 т/м ³	т	112,4	14,05
3	<i>Высокопористая:</i>	т	96	12,0
	1) крупнозернистая, плотность каменных материалов – 2,5...2,9 т/м ³	т	112,4	14,1
	2) крупнозернистая, плотность каменных материалов – 3 и более т/м ³	т	96,8	12,1
	3) мелкозернистая, плотность каменных материалов – 2,5...2,9 т/м ³	т	112,8	14,1
	4) мелкозернистая, плотность каменных материалов – 3 и более т/м ³	т	95,2	11,9
	5) песчаная, плотность каменных материалов – 2,5...3 т/м ³	т		

Показатели физико-механических свойств плотных асфальтобетонов из горячих и теплых смесей представлены в табл. 6.7.

Таблица 6.7

Показатели физико-механических свойств плотных асфальтобетонов

Наименование показателя	Нормы для асфальтобетонов из смесей марок		
	1	2	3
1	2	3	4
1. Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 50 °С, не менее, для асфальтобетонов типов:			
А	1,1/0,9	1,0/0,8	
Б	1,1/0,9	1,1/0,9	0,9/0,7
В	-	1,2/1,0	1,1/0,9
Г	1,3/1,1	1,2/1,0	1,1/0,9
Д	-	1,3/1,1	1,2/1,0
щебеночно-мастичных	0,9	-	-
2. Предел прочности при растяжении, МПа, при температуре 0 °С для асфальтобетонов типов:			
А, Б, В, Г, Д	2,0...3,5	1,5...3,0	1,0...3,0
щебеночно-мастичных	1,5...3,0	-	-
3. Предел прочности при сдвиге при температуре 50 °С, МПа, не менее, для асфальтобетонов типов А, Б, В, Г, Д:			
I категория (при интенсивности свыше 1100 приведенных авт./сут);	2,75		
II категория (при интенсивности от 700 до 1100 приведенных авт./сут)	2,55		
участки перекрестков и остановок общественного транспорта в городских условиях;	3,5		
III категория;		2,3	
IV категория;		2,0	
V категория;			1,8
для щебеночно-мастичных	2,2		
4. Коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении в агрессивной среде, не менее, для асфальтобетонов типов:			
после 14 суток			
А, Б, В, Г, Д	0,85/0,75	0,80/0,70	0,75/0,65
щебеночно-мастичных	0,9		
после 28 суток			
А, Б, В, Г, Д	0,75	0,70	
щебеночно-мастичных	0,80		

1	2	3	4
5. Коэффициент морозостойкости после 50 циклов, не менее, для асфальтобетонов типов А, Б, В: I категория (при интенсивности свыше 1100 приведенных авт./сут);	0,80		
II категория (при интенсивности от 700 до 1100 приведенных авт./сут); щебеночно-мастичных	0,70		
I категория (при интенсивности свыше 1100 приведенных авт./сут):	0,82		
II категория (при интенсивности от 700 до 1100 приведенных авт./сут)	0,75		
6. Пористость минерального состава, % по объему, для асфальтобетонов типов:			
А	15...18	15...18	-
Б, Г	13...18	13...18	15...18
В, Д	-	18...20	18...20
щебеночно-мастичных	15...20	-	-

Показатели физико-механических свойств пористых и высокопористых асфальтобетонов приведены в табл. 6.8.

Таблица 6.8

Показатели физико-механических свойств пористых и высокопористых горячих и теплых асфальтобетонов (СТБ 1033-2004)

Наименование показателей	Норма для асфальтобетонов из смесей марок	
	1	2
1. Пористость минерального состава, % по объему, не более, для асфальтобетонов из смесей:		
пористых	23	23
щебеночных (гравийных) высокопористых	24	24
песчаных высокопористых	28	28
2. Предел прочности при сжатии для асфальтобетонов из мелкозернистых и песчаных смесей, МПа, не менее, при температуре:		
20 °С		
пористого асфальтобетона	1,8	1,5
высокопористого асфальтобетона	1,4	1,2
50 °С		
пористого асфальтобетона	0,7	0,5
высокопористого асфальтобетона	0,5	0,4

Норму расхода материалов при приготовлении асфальтобетонных смесей принимаем по табл. 6.9.

Таблица 6.9

Приготовление асфальтобетонных смесей из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки на асфальтобетонных заводах в построечных условиях (СНБ 8.03.127-2000, раздел 24, табл. 27-67)

Характеристика смеси	Норма расхода материалов					
	Номер расценки	Щебень, м ³	Песок, м ³	Минеральный порошок, т	Битум, т	ПАВ, т
1	2	3	4	5	6	7
Смесь типа А плотная мелкозернистая, плотность каменных материалов – 2,5...2,9 т/м ³ , из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Е 27-67-1	38,1	22,8	6,68	5,61	0,42
Смесь типа Б плотная мелкозернистая, плотность каменных материалов – 2,5...2,9 т/м ³ , из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Е 27-67-3	28,2	31,1	8,54	5,92	0,444
Смесь типа В плотная мелкозернистая, плотность каменных материалов – 2,5...2,9 т/м ³ , из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Е 27-67-5	18,5	38,3	11,3	6,22	0,466
Смесь типа А плотная крупнозернистая, плотность каменных материалов – 2,5...2,9 т/м ³ , из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Е 27-67-7	38,2	22,8	6,68	5,61	0,42
Смесь типа Б плотная крупнозернистая, плотность каменных материалов – 2,5...2,9 т/м ³ , из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Е 27-67-9	28,1	31,1	8,54	5,92	0,44
Смесь типа Г плотная песчаная, плотность каменных материалов – 2,5...2,9 т/м ³ , из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Е 27-67-11	-	56,6	9,35	7,55	0,566
Смесь типа Д плотная песчаная, плотность каменных материалов – 3 и более т/м ³ , из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Е 27-67-12	-	55,4	11,2	7,55	0,566

1	2	3	4	5	6	7
Смесь пористая крупнозернистая, плотность каменных материалов – 2,5...2,9 т/м ³ , из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Е 27-67-13	36,1	29,1	2,01	5	0,375
Смесь пористая мелкозернистая, плотность каменных материалов – 2,5...2,9 т/м ³ , из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Е 27-67-15	36,1	29,1	2,01	5	0,375
Смесь высокопористая крупнозернистая, плотность каменных материалов – 2,5...2,9 т/м ³ , из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Е 27-67-17	36,8	27,9	3,42	3,16	0,237
Смесь высокопористая мелкозернистая, плотность каменных материалов – 2,5...2,9 т/м ³ , из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Е 27-67-19	36,8	27,9	3,42	3,16	0,237
Смесь высокопористая песчаная типа Г, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Е 27-67-21	-	59,5	7,64	4,9	0,368
Смесь высокопористая песчаная типа Д, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Е 27-67-22	-	60,9	5,73	4,9	0,368

Норма расхода материала для приготовления бетона на автоматизированных цементобетонных заводах в построечных условиях может быть принята по табл. 6.10.

Таблица 6.10

Норма расхода материала на 100 м³ бетона

Наименование элементов затрат	Источник норм	Ед. изм.	Бетон на щебне марок: $\frac{\text{по изгибу}}{\text{по сжатию}}$					
			30	35	40	45	50	55
			200	250	300	350	400	500
Щебень	СНиП 1У-2-82 прил. том 4, сб. 31 Аэродромы, табл. 31-34	м ³	73	73	73	73	73	73
Песок		м ³	54	52	50	49	46	45
Портландцемент для бетонных покрытий М 400		т	25	29	-	-	-	-
Портландцемент для бетонных покрытий М 500		т	-	-	31	35	39	42
Вода		м ³	15	15	15	15	15	15
Поверхностно-активные добавки: СДБ (сухого вещества)		кг	51	59	62	70	77	83
СНВ (сухого вещества)	кг	3	3	3	3	4	4	

Примечания.

1. Расход материалов в табл. 6.10 установлен для бетона на щебне фракции 40 мм. При применении мелких фракций щебня (до 3...20 мм) к нормам расхода следует применять следующие коэффициенты: к расходу песка – 0,94; к расходу цемента – 1,06.

2. Нормами табл. 6.10 предусматривается применение песка средней крупности с модулем 2,0. При применении песков мелких или крупных фракций следует применять коэффициенты:

для мелких песков: 1,03 – щебень; 0,93 – песок; 1,03 – цемент;

для крупных песков: 0,97 – щебень; 1,03 – песок; 1,0 – цемент.

6.3. Подсчет объемов работ и потребности в материалах для строительства дорожной одежды

Конструкции дорожных одежд и применяемые материалы приведены в табл. 6.11.

Таблица 6.11

Характеристика дорожных одежд

	Категория дороги					
	II		III		IV	
	см		см		см	
Верхний слой покрытия	7	1	5	2	4	3
Нижний слой покрытия	6-8	5,7	6-7	6,7	6	4,23
Верхний слой основания	10-12	8...22	8-10	23,24,25	15-25	25
Нижний слой основания	14-16	25	15-20	26	> 20	26
Дополнит. слой основания	> 20	26	> 20	26	> 20	26
	1		2			
Обозначение материала	Наименование материала					
1	2					
1	Плотный асфальтобетон из горячей мелкозернистой щебеночной смеси типа А, марки 1					
2	Плотный асфальтобетон из горячей мелкозернистой щебеночной смеси типа А, марки 2					
3	Плотный асфальтобетон из горячей мелкозернистой щебеночной смеси типа Б, марки 2					
4	Гравийный асфальтобетон пористый					
5	Пористый асфальтобетон из горячей крупнозернистой щебеночной смеси марки 1					
6	Пористый асфальтобетон из горячей крупнозернистой щебеночной смеси марки 2					

1	2
7	Высокопористый асфальтобетон из горячей крупнозернистой щебеночной смеси марки 1
8	Фракционированный щебень, обработанный вязким битумом в установке (для горячей укладки)
9	Готовая песчано-щебеночная смесь, обработанная вязким битумом в установке
10	Фракционированный щебень, обработанный вязким битумом по способу пропитки
11	Готовая песчано-щебеночная смесь, обработанная вязким битумом по способу смешения на дороге
12	Песчано-щебеночная смесь, укрепленная портландцементом М 300 в количестве 4 % (II класс прочности)
13	Песчано-щебеночная смесь, укрепленная портландцементом М 300 в количестве 6 % (I класс прочности)
14	Песчано-щебеночная смесь, укрепленная портландцементом М 300 в количестве 8 % (I класс прочности)
15	Песчано-щебеночная смесь, укрепленная золой в количестве 10 % в сочетании с 4 % портландцемента М 300 (II класс прочности)
16	Песчано-щебеночная смесь, укрепленная золой в количестве 10 % в сочетании с 6 % портландцемента М 300 (I класс прочности)
17	Песчано-щебеночная смесь, укрепленная золой в количестве 12 % в сочетании с 8 % портландцемента М 300 (I класс прочности)
18	Гравийный материал, обработанный битумной эмульсией (4 %) в сочетании с цементом (6 %)
19	Песчано-гравийная смесь, укрепленная портландцементом М 300 в количестве 6 % (II класс прочности)
20	Песчано-гравийная смесь, укрепленная портландцементом М 300 в количестве 7 % (I класс прочности)
21	Подобранный гравийный материал (с добавлением 30 % щебня), обработанный битумной эмульсией (5 %)
22	Подобранный гравийный материал, обработанный битумной эмульсией (5 %)
23	Черный щебень
24	Фракционированный щебень из натурального камня, устраиваемого по способу заклинки
25	Гравий оптимального состава
26	Песок средней крупности

На основании выданного задания из табл. 6.11 и прил. 3 выписывают исходные данные для определения количества материалов, необходимых для создания заданной конструкции дорожной одежды

Объемы работ по сооружению дорожной одежды рассчитывают на основе заданной конструкции, категории и протяженности дороги.

Порядок расчета следующий:

1. С учетом характерного поперечного профиля, толщины слоев дорожной одежды, материала, размеров земляного полотна дороги (рис. 6.4) схематически изображают упрощенную конструкцию дорожной одежды.

Примерные исходные данные:

Район строительства – Брестская область, г. Барановичи.

Категория дороги – II.

Ширина проезжей части – 7,0 м.

Ширина земляного полотна – 13 м.

Протяженность дороги – 20 км.

1.1. По карте изолиний минимально допустимых толщин стабильных слоев дорожной конструкции (рис. 6.5), исходя из условий морозоустойчивости при земляном полотне, сложенном из сильнопучинистых и чрезмернопучинистых грунтов, определяют толщину дорожной одежды с учетом слоя песка.

Например, для г. Барановичи толщина капитальных дорожных одежд составляет 80 см.

1.2. Производят расчет толщины слоя песка по схеме изображенной на рис. 6.4:

верхний слой покрытия – 7 см;

нижний слой покрытия – 8 см;

верхний слой основания – 12 см;

нижний слой основания – 16 см.

Итого – 43 см.

Определяют слой песка:

$$H_{\text{песка}} = 80 - 43 = 37 \text{ см.}$$

1.3. Норма расхода для песка принимается по табл. 1, с. 5 СНБ 8.03.127-2000. Например, по расценке 27-14 норма расхода песка составляет 110 м^3 (табл. 6.2).

1.4. Песок расходуется для устройства подстилающего слоя основания (согласно норме Е 27-14-1). При этом выполняются следующие работы (04. Подстилающие и выравнивающие слои основания. СНБ 8.03.127-2000):

1) планировка и прикатка земляного полотна;

2) россыпь и разравнивание материалов;

3) раздробление трактором с кулачковыми катками крупных глыб;

4) уплотнение россыпей с поливкой водой.

При этих работах используются следующие машины и механизмы;

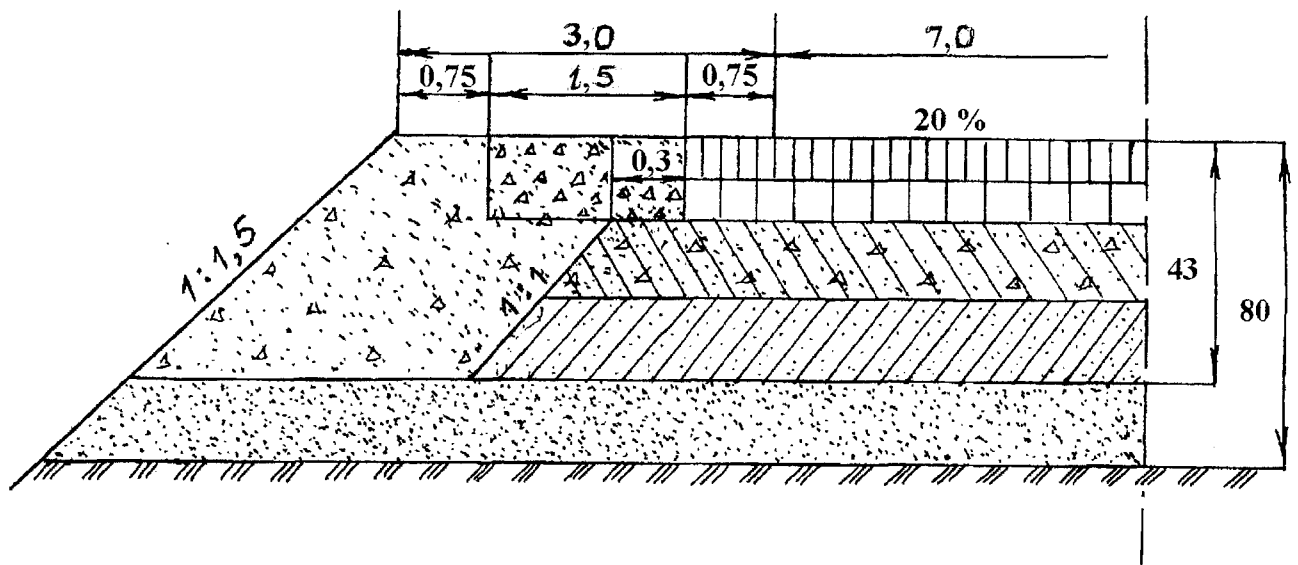
1) тракторы на гусеничном ходу 79 кВт;

2) автогрейдеры среднего типа 99 кВт;

3) катки дорожные прицепные на пневмоколесном ходу 25 т;

4) катки дорожные самоходные на пневмоколесном ходу 16 т;

5) машины поливомоечные 6000 л.



Покрытие, верхний слой	Горячий щебенистый асфальтобетон мелкозернистый, тип Б, марка 1	7 см
Покрытие, нижний слой	Горячий щебенистый пористый асфальтобетон крупнозернистый	8 см
Верхний слой основания	Гравийный материал с добавкой 30 % щебня, обработанного битумной эмульсией	12 см
Нижний слой основания	Гравийно-песчаная смесь, укрепленная золой-уносом	16 см
Дополнительный слой основания	Песок	37 см

Рис. 6.4. Конструкция дорожной одежды

1.5. Для описания технологии сооружения дополнительного слоя основания из песка используют:

СНиП 3.06.03-85, пп. 7.9...7.10, раздел 5;

П2-02 к СНиП 3.06.03-85, разделы 8, 9.

2. Рассчитывают объемы работ по устройству дорожной одежды, для чего составляют ведомость объемов работ (табл. 6.12).

Поскольку объемы работ измеряются: для песка – в м^3 , для асфальтобетона и других слоев – в м^2 , расчет ведется с учетом определения объема или средней линии слоя.

2.1. Объем дополнительного слоя основания из песка толщиной 37 см определяют по объему трапеции за вычетом толщины вышележащих слоев дорожной одежды.

2.2. Площадь нижнего и верхнего слоев основания вычисляют исходя из расчета средней линии трапеции.

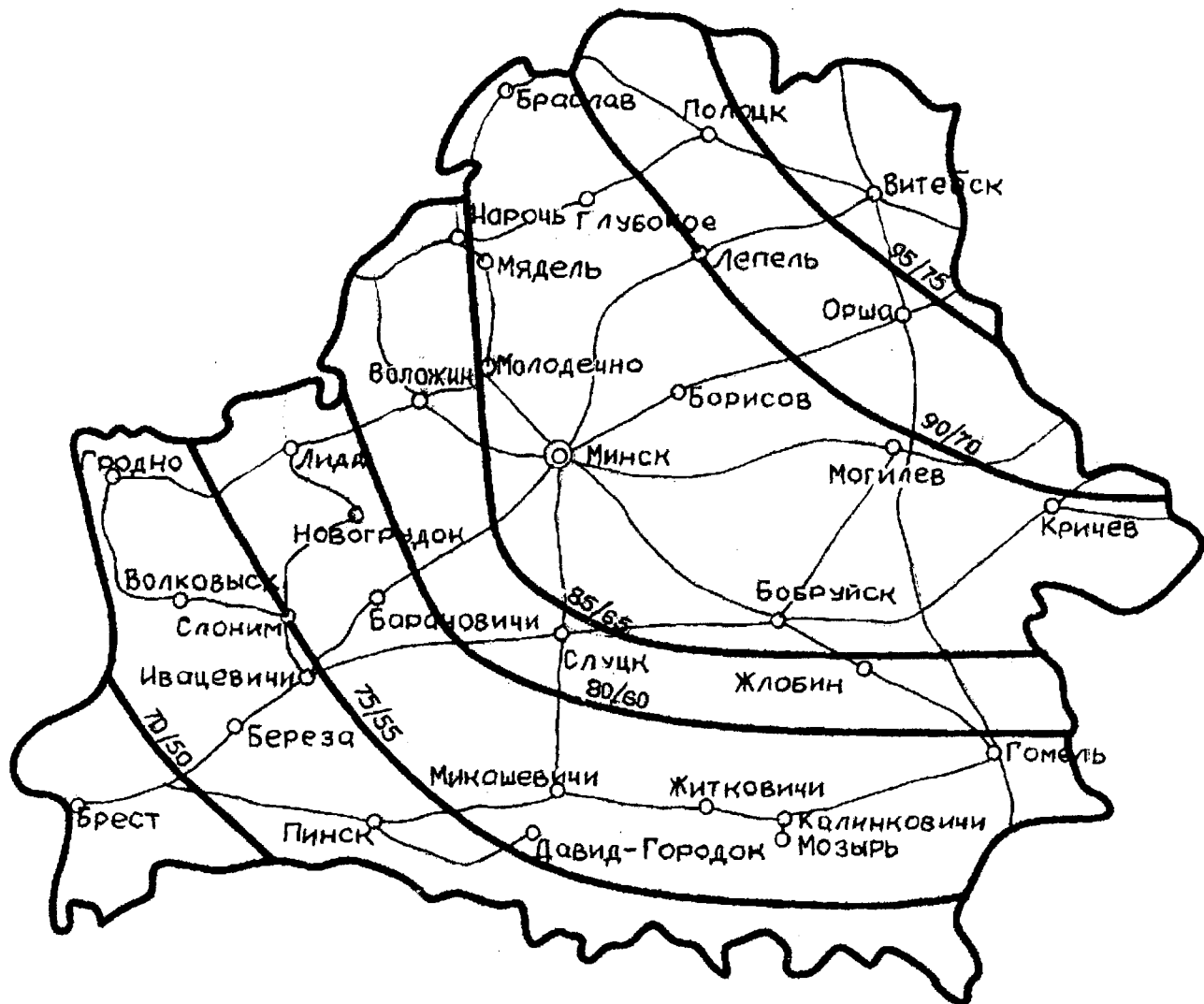


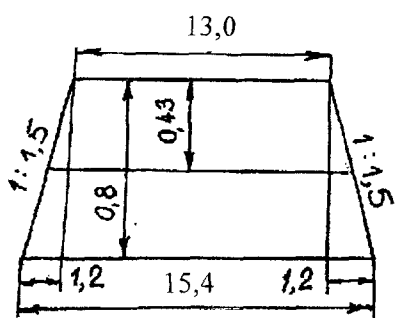
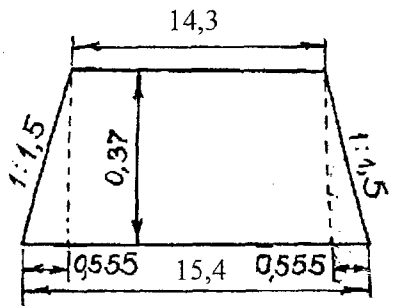
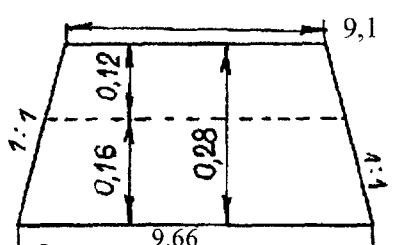
Рис. 6.5. Карта изолиний минимально допустимых толщин стабильных слоев дорожной конструкции

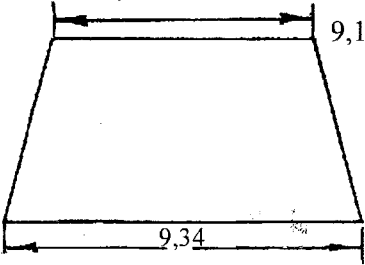
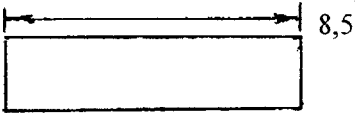
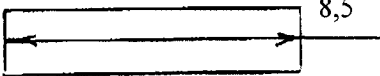
2.3. Площадь нижнего и верхнего слоев покрытия определяют исходя из ширины проезжей части с учетом устройства полосы укрепленной обочины. Для II категории:

$$7,0 + 2 \cdot 0,75 = 8,5 \text{ м.}$$

3. Рассчитывают нижний слой основания из гравийно-песчаной смеси, укрепленной золой-уносом, толщиной 0,16 м.

Ведомость объемов работ по устройству дорожной одежды

№ пп	Наименование работ	Ед. изм.	Формула расчета	Количество единиц измерения
1	2	3	4	5
1	<p>Устройство дополнительного слоя основания из песка толщиной 37 см (в плотном теле)</p> <p>1.1</p>  <p>1.2</p>  <p>1.3</p> $\left[\left(\frac{15,4 + 14,29}{2} \right) \cdot 0,37 \right] \cdot 20000 = 109890$	м ³	$V = F_{\text{тр}} \cdot L$ $V = 0,37 \times 14,85 \times 20000 = 109890$	109890
2	<p>Устройство нижнего слоя основания из гравийно-песчаной смеси, укрепленной золой-уносом, толщиной 16 см</p> <p>2.1</p> <p>Верх трапеции</p> $7,0 + 2 \cdot 0,75 + 2 \cdot 0,3 = 9,1$ <p>Нижняя линия трапеции</p> $9,1 + 2 \cdot 0,28 = 9,66$ <p>Верх нижней части трапеции</p> $9,66 - 2 \cdot 0,16 = 9,34$ 	м ²	$F = l_{\text{ср}} \cdot L$ $F = 9,5 \times 20000 = 190000$	190000

1	2	3	4	5
2.2	$\frac{(9,34+9,66)}{2} = 9,5$ <p>Гравийно-песчаная смесь содержит 20...50 % гравия; принимаем 40 %</p>	м ²		
3	<p>Устройство верхнего слоя основания из гравийного материала с добавлением 30 % щебня, обработанного битумной эмульсией, толщиной 12 см</p> <p>3.1</p>  <p>3.2</p> $\frac{(9,1 + 9,34)}{2} = 9,22$	м ²	$F = l_{cp} \cdot L$ $F = 9,22 \times 20000 = 184400$	184400
4	<p>Устройство нижнего слоя покрытия из горячего щебеннистого пористого асфальтобетона, крупнозернистого, толщиной 8 см</p>  $7,0 + 2 \cdot 0,75 = 8,5$	м ²	$F = (B + 2c) \cdot L$ $F = (7,0 + 2 \cdot 0,75) \times 20000 = 180000$	180000
5	<p>Устройство верхнего слоя покрытия из горячего асфальтобетона, мелкозернистого, типа Б, марки 1, толщиной 7 см</p>  $7,0 + 2 \cdot 0,75 = 8,5$	м ²	$F = (B + 2c) \cdot L$ $F = (7,0 + 2 \cdot 0,75) \times 20000 = 180000$	180000

В зависимости от содержания гравийных частиц (крупнее 5 мм) смеси подразделяются следующим образом:

- < 5 % – песчаная смесь;
- 5...20 % – песчано-гравийная смесь;
- 20...50 % – гравийно-песчаная смесь;
- 50...80 % – гравийная смесь;
- > 80 % – гравий.

3.1. Гравийно-песчаная смесь содержит 40 % гравия и 60 % песка. Единица измерения расценки принимается в 1000 м². Для определения количества золы переходят от плоскости к объему:

$$1000 \cdot 0,16 = 160 \text{ м}^3.$$

Разбивают этот объем на соответствующее содержание гравия и песка:

$$\text{гравия } 160 \cdot 0,4 \cdot 1,1 = 70,4 \text{ м}^3;$$

$$\text{песка } 160 \cdot 0,6 \cdot 1,1 = 105,6 \text{ м}^3.$$

3.2. Для расчета количества сланцевой золы, необходимой для укрепления песчано-гравийной смеси (20 % от массы смеси), переводят объем грунта в весовую составляющую. Для этого объем умножают на плотность (2,0 т/м³):

$$160 \cdot 2,0 = 320 \text{ т};$$

Сланцевая зола-унос

$$320 \cdot 0,2 = 64 \text{ т}.$$

3.3. В качестве химических добавок для повышения прочности и морозостойкости укрепленных сланцевыми золами смесей, а также при производстве работ при температуре ниже плюс 10 °С, следует применять электролиты – хлористый кальций, хлористый натрий, сернокислый натрий. Для улучшения качества готовой смеси выбирают добавку хлористого кальция в количестве 0,5 % от массы смеси (табл. 3, ВСН 32-82):

$$\text{Добавка } 320 \cdot 0,005 = 1,6 \text{ т}.$$

3.4. Полученные результаты проставляем в соответствующих графах в качестве нормы в ведомость потребности в основных дорожно-строительных материалах и полуфабрикатах (табл. 6.13).

3.5. Гравийно-песчаная смесь может применяться в естественном виде при наличии ее в карьере либо создаваться как искусственный материал. Ее можно получить двумя путями:

1) приготовлением в смесительной установке;

2) приготовлением путем вывозки гравия автосамосвалами в количестве 40 %, распределения его по поверхности ровным слоем, вывозки песка автосамосвалами в количестве 60 %, распределения его по поверхности, перемешивания гравия и песка с помощью автогрейдера с последующим разравниванием и уплотнением.

Ведомость потребности в основных
и полуфабрикатах по строи

№ пп	Наименование конструктивного слоя	Источник норм	Ед. изм./ кол-во единиц	Потребность в полуфабрикатах			
				АБС	Щ (Г), обра- ботка вязким битумом	Щ (Г), обработка цемент- ной и би- тумной эмуль- сией	Битум- ная эмуль- сия, т
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Дополнительный слой ос- нования из песка толщиной 0,37 м	Е 27-14-1	$\frac{100 \text{ м}^3}{1098,9}$				
2	Нижний слой основания из гравийно-песчаной смеси, укрепленной золой-уносом, толщиной 0,16 м	Е 27-3-1 (табл. 2, ВСН 32-82) Кол-во ЗУ принимаем 20%)	$\frac{1000 \text{ м}^2}{190}$				
3	Верхний слой основания из гравийного материала с добавлением 30 % щебня, обработанного битумной эмульсией, толщиной 0,12 м	Е 27-66-5 Е 27-68-25 СН 25-74 п. 2.58	$\frac{1000 \text{ м}^2}{184}$				12,4
4	Нижний слой покрытия из горячего щебенистого по- ристого крупнозернистого асфальтобетона толщиной 0,08 м	Е 27-53-6 Е 27-54-6 Е 27-67-13	$\frac{1000 \text{ м}^2}{180}$	$\frac{190,4}{34272}$			342,72
5	Верхний слой покрытия из горячего мелкозернистого асфальтобетона типа А, марки 1, толщиной 0,07 м	Е 27-53-1 Е 27-54-1 Е 27-67-3	$\frac{1000 \text{ м}^2}{180}$	$\frac{172,9}{31122}$			311,22

дорожно-строительных материалах
тельству дорожной одежды

В том числе потребность по составляющим											
Щебень (гравий) для приготовления смеси фракции, м ³					Песок, м ³	Вода, м ³	Минеральный порошок, т	Битум, т	Цемент, т	Зола-унос, т	ПАВ
крупнозернистой			мелкозернистой								
20...40 35 %	10...20 45 %	5...10 20 %	10...20 50 %	5...10 50 %							
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
					$\frac{110}{120879}$	$\frac{5}{5494}$					
				$\frac{70,4}{13376}$	$\frac{105,6}{20064}$					$\frac{64}{12160}$	$\frac{1,6}{304}$
$\frac{39,6}{7286}$				$\frac{92,4}{17002}$		$\frac{12,4 \times 0,44 = 5,5}{1012}$		$\frac{12,4 \times 0,55 = 7,0}{1288}$			
$\frac{36,1 \times 0,2 = 7,1}{342,72 \times 7,1 = 2734}$	$\frac{36,1 \times 0,45 = 16,3}{342,72 \times 16,3 = 5587}$	$\frac{36,1 \times 0,35 = 12,7}{342,72 \times 12,7 = 4353}$			$\frac{29,1}{324,72 \times 29,1 = 9974}$		$\frac{2,01}{342,72 \times 2,01 = 689}$	$\frac{5}{342,72 \times 5 = 1714}$			$\frac{0,375}{342,72 \times 0,37 = 129}$
			$\frac{28,2 \times 0,5 = 14,1}{311,22 \times 14,1 = 4389}$	$\frac{28,2 \times 0,5 = 14,1}{311,22 \times 14,1 = 4389}$	$\frac{31,1}{311,22 \times 31,1 = 9679}$		$\frac{8,54}{311,22 \times 8,54 = 2658}$	$\frac{5,92}{311,22 \times 5,92 = 1843}$			$\frac{0,444}{311,22 \times 0,444 = 139}$

3.6. Состав работ по укреплению смеси золой-уносом (02. Основания и покрытия из грунтов, укрепленных неорганическими вяжущими материалами. СНБ 8.03.127-2000) следующий:

- 1) размельчение смеси;
- 2) распределение золы-уноса;
- 3) перемешивание смеси с золой-уносом с одновременным увлажнением;
- 4) разравнивание и профилирование;
- 5) укатка;
- 6) уход за покрытием с применением пленкообразующего материала.

Для выполнения этих работ задействованы следующие машины:

- 1) автоцементовозы 13 т;
- 2) автогудронаторы 3500 л;
- 3) автогрейдеры среднего типа 99 кВт;
- 4) катки дорожные самоходные на пневмоколесном ходу 16 т;
- 5) катки дорожные самоходные на пневмоколесном ходу 30 т;
- 6) машины поливомоечные 6000 л;
- 7) распределители цемента;
- 8) фрезы навесные на тракторе 121,5 кВт;
- 9) средства малой механизации.

3.7. Для описания технологии укрепления используют:

Инструкцию по укреплению грунтов сланцевыми золами в условиях БССР (ВСН 32-82);

Инструкцию по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов (СН 25-74, п. 2.20...2.23, 3.1...3.68).

4. Рассчитывают верхний слой основания из гравийного материала с добавлением 30 % щебня, обработанного битумной эмульсией, толщиной 0,12 м.

4.1. Определяют количество гравия и щебня в общей массе смеси. Рассчитывают объем смеси с переводом ее в рыхлое состояние с обозначенной площадью:

$$1000 \cdot 0,12 \cdot 1,1 = 132 \text{ м}^3.$$

Эта смесь состоит из 70 % гравия и 30 % щебня (по условиям задания). Следовательно, содержание гравия (фракции 5...10 мм) составит:

$$132 \cdot 0,7 = 92,4 \text{ м}^3;$$

щебня (фракции 20...40 мм)

$$132 \cdot 0,3 = 39,6 \text{ м}^3.$$

4.2. Битумные эмульсии для укрепления грунтов во II дорожно-климатической зоне должны применяться анионные, прямого типа, медленнораспадающиеся (класса МА), приготовленные на нефтяных битумах марок БНД 200/300,

БНД 130/200, БНД 90/130, БНД 60/90, БНД 40/60, по показателям свойств соответствующие требованиям ГОСТа на эмульсии дорожные битумные. Содержание битума в них составляет 35...55 % массы эмульсии. Эмульсии с меньшим содержанием битума применяются для укрепления супесчаных и суглинистых грунтов; эмульсии с большим содержанием битума – для крупнообломочных и песчаных грунтов (п. 2.40...2.60 СН 25-74).

Приготавливают битумную эмульсию (27-66-5). Согласно нормам, для приготовления 1 т битумной эмульсии необходимо 0,56 т вязкого битума и 0,44 м³ – воды.

Расход битумной эмульсии принимают по Е 27-68-25 из расчета расхода эмульсии в количестве 5,77 т на 61,8 м³ щебня. Составляют пропорцию и получают, что на 132 м³ смеси необходимо 12,4 т битумной эмульсии. Эту цифру записывают в 8-м столбце.

4.3. Приготовленный материал (гравий с добавлением 30 % щебня) расходуется для устройства основания. При этом выполняются работы по нормам 15. Основания и покрытия из черного щебня. СНБ 8.03.127-2000:

- 1) очистка основания;
- 2) укладка и закрепление боковых упоров;
- 3) укладка и укатка черного щебня с проверкой профиля;
- 4) россыпь и укатка черного клинца;
- 5) уход за покрытием.

На этих работах задействованы следующие машины:

- 1) катки дорожные самоходные гладкие 13 т;
- 2) распределители щебня и гравия;
- 3) укладчики асфальтобетона;
- 4) средства малой механизации.

4.4. Для описания технологии устройства основания из каменного материала, обработанного битумной эмульсией, используют:

СНиП 3.06.03-85, раздел 9;

Инструкцию по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов (СН 25-74, п. 2.40...2.59; 2.73...2.88; 3.69...3.84).

5. Рассчитывают нижний слой покрытия из горячего щебенистого пористого крупнозернистого асфальтобетона толщиной слоя 0,08 м.

5.1. Расчет ведут по расценкам Е 27-53-6, Е 27-54-6 и Е 27-67-13.

Устройство покрытия рассчитывают исходя из 1000 м² и толщины покрытия 0,04 м (Е 27-53-6) и добавляют расценку на каждые 0,8 см (Е 27-54-6).

Например, суммарная расценка на покрытие толщиной 0,05 м составит:

$$95,2 + (11,9 \cdot 8) = 190,4 \text{ т.}$$

Ставят расценку в столбик 5. Необходимый объем асфальтобетонной смеси переносят из ведомости работ по устройству дорожной одежды (табл. 6.12 –

180000 м³). Перемножая объем на норму, получают необходимое количество асфальтобетонной смеси для устройства нижнего слоя покрытия:

$$180 \cdot 190,4 = 34272 \text{ т.}$$

5.2. Следующим этапом является определение составляющих компонентов асфальтобетонной смеси. Данные для расчета берут из Е 27-67-13 с учетом того, что единица измерения составляет 100 т. Следовательно:

$$34272 : 100 = 342,72 \text{ т.}$$

Зерновые составы минеральной части горячих и теплых смесей для плотных, пористых и высокопористых асфальтобетонов, применяемых в нижних слоях покрытий, можно принять по СНиП 1033-2004. Для непрерывных зерновых составов пористых крупнозернистых смесей принимают следующее содержание фракций: 5...10 мм – 35 %; 10...20 мм – 45 %; 20...40 мм – 20 %.

5.3. При приготовлении асфальтобетонной смеси выполняются следующие работы:

- 1) подача минеральных материалов в смеситель;
- 2) приготовление и подача вяжущих материалов с введением поверхностно-активной добавки в битум;
- 3) приготовление смеси;
- 4) выдача смеси в транспортные средства.

Работы выполняются на асфальтобетонном заводе производительностью 50 т/ч с дистанционным управлением.

5.4. При устройстве нижнего слоя покрытия выполняются следующие работы:

- 1) очистка основания;
- 2) укладка асфальтобетонной смеси с обрубкой краев, устранением дефектов, трамбованием мест, недоступных укатке;
- 3) укатка;
- 4) вырубка образцов и заделка вырубок.

На этих работах задействованы следующие механизмы и машины:

- 1) катки дорожные самоходные гладкие 8 т;
- 2) катки дорожные самоходные гладкие 13 т;
- 3) укладчики асфальта;
- 4) средства малой механизации.

6. Рассчитывают верхний слой покрытия из горячего асфальтобетона мелкозернистого типа А, марки 1, толщиной слоя 0,07 м.

Расчет выполняют по нормам Е 27-53-1, Е 27-54-1 и Е 27-67-3.

Устройство покрытия рассчитывают исходя из 1000 м² и толщины покрытия 0,04 м (Е 27-53-1) и добавляют расценку на каждые 0,5 см (Е 27-54-1).

Например, суммарная расценка на покрытие толщиной 0,07 м составит

$$98,8 + (12,35 \cdot 6) = 172,9 \text{ т.}$$

Ставят расценку в столбик 5. Объем переносят из ведомости работ по устройству дорожной одежды (табл. 6.12). Перемножая объем на норму, получают необходимое количество асфальтобетонной смеси для устройства нижнего слоя покрытия:

$$172,9 \cdot 180 = 31122 \text{ т.}$$

При расчете составляющих компонентов, который производится по Е 27-67-3, следует учитывать, что единицей измерения является 100 т. Тогда

$$31122 : 100 = 311,22 \text{ т.}$$

После расчета потребности в основных дорожно-строительных материалах и полуфабрикатах и заполнения табл. 6.13 необходимо расписать основные требования к технологии возведения каждого отдельного слоя в соответствии с выбранной конструкцией.

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРЬЕРОВ И МЕСТОРАСПОЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

7.1. Определение границ использования карьеров

При строительстве дорожной одежды возникает необходимость определения рациональной дальности возки материалов из карьеров, для чего находят границы зон действия этих карьеров.

В качестве *рациональной границы зон действия карьеров* принимают такую точку на дороге, в которой совпадают стоимости вывозки единицы материала из соседних карьеров. Экономически целесообразные зоны использования местных материалов устанавливают по стоимости перевозки грузов, принимаемой по СНиП 4.04-91, ССЦПГ, ч. 1.

Границы использования карьеров при равноценном качестве материалов удобно определять графически. Вертикальный отрезок, отложенный в точке выезда из каждого карьера, графически представляет собой стоимость материала при выезде на дорогу, а наклонные линии, расходящиеся от вертикального отрезка, – прирост стоимости по мере увеличения дальности возки. Пересечение наклонных линий свидетельствует о равенстве стоимостей перевозки каменного материала из соседних карьеров.

Стоимость единицы материала равна сумме отпускной цены единицы материала и транспортных расходов.

Расчет ведется в следующей последовательности:

1. Из прил. 4 выписывают исходные данные для выполнения расчетов. Расстояние до выхода на трассу записывают в третий столбец табл. 7.1.

2. Составляют схему дороги (рис. 7.1), на которую наносят расположение песчаных и гравийных карьеров.

3. Длину подъездного пути слева и справа рассчитывают с учетом выезда на дорогу и проезда по трассе до намеченного пункта. Крайние пункты принимают в начале и в конце дороги, а в середине – обязательно с перекрытием зон действия.

4. Насыпную плотность принимают в соответствии с исходными данными.

5. Транспортные расходы берут из «Сборника сметных цен на перевозки грузов для строительства. Часть 1. Железнодорожные и автомобильные перевозки. СНиП 4.04-91 (с. 63)» или из табл. 7.2.

6. Отпускную цену принимают по «Сборнику сметных цен на местные строительные материалы, изделия и конструкции для строительства в Республике Беларусь. Часть 4».

Отпускную цену на песок принимают по обоснованию С412-1266 (с. 249). Она равна оптовой.

Отпускную цену на песчано-гравийную смесь принимают по обоснованию С412-1268 (с. 250).

Эти же показатели могут быть определены по табл. 7.3.

7. Транспортные расходы (столбец 8 табл. 7.2) рассчитывают по формуле

$$C_{\text{тр рас}} = \rho_{\text{н}} \cdot T_{\text{рас}}, \quad (7.1)$$

где $\rho_{\text{н}}$ – насыпная плотность материала (принимают по данным столбца 5 табл. 7.1 или по исходным данным прил. 4);

$T_{\text{рас}}$ – транспортные расходы, руб./м³ (принимают по данным столбца 6 табл. 7.1).

8. Стоимость 1 м³ материала складывается из отпускной цены и транспортных расходов (складывают цифры столбцов 7 и 8).

9. Строят график (рис. 7.1) зависимости стоимости перевозки единицы продукции от расстояния транспортирования.

На графике обозначают место расположения песчаных и гравийных карьеров и примыкание пути транспортировки груза к строящейся дороге.

В верхней части графика откладывают отрезки по стоимости грузоперевозки: в точке примыкания и в дополнительных точках, расположенных справа и слева от точки примыкания.

Точка пересечения наклонных линий свидетельствует о равенности стоимости грузоперевозок, следовательно, эта точка является границей действия карьера.

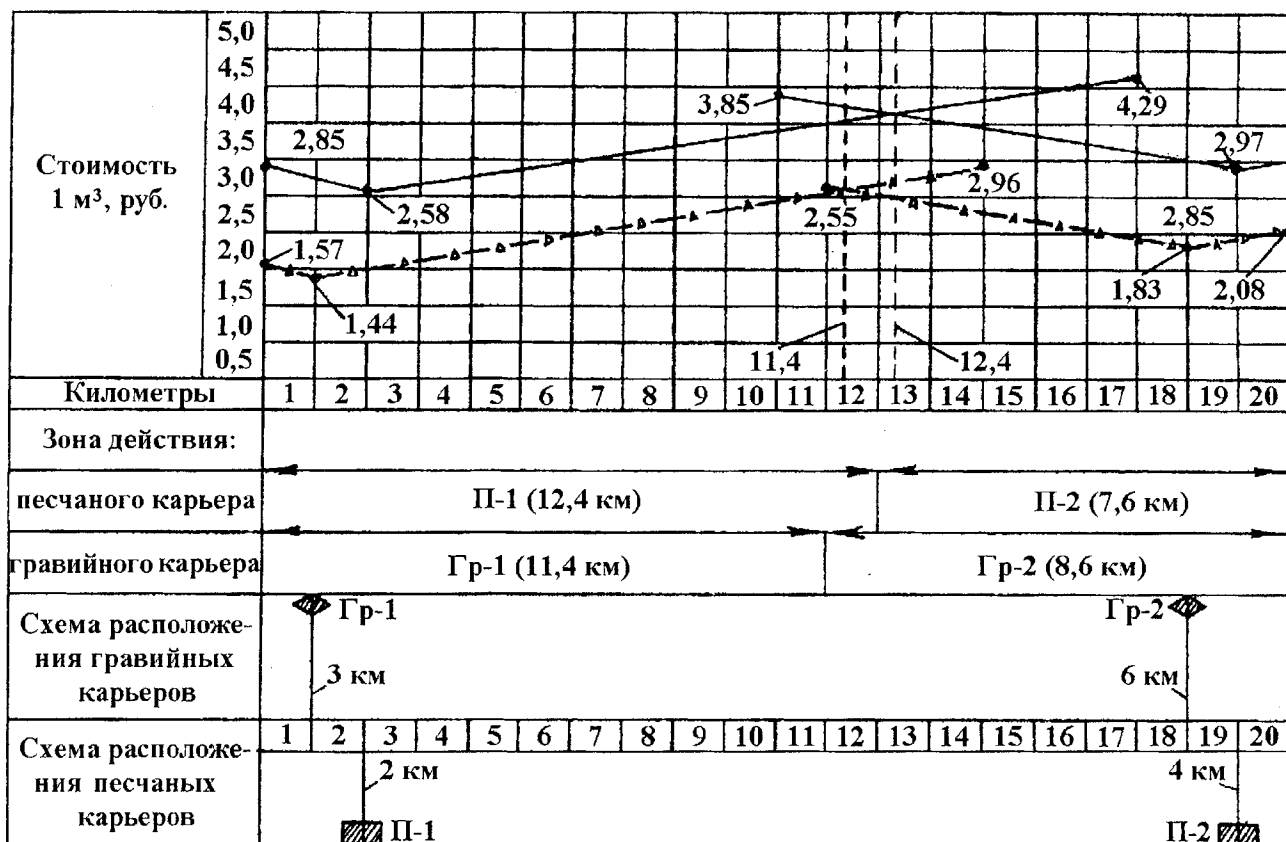


Рис. 7.1. График границ использования карьеров

Таблица 7.1

Ведомость расчета стоимости транспортных расходов материалов из карьеров

Наименование материала	Номера карьеров	Расстояние до выхода на трассу	Длина подъездного пути слева (справа)	Насыпная плотность, т/м³	Транспортные расходы, руб./м	Стоимость одного м³, руб.		
						Отпускная цена	Транспортные расходы	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Песок	П-1	2	4	1,5	0,43	2,20	0,65	2,85
			2		0,25		0,38	2,58
			16		$0,91 + 0,065 \cdot 6 = 1,3$		1,95	4,19
	П-2	4	13	1,5	$0,91 + 0,065 \cdot 3 = 1,1$	2,20	1,65	3,85
			4		0,43		0,65	2,85
			5		0,51		0,77	2,97
Песчано-гравийная смесь	Гр-1	3	4	1,6	0,43	0,88	0,69	1,57
			3		0,35		0,56	1,44
			16		$0,91 + 0,065 \cdot 6 = 1,3$		2,08	2,96
	Гр-2	6	12	1,6	$0,91 + 0,065 \cdot 2 = 1,04$	0,88	1,67	2,55
			6		0,59		0,95	1,83
			8		0,75		1,20	2,08

Перевозка грузов автомобилями-самосвалами из карьеров
(ССЦ на перевозки грузов для строительства. Ч. 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	св. 6 до 6,5	0,63
св. 1 до 1,5	0,2	св. 6,5 до 7	0,67
св. 1,5 до 2	0,25	св. 7 до 7,5	0,71
св. 2 до 2,5	0,3	св. 7,5 до 8	0,75
св. 2,5 до 3	0,35	св. 8 до 8,5	0,79
св. 3 до 3,5	0,39	св. 8,5 до 9	0,83
св. 3,5 до 4	0,43	св. 9 до 9,5	0,87
св. 4 до 4,5	0,47	св. 9,5 до 10	0,91
св. 4,5 до 5	0,51	св. 10	$0,91 + 0,065 \cdot X$
св. 5 до 5,5	0,55		
св. 5,5 до 6	0,59		

Таблица 7.3

Отпускная цена на природные нерудные материалы
(ССЦ на местные строительные материалы, изделия и конструкции для строительства в Республике Беларусь. Ч. 4)

Индекс позиции	Наименование материала	Оптовая цена, руб.
1	2	3
C412-1249	Щебень марки 1400, фракции 5...10	7,12
C412-1249-1	5...20	6,02
C412-1249-2	10...20	5,64
C412-1249-3	20...40	4,32
C412-1249-4	40...70	3,22
C412-1250	Щебень марки 1200, фракции 5...10	6,79
C412-1250-1	5...20	5,75
C412-1250-2	10...20	5,36
C412-1250-3	20...40	4,10
C412-1250-4	40...70	3,05
C412-1256	Щебень марки 200, фракции 5...10	4,81
C412-1256-1	5...20	4,10
C412-1256-2	10...20	3,82
C412-1256-3	20...40	2,89
C412-1256-4	40...70	2,17

1	2	3
C412-1258	Щебень из гравия марки Др.8, фракции 5...10	7,98
C412-1258-1	5...20	6,77
C412-1258-2	10...20	6,16
C412-1258-3	20...40	4,90
C412-1258-4	40...70	3,69
C412-1261	Щебень из гравия марки Др.24, фракции 5...10	5,83
C412-1261-1	5...20	4,90
C412-1261-2	10...20	4,46
C412-1261-3	20...40	3,58
C412-1261-4	40...70	2,70
C412-1262	Гравий для строительных работ марки Др.8, фракции 5...10	6,22
C412-1262-1	5...20	5,39
C412-1262-2	10...20	5,12
C412-1262-3	20...40	4,62
C412-1262-4	40...70	3,58
C412-1266	Песок для строительных работ природный	2,20
C412-1267	Песок природный обогащенный	3,74
C412-9007	Песок природный – 50 %, обогащенный – 50 %	2,97
C412-1268	Смеси песчано-гравийные природные	0,88

7.2. Выбор места расположения производственного предприятия

Размещение производственного предприятия должно обеспечить минимальную средневзвешенную стоимость франко-трасса приготовленных на предприятии полуфабрикатов и изделий. Место расположения производственного предприятия определяется на основе технико-экономического сравнения нескольких вариантов. При выборе вариантов необходимо учитывать, что пункты возможного расположения производственного предприятия должны отвечать следующим условиям:

1) находиться вблизи источников получения основных материалов, т. е. возле железнодорожных станций, карьеров и т. д.;

2) располагаться, по возможности, ближе к трассе строящейся дороги и иметь удобные подъезды к ней;

3) иметь достаточные по размерам и удобные площадки для размещения оборудования, складов материалов и других сооружений.

При выборе площадки для строительства производственного предприятия учитываются также геологические и гидрологические условия района строительства, существующая транспортная сеть, обеспеченность района электроэнергией и водой.

С учетом приведенных выше данных и исходных данных можно принять два варианта расположения асфальтобетонного завода (АБЗ):

- 1) возле железнодорожной станции с выходом на n -й километр трассы;
- 2) возле песчаного карьера (№ 1 или № 2) соответственно с выходом на m -й километр трассы.

Расчет ведется в следующей последовательности:

1. На основании исходных данных к разделу (прил. 5) вычерчивают схему размещения карьеров и асфальтобетонных заводов вдоль трассы дороги. Схему размещают в строке «Схема расположения баз, станций, карьеров дорожно-строительных материалов».

2. Заполняют расчетную часть (рис. 7.2) сверху вниз. В верхней части указывают потребное количество и дальность возки материалов для покрытия от пункта, из которого приготовленную на АБЗ асфальтобетонную смесь развозят на строящиеся участки дороги.

Проставляют в последней графе протяженность строящегося участка дороги.

Например, принимают длину строящегося участка равной 20 км. В точке, где дорога от АБЗ примыкает к трассе, проводят линию. В строке проставляют отрезки трассы, на которые эта точка делит всю дорогу, и вычисляют процент.

Например: 6 (30 %) и 14 (70 %) км.

3. Потребное количество необходимого материала для приготовления горячей мелкозернистой смеси берут из табл. 6.13 (столбик 5) и записывают в конце строки. Эту цифру делят в соответствии с процентами, полученными в предыдущем действии, и записывают в соответствующем отрезке строки.

4. Дальность возки определяют по формуле

$$L_i = L_{\text{под}} + 0,5 L_y, \quad (7.2)$$

где $L_{\text{под}}$ – длина подъездного пути от АБЗ до выхода на трассу, км;

L_y – длина участка дороги, расположенного вправо или влево от точки выхода на трассу.

5. Момент определяют из выражения

$$M = L_i \cdot \text{Потребное количество материала.} \quad (7.3)$$

6. Точно такие же позиции определяют для нижнего слоя асфальтобетона (горячей пористой крупнозернистой смеси) и записывают в соответствующие строки рис. 7.2.

Материалы для покрытия	Протяженность участка, км	6 (1-й вар.)		14 (1-й вар.)		18 (2-й вар.) (90 %)		2 (10 %)		20
		Потребное количество, т	9337 (30 %)	21785 (70 %)	28010 (2-й вар.)	3113	392140 (2-й вар.)	18672	6(2-й вар.)	
Материалы для покрытия	Дальность возки, км	13 (1-й вар.)	17 (1-й вар.)	14 (1-й вар.)	18 (2-й вар.)	2(2-й вар.)	20			
	Момент, т · км	121381 (1-й вар.)	370345 (1-й вар.)	370345 (1-й вар.)	392140 (2-й вар.)	18672	491736	410812	20	
	Протяженность участка, км	6 (1-й вар.)	14 (1-й вар.)	14 (1-й вар.)	18 (2-й вар.)	2(2-й вар.)	34272			
	Потребное количество, т	10281 (1-й вар.)	23991 (1-й вар.)	30845 (2-й вар.)	3427		15/10			
Гравийный материал с добавкой 30% щебня, обработанного битумной эмульсией	Дальность возки, км	13 (1-й вар.)	17 (1-й вар.)	14 (1-й вар.)	18 (2-й вар.)	6(2-й вар.)	20562			
	Момент, т · км	133661 (1-й вар.)	407837 (1-й вар.)	431828 (2-й вар.)	20562		541498	452390		
	Протяженность участка, км	3 км	10 км	11,4 км	6 км					
	Потребное количество, т	2 км	12,4 км	5 км	4 км					
Песок	Протяженность участка, км	6 (30 %)	14 (70 %)	14 (70 %)	14 (70 %)	1	20			
	Потребное количество, т	7286	17002	24288						
	Дальность возки, км	13	17	15						
	Момент, т · км	94723	289027	383750						
Гравийно-песчаная смесь, укрепленная золотой уносом	Протяженность участка, км	10,4 (52 %)	6,6 (33 %)	2 (10 %)						
	Потребное количество, т	1672	17388	3344						
	Дальность возки, км	3,5	8,2	7						
	Момент, т · км	5852	142582	23408						
Песок	Протяженность участка, км	2 (10 %)	10,4 (52 %)	6,6 (33 %)	1	20				
	Потребное количество, т	12088	62857	39890						
	Дальность возки, км	3	7,2	4,5						
	Момент, т · км	36264	452570	291197						

Схема расположения баз, станций, карьеров дорожно-строительных материалов

Рис. 7.2. График средней дальности возки дорожно-строительных материалов

Расчет проводят для двух вариантов размещения асфальтобетонных заводов.

Например, 1-й вариант: в 10 км от шестого километра трассы; 2-й вариант: в 5 км от восемнадцатого километра трассы.

7. Ниже схемы расположения баз размещают материалы для основания и подстилающего слоя.

Например, верхний слой основания – гравийный материал с добавкой 30 % щебня, обработанного битумной эмульсией.

Принимают решение приготавливать эту смесь на АБЗ, тогда разделение всей дороги на участки производится точно так, как для асфальтобетонной смеси.

Потребное количество материала складывается из двух компонентов: гравийного материала (17002 м³, табл. 6.13) и 30 % щебня (7286 м³):

$$17002 + 7286 = 24288 \text{ м}^3.$$

Эту цифру ставят в итоговый показатель и разносят по участкам в соответствии с протяженностью отрезка дороги.

8. В качестве нижнего слоя основания, например, можно принять гравийно-песчаную смесь, укрепленную золой-уносом. Для получения этого материала необходимо доставить гравийно-песчаную смесь из карьеров Гр-1 и Гр-2 в соответствии с зоной деятельности карьера. Поэтому строка разбивается на 4 участка тремя линиями:

- 1) точка примыкания карьера Гр-1 к дороге (например, 1 км);
- 2) точка примыкания Гр-2 к дороге (например, 18 км);
- 3) граница использования гравийных карьеров (например, 11,4 км).

9. Подстилающий слой основания создается из песка. Разбивку протяженности дороги производят аналогично предыдущему пункту, только теперь следует учитывать песчаные карьеры.

Закончив заполнение табличной части (рис. 7.2), приступают к определению величины транспортной работы по формуле

$$T = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot l_i + \sum_{j=1}^n Q_j \cdot l_j = \min, \quad (7.4)$$

где T – суммарная транспортная работа, т · км;

Q_i – масса привозимых на завод материалов (Щ, П, МП, Б), м³ или т;

l_i – расстояние перевозки материалов, км;

Q_j – масса асфальтобетона, т;

l_j – расстояние перевозки асфальтобетонной смеси, км;

m – количество перевозимых материалов;

n – количество видов асфальтобетона.

Результаты расчета сводятся в табл. 7.4. Расчеты показывают, что минимальное значение транспортной работы – у первого варианта. Следовательно,

расположение асфальтобетонного завода вблизи железнодорожной станции является оптимальным.

Таблица 7.4

Результаты расчета транспортной работы

Наименование материалов	Конструктивный слой покрытия	
	Верхний слой покрытия	Нижний слой покрытия
	1-й вариант (подвозка компонентов АБС и щебня по железной дороге, а песка – из ближайшего карьера)	
Щебень	$(4389 + 4389) \cdot 1,6 \cdot 1 = 14045$	$(4353 + 5587 + 2734) \cdot 1,6 \cdot 1 = 20279$
Песок	$9679 \cdot 1,5 \cdot 16 = 232296$	$9974 \cdot 1,5 \cdot 16 = 239376$
Минеральный порошок	$2658 \cdot 1 = 2658$	$689 \cdot 1 = 689$
Битум	$1843 \cdot 1 = 1843$	$1714 \cdot 1 = 1714$
ПАВ	$139 \cdot 1 = 139$	$129 \cdot 1 = 129$
Асфальтобетонная смесь (поворот направо)	$\frac{(31122 + 34272) \cdot 6}{20} \cdot (10 + 3) = 255037$	
Асфальтобетонная смесь (поворот налево)	$\frac{(31122 + 34272) \cdot 14}{20} \cdot (10 + 7) = 434291$	
Итого по 1-му варианту	$14045 + 232296 + 2658 + 1843 + 139 + 20279 + 239376 + 689 + 1714 + 129 + 252037 + 434291 = 1199496$	
	2-й вариант (подвозка компонентов АБС и щебня по железной дороге с доставкой на АБЗ, а песка – из ближайшего карьера)	
Щебень	$(4389 + 4389) \cdot 1,6 \cdot (10 + 12 + 5) = 379210$	$(4353 + 5587 + 2734) \cdot 1,6 \cdot (10 + 12 + 5) = 547517$
Песок	$9679 \cdot 1,5 \cdot 2 = 29037$	$9974 \cdot 1,5 \cdot 2 = 29922$
Минеральный порошок	$2658 \cdot 27 = 71766$	$689 \cdot 27 = 18603$
Битум	$1843 \cdot 27 = 49761$	$1714 \cdot 27 = 46278$
ПАВ	$139 \cdot 27 = 3753$	$129 \cdot 27 = 3483$
Асфальтобетонная смесь (поворот направо)	$\frac{(31122 + 34272) \cdot 18}{20} \cdot (5 + 9) = 823965$	
Асфальтобетонная смесь (поворот налево)	$\frac{(31122 + 34272) \cdot 2}{20} \cdot (5 + 1) = 39237$	
Итого по 2-му варианту	$379210 + 29037 + 71766 + 49761 + 3753 + 547517 + 29922 + 18603 + 46278 + 3483 + 823965 + 39237 = 2042532$	

7.3. Расчет скорости потока

Поточный способ организации производства дорожно-строительных работ – 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 быть 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.

Специализированный поток – часть комплексного потока при организации дорожно-строительных работ для выполнения отдельных видов этих работ. Его можно охарактеризовать как совокупность частных потоков, объединенных единой системой параметров и схемой потока, а также общей строительной продукцией в виде части дороги или какого-либо сооружения.

Специализированный поток по строительству дорожной одежды в общем случае будет состоять из 3 частных потоков:

- 1) впереди идущий частный поток по строительству дополнительного слоя основания;
- 2) частный поток по строительству дорожного основания;
- 3) поток по строительству дорожного покрытия.

Комплексный поток – это совокупность специализированных потоков, объединенных общей организационной структурой дорожно-строительной организации. Кроме потоков, выполняющих строительные-монтажные работы непосредственно на дороге, он включает подразделения, выполняющие заготовительные работы, в том числе по приготовлению дорожно-строительных материалов и полуфабрикатов, транспортные работы и работы по техническому обслуживанию машин.

Одним из элементов поточного метода дорожного строительства является скорость потока.

Скорость потока – это длина участка дороги, на котором поток заканчивает все работы за час, смену, сутки. Скорость потока для каждого конструктивного слоя дорожной одежды устанавливается в зависимости от длины дороги и срока строительства.

Целесообразно принимать скорость потока 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.

Скорость потока определяется по следующей зависимости:

$$V_{\text{п}} = \frac{L}{\sum D_{\text{рс до}} - t_{\text{р}}}, \text{ м/смену}, \quad (7.5)$$

где L – длина участка дороги, – например, 20000 м;

$D_{\text{рс до}}$ – количество рабочих смен на сооружение дорожной одежды в период строительства (табл. 1.5), определяется с использованием следующих показателей;

$D_{\text{рс}}$ – количество рабочих смен в году, в течение которых выполняются все виды работ, – например, 327 смен (табл. 1.5);

$D_{\text{рс зр}}$ – количество рабочих смен, в течение которых выполняются земляные работы, – например, 150 смен (табл. 4.5);

$D_{\text{рс пр}}$ – количество рабочих смен, в течение которых выполняются подготовительные работы, – например, 20 смен (формула 2.3),

$$D_{\text{рс до}} = D_{\text{рс}} - D_{\text{рс зр}} - D_{\text{рс пр}} = 327 - 150 - 20 = 157 \text{ смен};$$

$t_{\text{р}}$ – время на развертывание потока, – например, $t_{\text{р}} = 10$ смен.

Итак,

$$V_{\text{п}} = \frac{20000}{157 - 10} = 136 \text{ м/смену}.$$

Принимаем скорость потока 150 м/смену.

Для упрощения на линейных календарных графиках при поточном методе и одинаковой скорости потока по всем конструктивным слоям линейные работы обозначаются узкими полосами. При этом проекция вертикального сечения на ось времени показывает период развертывания поточного производства линейных работ ($t_{\text{р}}$); проекция горизонтального сечения на ось дороги показывает длину потока и место его нахождения в данный отрезок времени.

Основной параметр – скорость потока – на таких графиках характеризуется углом наклона линий.

При определении $t_{\text{р}}$ следует учитывать, что для каменных материалов, не укрепленных вяжущими веществами, черного щебня (гравия), асфальтобетон-

ных смесей время между началом работ по устройству отдельных слоев должно составлять не менее 2 смен (сегодня – на завтра). При наличии в конструктивных слоях материалов, укрепленных минеральными вяжущими, жидкими битумами, когда требуется твердение основного вяжущего или регулирование движения, это время увеличивается до 3...7 суток. При устройстве поверхностной обработки по свежеложенному цементобетонному покрытию требуется твердение бетона не менее 28 суток.

Потребность в материалах для обеспечения скорости потока определяется из выражения

$$Q_{\text{п}} = \frac{Q_0}{L} \cdot V_{\text{п}}, \quad (7.6)$$

где Q_0 – общая потребность в материалах на строительство конструктивного слоя одежды;

L – длина участка дороги, м;

$V_{\text{п}}$ – скорость потока.

Расчет потребности в материалах для обеспечения скорости потока ведется в табличной форме (табл. 7.5).

Таблица 7.5

Ведомость потребности в материалах для обеспечения скорости потока

Наименование конструктивных слоев дорожной одежды	Наименование материала	Единицы измерения	Кол-во материалов на дорогу	Порядок расчета	Кол-во материала с учетом скорости потока
1	2	3	4	5	6
1. Дополнительный слой основания из песка толщиной 0,37 м	песок	м ³	120879	120879 : 20000 · 150 = 907	907
	вода	м ³	5494	5494 : 20000 · 150 = 42	42
2. Нижний слой основания из гравийно-песчаной смеси, укрепленной золой-уносом, толщиной 0,16 м	песок	м ³	20064	20064 : 20000 · 150 = 150	150
	гравий	м ³	13376	13376 : 20000 · 150 = 101	101
	зола-унос	т	12160	12160 : 20000 · 150 = 92	92
3. Верхний слой основания из гравийного материала с добавлением 30 % щебня, обработанного битумной эмульсией, толщиной 0,12 м	ПАВ	т	304	304 : 20000 · 150 = 3	3
	гравий	м ³	17002	17002 : 20000 · 150	128
	щебень	м ³	7286	7286 : 20000 · 150	55
	вода	м ³	1012	1012 : 20000 · 150	8
	битум	т	1288	1288 : 20000 · 150	10

1	2	3	4	5	6
4. Нижний слой покрытия из горячего щебенистого пористого асфальтобетона крупнозернистого, толщиной слоя 0,08 м	АБС	т	34272	$34272 : 20000 \cdot 150 = 257$	257
5. Верхний слой покрытия из горячего асфальтобетона мелкозернистого, типа А, толщиной слоя 0,07 м	АБС	т	31122	$31122 : 20000 \cdot 150 = 234$	234

8. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

8.1. Расчет материалов, необходимых для транспортных работ, и количества машин для их перевозки

Подвозка необходимых материалов к местам их использования осуществляется автомобильным транспортом. Для производства транспортных работ прежде всего следует выбрать тип автомобилей и их грузоподъемность. Грузоподъемность автомобилей должна быть увязана с производительностью погрузочных средств и производительностью производственного предприятия.

После выбора автомобилей переходят к проектированию транспортных работ. При этом необходимо учесть возможность сочетания различных видов транспортных работ по срокам, чтобы обеспечить равномерную загрузку автотранспорта. Поэтому надо исходить из постоянной занятости определенного минимального количества машин, обеспечивающего выполнение работ в установленные сроки с учетом бесперебойного вывоза на трассу таких материалов, как асфальтобетонная смесь. Вывозку других материалов на трассу, а также на производственные предприятия, следует проектировать так, чтобы всегда полностью удовлетворялась потребность в этих материалах, а количество работающих машин было не более минимально необходимого, устанавливаемого расчетом, исходя из следующих условий:

1) количество машин должно быть не меньше требуемого для перевозки таких материалов, как асфальтобетонная смесь и др., при наибольшей дальности возки этих материалов; при этом должна быть обеспечена принятая скорость потока;

2) количество машин должно быть не менее требуемого для равномерного выполнения всех транспортных работ за принятый срок строительства; для определения этого количества машин производится расчет общей потребности в перевозках (в т/км).

Расчет ведется следующим образом:

1. На основании сведений об объеме перевозок по каждому виду грузов и по средней для них дальности возки определяется средневзвешенная дальность возки для суммарного объема перевозок и объем суммарных перевозок. По средневзвешенной дальности возки определяется производительность машин, а по объему суммарных перевозок и производительности машин – потребность в автотранспорте в машино-сменах. Зная продолжительность периода строительства и потребность в автотранспорте, можно определить необходимое количество машин. При этом необходимо сразу выбрать месторасположение производственного предприятия.

2. Производительность автосамосвалов при расчете потребности в автомобильном транспорте можно определить по формуле

$$\Pi_A = \frac{T \cdot V \cdot K_{\Pi} \cdot Q \cdot K_{Г} \cdot K_{В}}{(L_{\text{пг}} + t \cdot V \cdot K_{\Pi}) \cdot \rho_{\text{н}}}, \text{ м}^3/\text{смену},$$

где T – продолжительность смены, $T = 8$ ч;

V – средняя техническая скорость автомобиля, км/ч;

K_{Π} – коэффициент полезного использования пробега, т. е. отношение пробега с грузом к общему пробегу, принимаем 0,5;

Q – грузоподъемность автомобиля;

$K_{Г}$ – коэффициент использования грузоподъемности, принимаем 1,0;

$L_{\text{пг}}$ – среднее расстояние пробега с грузом, км;

$K_{В}$ – коэффициент использования рабочего времени, принимаем 0,87;

t – продолжительность простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой за одну поездку, ч;

$\rho_{\text{н}}$ – насыпная плотность материала, т/м³.

3. Среднюю техническую скорость автомобиля, его грузоподъемность принимаем такие же, как брали для формулы (4.11), т. е. 25 км/ч и 10 т.

4. Среднее расстояние пробега берется отдельно для каждого маршрута автомобиля:

1) от карьера (П-1, П-2) до трассы;

2) от карьера до начала трассы (нулевого пикета), т. е. с поворотом налево;

3) от карьера до границы действия карьера, т. е. с поворотом направо.

Аналогичным образом определяют среднее расстояние пробега для каждого маршрута при вывозке гравия и асфальтобетонной смеси:

1) от АБЗ (или Гр-1, Гр-2) до трассы;

2) от АБЗ до начала трассы (нулевого пикета), т. е. с поворотом направо;

3) от АБЗ до конца трассы, т. е. с поворотом налево.

5. Продолжительность простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой принимают с учетом данных, представленных в табл. 4.6 для автомобиля с грузоподъемностью в 10 т (например, 0,25 ч).

Насыпная плотность дана в исходных данных к разделу 7, т. е. в прил. 4.
Количество автомобилей определяют из выражения

$$N_A = \frac{M}{\Pi_A}, \quad (8.1)$$

где M – количество материала, необходимого для обеспечения скорости потока (табл. 7.5);

Π_A – производительность автосамосвалов.

Результаты расчета сводят в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Определение количества автосамосвалов

Наименование транспортируемого груза	Определение количества автосамосвалов			
	Производительность автосамосвалов, м ³ /смену		Количество, шт.	
	Расчет	Значение	Расчет	Значение
1	2	3	4	5
Дополнительный слой основания Песок карьер П-1	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(2 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5) \cdot 1,5}$	142,1	$\frac{907}{142,1}$	7,3 (8)
карьер П-1 с пово- ротом налево	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(4 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5) \cdot 1,5}$	95,4	$\frac{907}{95,4}$	10,8 (11)
карьер П-1 с пово- ротом направо	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(12,4 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5) \cdot 1,5}$	40,0	$\frac{907}{40,0}$	25,8 (26)
Песок карьер П-2	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(4 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5) \cdot 1,5}$	95,4	$\frac{907}{95,4}$	10,8 (11)
карьер П-2 с пово- ротом налево	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(10,6 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5) \cdot 1,5}$	42,3	$\frac{907}{42,3}$	24,4 (25)
карьер П-2 с пово- ротом направо	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(5 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5) \cdot 1,5}$	71,4	$\frac{907}{71,4}$	14,4 (15)
Основание (нижний слой) (60 % П + 40 % Гр) Песок карьер П-1	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(2 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5) \cdot 1,5}$	142,1	$\frac{150}{142,1}$	1,2 (2)
карьер П-1 с пово- ротом налево	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(4 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5) \cdot 1,5}$	95,4	$\frac{150}{95,4}$	1,7 (2)

1	2	3	4	5
карьер П-1 с поворотом направо	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(12,4 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)} \cdot 1,5$	40,0	$\frac{150}{40,0}$	4 (4)
Гравий карьер Гр-1	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(3 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)} \cdot 1,6$	88,8	$\frac{101}{88,8}$	1,2 (2)
карьер Гр-1 с поворотом налево	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(13,4 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)} \cdot 1,6$	32,9	$\frac{101}{32,9}$	3,3 (4)
карьер Гр-1 с поворотом направо	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(4 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)} \cdot 1,6$	76,4	$\frac{101}{76,4}$	1,4 (2)
Песок карьер П-2	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(4 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)} \cdot 1,5$	95,4	$\frac{150}{95,4}$	1,7 (2)
карьер П-2 с поворотом налево	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(10,6 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)} \cdot 1,5$	42,3	$\frac{150}{42,3}$	3,8 (4)
карьер П-2 с поворотом направо	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(5 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)} \cdot 1,5$	71,4	$\frac{150}{71}$	2,3 (3)
Гравий карьер Гр-2	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(6 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)} \cdot 1,6$	59,6	$\frac{101}{59,6}$	1,8 (2)
карьер Гр-2 с поворотом налево	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(8 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)} \cdot 1,6$	48,9	$\frac{101}{48,9}$	2,2 (3)
карьер Гр-2 с поворотом направо	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(11,6 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)} \cdot 1,6$	36,9	$\frac{101}{36,9}$	2,9 (3)
Основание (верхний слой) (70 % Гр + 30 % Ш). Гравий карьер Гр-1	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(3 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)} \cdot 1,6$	88,8	$\frac{128}{88,8}$	1,6 (2)
карьер Гр-1 с поворотом налево	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(13,4 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)} \cdot 1,6$	32,9	$\frac{128}{32,9}$	4,1 (5)
карьер Гр-1 с поворотом направо	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(4 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)} \cdot 1,6$	76,4	$\frac{128}{76,4}$	1,8 (2)
Гравий карьер Гр-2	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(6 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)} \cdot 1,6$	59,6	$\frac{128}{59,6}$	2,3 (3)
карьер Гр-2 с поворотом налево	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(8 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)} \cdot 1,6$	48,9	$\frac{128}{48,9}$	2,8 (3)
карьер Гр-2 с поворотом направо	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(11,6 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)} \cdot 1,6$	36,9	$\frac{128}{36,9}$	3,7 (4)

1	2	3	4	5
Щебень ж/д станция	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(10 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)} \cdot 1,6$	41,4	$\frac{55}{41,4}$	1,4 (2)
ж/д станция с пово- ротом налево	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(24 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)} \cdot 1,6$	20,1	$\frac{55}{20,1}$	2,9 (3)
ж/д станция с пово- ротом направо	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(16 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)} \cdot 1,6$	28,5	$\frac{55}{28,5}$	2,1 (2)
Покрытие (нижний слой) АБС АБЗ	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(10 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)}$	66,5	$\frac{257}{66,5}$	3,9 (4)
АБС АБЗ с поворотом налево	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(24 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)}$	32,2	$\frac{257}{32,2}$	8 (8)
АБС АБЗ с поворотом направо	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(16 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)}$	45,6	$\frac{257}{45,6}$	5,7 (6)
Покрытие (верхний слой) АБС АБЗ	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(10 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)}$	66,5	$\frac{234}{66,5}$	3,6 (4)
АБС АБЗ с поворотом налево	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(24 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)}$	32,2	$\frac{234}{32,2}$	7,3 (8)
АБС АБЗ с поворотом направо	$\frac{8 \cdot 25 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{(16 + 0,25 \cdot 25 \cdot 0,5)}$	45,6	$\frac{234}{45,6}$	5,2 (6)

На основании табл. 8.1 составляют сводную ведомость потребности в автосамосвалах (табл. 8.2).

Таблица 8.2

Ведомость потребности в автосамосвалах для перевозки
дорожно-строительных материалов

Наименование материала		Маршрут следования автомобилей					
		Карьеры (песок, ПГС)			АБЗ, ж/д станция		
		до места выхода на трассу	влево от места вы- хода	вправо от места вы- хода	до места выхода на трассу	влево от места вы- хода	вправо от места вы- хода
1	2	3	4	5	6	7	8
Дополни- тельный слой осно- вания Песок	II-1	<u>142,1</u>	<u>95,4</u>	<u>40,0</u>			
		8	11	26			
	II-2	<u>95,4</u>	<u>42,3</u>	<u>71,4</u>			
		11	25	15			

1	2	3	4	5	6	7	8
Основание, нижний слой (60 % П + + 40 % Гр)	П-1	$\frac{142,1}{2}$	$\frac{95,4}{2}$	$\frac{40,0}{4}$			
	П-2	$\frac{95,4}{2}$	$\frac{42,3}{4}$	$\frac{71,4}{3}$			
	Гр-1	$\frac{88,8}{2}$	$\frac{32,9}{4}$	$\frac{76,4}{2}$			
	Гр-2	$\frac{59,6}{2}$	$\frac{48,9}{3}$	$\frac{36,9}{3}$			
Основание, верхний слой (70 % Гр + + 30 % Ц)	Гр-1	$\frac{88,8}{2}$	$\frac{32,9}{5}$	$\frac{76,4}{2}$			
	Гр-2	$\frac{59,6}{3}$	$\frac{48,9}{3}$	$\frac{36,9}{4}$			
	Ще- бень (ж/д)				$\frac{41,4}{2}$	$\frac{20,1}{3}$	$\frac{28,5}{2}$
Покрытие, нижний слой АБЗ	АБЗ				$\frac{66,5}{4}$	$\frac{32,2}{8}$	$\frac{45,6}{6}$
Покрытие, верхний слой АБЗ	АБЗ				$\frac{66,5}{4}$	$\frac{32,2}{8}$	$\frac{45,6}{6}$

Примечание. В числителе – производительность машины, в знаменателе – потребное количество машин.

8.2. Разработка линейного календарного графика с эпюрой потребности в автотранспорте

Наиболее перспективным и научно-обоснованным способом строительства автомобильных дорог признан *поточный метод*, при котором строительные работы, как правило, производятся одновременно в одну сторону по трассе специализированными подразделениями дорожных машин. При этом каждое подразделение после выполнения работ на закрепленном за ним участке переводят на следующий с учетом требований технологии. Поточный метод предполагает согласованную и взаимно увязанную работу всех подразделений таким образом, чтобы обеспечивались наивысшая производительность труда, наименьшая стоимость и высокое качество работ.

Последовательность выполнения отдельных видов работ по строительству дорожной одежды обычно изображают на линейном календарном графике, на котором по шкале абсцисс откладывают протяженность дороги в км, а по шкале

ординат – срок строительства в сменах. Наклонная линия на графике показывает темп и время выполнения работ специализированным потоком. При постоянном темпе работ всех специализированных потоков линии на графике будут параллельными. Отклонения (если они необходимы) должны быть обоснованы. Работа автотранспорта по вывозке таких материалов, как песок, гравий, щебень, может предусматриваться с некоторым опережением общего темпа потока для создания задела работ и возможности (по мере необходимости) переключения части машин на перевозку полуфабрикатов при увеличении дальности возки.

При построении графика необходимо определить целесообразные интервалы между специализированными потоками (2...10 смен), определяемые технологическими требованиями (формирование покрытия, твердение цементобетона и т.д.).

Линейный календарный график для удобства лучше строить на миллиметровой бумаге, но можно строить и в виде трех отдельных графиков, связанных между собой одинаковыми осями.

Порядок построения линейного календарного графика следующий:

1. Вначале строят график потребности в автотранспорте (рис. 8.1). Горизонтальная ось графика представляет собой протяженность участка строящейся дороги, вертикальная – количество автосамосвалов (в шт.), занятых на вывозке материалов и полуфабрикатов.

2. Строят график вывозки песка для дополнительного слоя основания. Для этого на участке дороги в соответствии с графиком границ использования карьеров (рис. 7.1) обозначают точки выхода автотранспорта на дорогу при вывозке песка из первого (П-1) и второго (П-2) карьеров. В этих точках проводят вертикальные кривые, равные количеству автосамосвалов, необходимых для вывозки песка от карьера до трассы (табл. 8.2).

3. Затем обозначают точки, соответствующие количеству автосамосвалов с вывозкой песка до трассы и поворотом налево: для П-1 – до начала строящегося участка (ПК 0), для П-2 – до границы действия карьеров (численные значения берут из табл. 8.2). Таким же образом определяют точку, но теперь – с поворотом направо: для П-1 – до границы действия карьеров (точка на трассе 12,4 км), для П-2 – до конца строящегося участка (ПК-20).

4. После вывозки песка для дополнительного слоя начинают строить нижний слой основания дороги из смеси песка и гравия (П 60 % + Гр 40 %), укрепленный золой-уносом (толщиной 0,16 м). Для этого вначале вывозят песок из карьеров П-1 и П-2, а затем – гравий из гравийных карьеров Гр-1 и Гр-2. В соответствии с графиком (рис. 7.1) границ использования карьеров обозначают точки выхода на трассу при вывозке материала из карьеров песчаных П-1, П-2 и гравийных Гр-1, Гр-2. В этих точках проводят прямые линии, соответствующие количеству автосамосвалов, необходимых для доставки груза от карьера до трассы (численные значения берут из табл. 8.2). Затем, как в п. 2 и 3, ставят отметки для крайних точек. Получаются ломаные прямые линии, характеризующие количество транспорта, необходимого для вывозки материала при создании основания.

Количество автосамосвалов, необходимых для выполнения работ, шт.

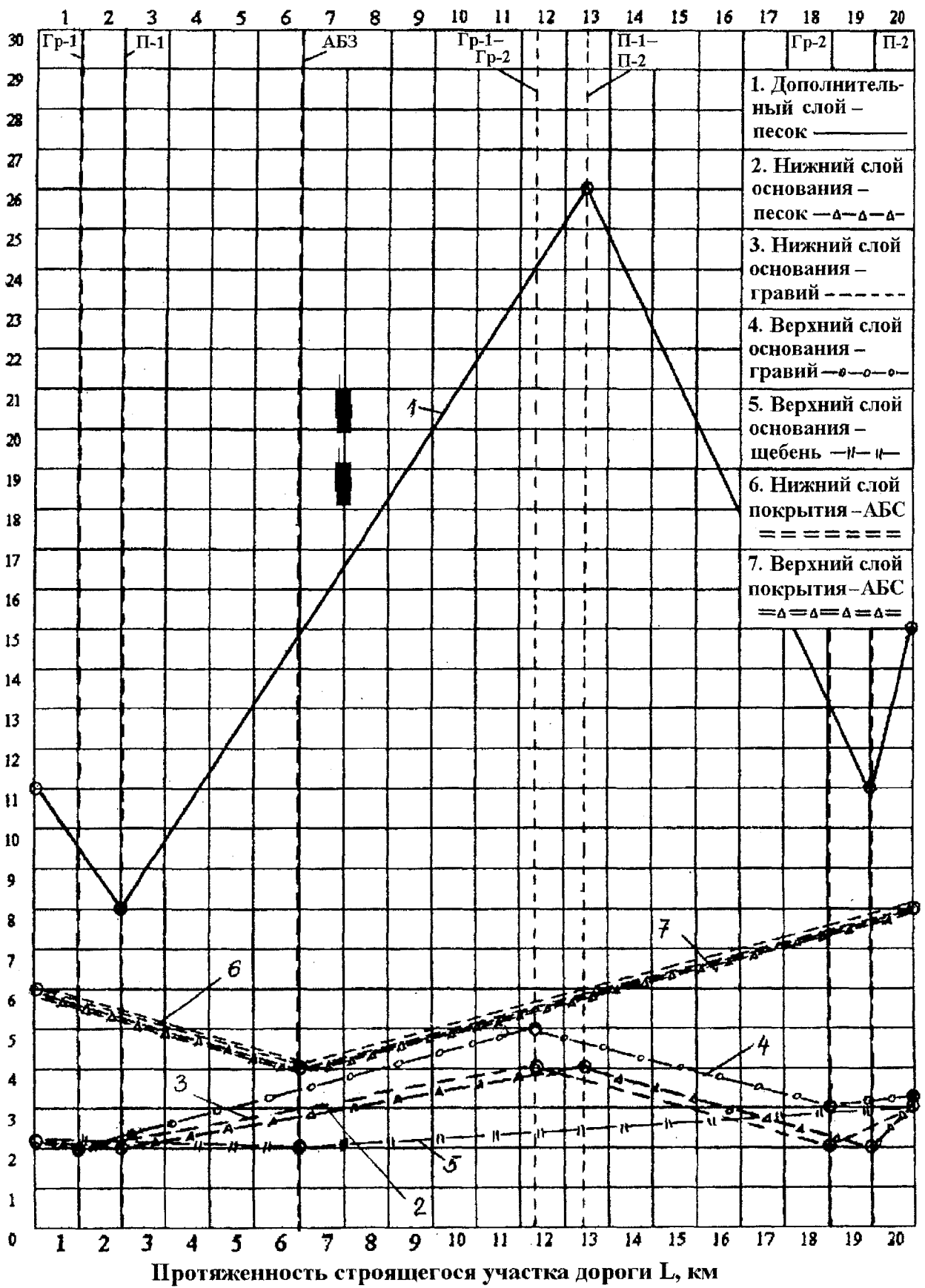


Рис. 8.1. График потребности в автотранспорте

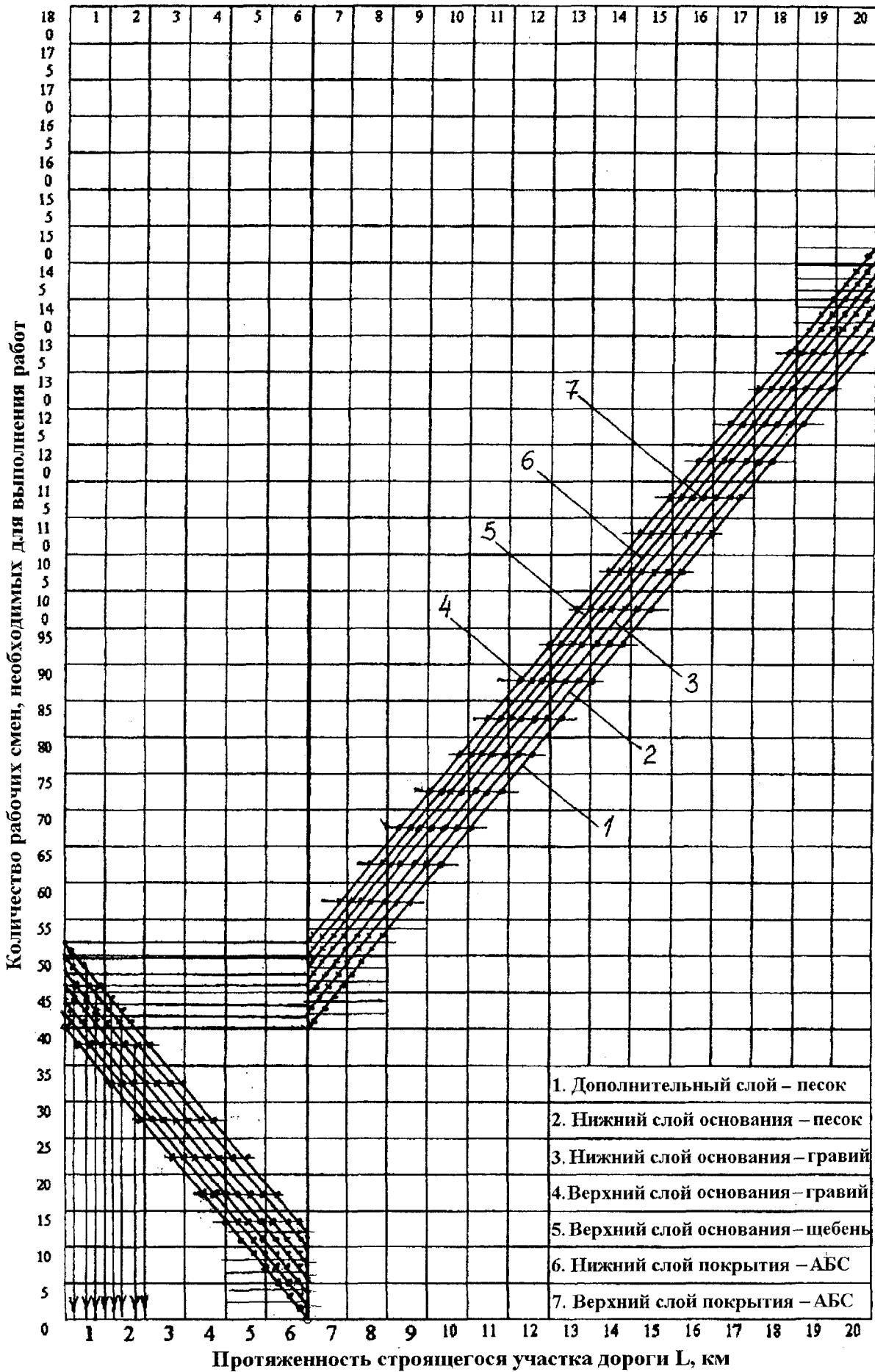
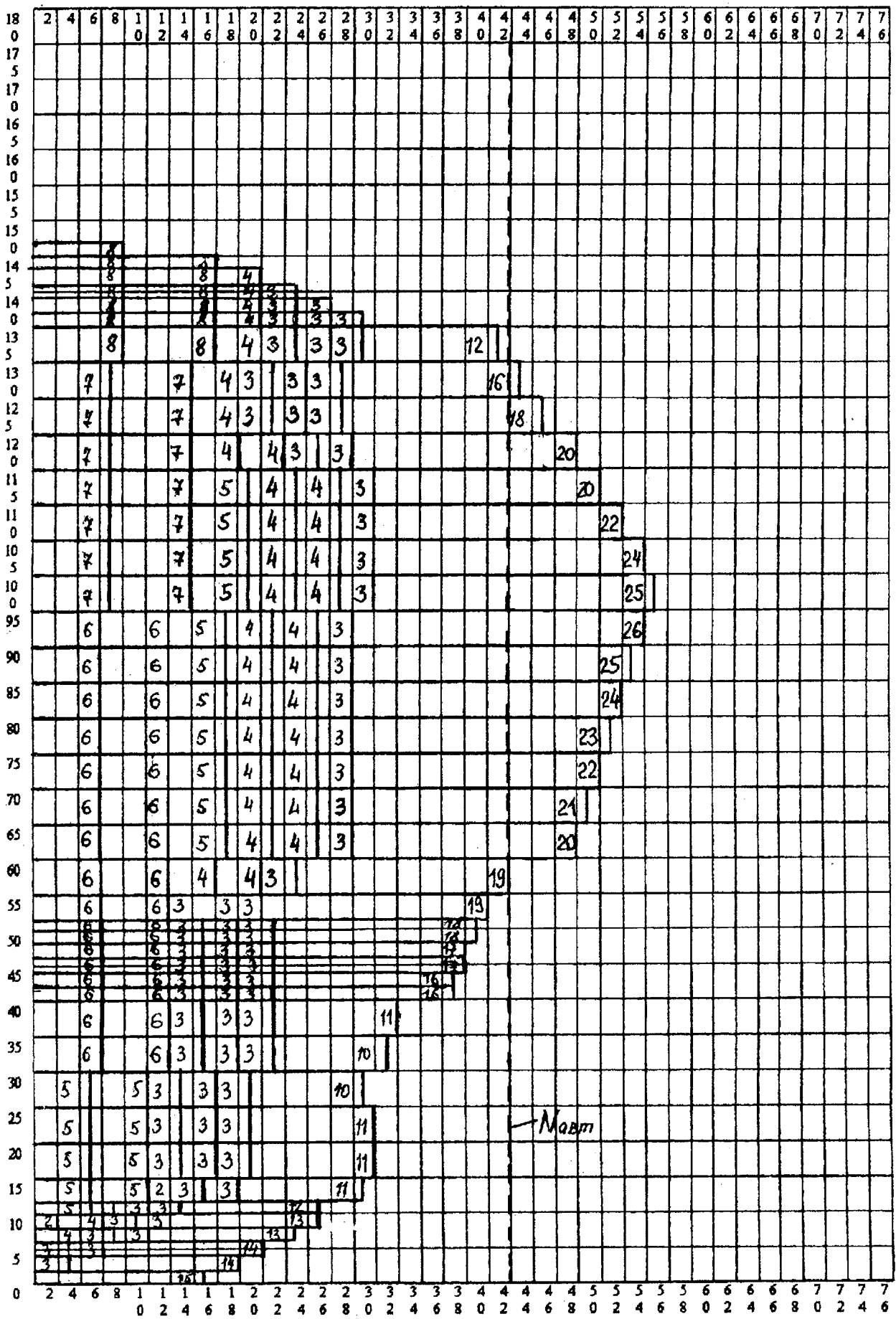


Рис. 8.2. Линейный календарный график организации строительства

Количество рабочих смен, необходимых для выполнения работ



Количество автомобилей, необходимых для выполнения сменных заданий, шт.

Рис. 8.3. Эпюра потребности в автотранспорте

5. После устройства нижнего слоя основания строят верхний слой основания из гравийного материала с добавкой 30 % щебня, обработанного битумной эмульсией (толщиной 0,12 м). Из гравийных карьеров ГР-1 и ГР-2 в соответствии с границей их действия вывозят вначале гравий, затем с железнодорожной станции – щебень. Количество машин, необходимых для вывозки материала, берут из табл. 8.2. Получают очередные две ломаные линии, характеризующие вывозку материала автотранспортом.

6. Устраивают покрытие автомобильной дороги: вначале – нижний слой покрытия из горячего пористого крупнозернистого асфальтобетона толщиной 0,08 м. Асфальтобетонную смесь (АБС) вывозят от асфальтобетонного завода (АБЗ), расположенного возле железнодорожной станции. Откладывают на графике отрезки, соответствующие количеству транспорта, необходимого для доставки АБС: от АБЗ до трассы, от АБЗ до начала дороги (ПК 0), от АБЗ до конца дороги (ПК 20).

7. Аналогичным образом получают ломаную линию, характеризующую количество транспорта, необходимого для вывозки АБС при устройстве верхнего слоя покрытия из горячего щебенистого мелкозернистого асфальтобетона.

8. После построения графика потребности в автотранспорте (рис. 8.1) приступают к построению линейного графика организации строительства (рис. 8.2). Для этого в прямоугольных координатах производят разбивку осей. По оси абсцисс наносят протяженность строящегося участка дороги в таком же масштабе, как на рис. 8.1. Ось ординат разбивают на одинаковые отрезки, отражающие количество рабочих смен, необходимых для выполнения конкретных работ.

9. Поскольку строительство покрытия дорожной одежды производится из асфальтобетонной смеси, которую доставляют на дорогу из АБЗ, находящегося возле железнодорожной станции, все работы начинают от точки примыкания дороги от АБЗ к строящемуся участку дороги (в нашем случае это 6 км – 1-я очередь). Вначале строят участок от шестого километра до нулевого пикета протяженностью 6 км; во вторую очередь – участок от шестого километра до двадцатого протяженностью 14 км (2-я очередь).

Работы по вывозке материалов ведутся в следующей последовательности:

- 1) отсыпают дополнительный слой основания из песка;
- 2) подвозят песок для строительства нижнего слоя основания;
- 3) подвозят гравий для строительства нижнего слоя основания;
- 4) подвозят гравий для сооружения верхнего слоя основания;
- 5) подвозят щебень для сооружения верхнего слоя основания;
- 6) подвозят асфальтобетонную смесь для нижнего слоя покрытия;
- 7) подвозят асфальтобетонную смесь для верхнего слоя покрытия.

10. Расчет количества рабочих смен, необходимых для выполнения работ по отсыпке дополнительного слоя основания, проводят по зависимости

$$N_{\text{см}} = \frac{L}{V_{\text{п}}} = \frac{6000}{150} = 40, \quad (8.2)$$

где L – протяженность строящегося участка (1-я очередь);

V_{Π} – скорость потока (раздел 7.3), $V_{\Pi} = 150$ м/смену.

На шестом километре при нулевой ординате ставят первую точку, вторую – на 40-й ординате при нулевой абсциссе (рис. 8.2), соединяют линейкой эти две точки и получают график работы автотранспорта на первой технологической операции.

10.1. С разбежкой в две смены аналогичным образом строят график для всех последующих технологических операций. Получается семь параллельных прямых, имеющих один и тот же угол наклона к горизонтальной оси.

10.2. Точки окончания выполнения каждой операции переносят горизонтальными линиями на шестой километр. Рассчитывают количество смен, необходимых на отсыпку подстилающего слоя на участке второй очереди:

$$N_{\text{см}} = \frac{L}{V_{\Pi}} = \frac{14000}{150} = 95.$$

Откладывают от начала производства работ по подстилающему слою на 2-й очереди (40 смен) отрезок, равный: $40 + 95 = 135$ смен при абсциссе, равной 20 км. Строят семь параллельных линий.

11. Строят эпюру потребности в автотранспорте (рис. 8.3).

Проводят две перпендикулярные оси:

1) горизонтальная – соответствует количеству машин, задействованных на всех технологических операциях на данный момент времени;

2) вертикальная – соответствует вертикальной оси линейного календарного графика (рис. 8.2) и выполнена в том же масштабе.

Вначале проводят на линейном графике (рис. 8.2) горизонтальные линии из точки начала каждой очередной технологической операции. Данное построение поясняют фрагментом, изображенным на рис. 8.4.



Рис. 8.4. Фрагмент графического построения для расчета количества автомобилей

11.1. Для первой прямой (дополнительного слоя основания) получают треугольник. По средней горизонтальной линии берут точку на наклонной прямой,

опускают из нее вертикальную прямую до пересечения с осью «Протяженность строящегося участка дороги». Полученную точку переносят на график потребности в автотранспорте (рис. 8.1), где проводят вертикальную прямую до пересечения с ломаной линией, изображающей количество автосамосвалов на отсыпке подстилающего слоя. Точку пересечения переносят на вертикальную ось и определяют количество автосамосвалов, необходимых для работы первых двух смен.

11.2. Второй отрезок включает уже две наклонные линии, третий – три, четвертый – четыре и т.д. до седьмой наклонной линии, которая включает шесть нижерасположенных линий. Для каждой из них посередине определяют точку, которую проецируют на рис. 8.1 и получают количество автомобилей.

Таким образом:

- 1) с каждой сменой количество работающих автомобилей увеличивается;
- 2) проецирование на график потребности (рис. 8.1) должно производиться до ломаных линий, соответствующих той же работе, для которой определялось количество автомобилей на рис.8.2.

11.3. На эпюре (рис. 8.3) через каждые две смены проводят горизонтальные линии, на которых откладывают полученное количество автомобилей.

Например, получилось, что на первых двух сменах необходимо 8 автосамосвалов, работающих на отсыпке подстилающего слоя. На следующих двух сменах помимо этих 8 автомобилей необходимо еще 2 автомобиля для вывозки песка для устройства основания, и так – по нарастающей.

Построив полностью эпюру, мы видим, что наибольшее количество задействованных автосамосвалов в работе приходится на отрезок, который соответствует 80...95 сменам и составит 29 автомобилей, работающих в течение смены.

Наиболее сложные расчеты для определения автомобилей соответствуют отрезкам, равным 0...15 сменам, 40...55 сменам и 140...150 сменам.

При построении эпюры необходимо учитывать, что ближе к оси ординат следует располагать количество машин, вывозящих асфальтобетонные смеси.

12. Определяют среднее количество автомобилей, необходимых для строительства данного участка автомобильной дороги, по формуле

$$N_{\text{авт}} = \frac{S_{\text{эпюры}}}{D_{\text{рса}}} = \frac{5848}{142} = 42, \quad (8.3)$$

где $S_{\text{эпюры}}$ – площадь эпюры (сумма всех прямоугольников, входящих в эпюру);

$D_{\text{рса}}$ – количество рабочих смен, необходимых для постройки дороги (берут из линейного календарного графика, рис. 8.2).

9. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ПРИЕМКА РАБОТ ПО КОНСТРУКТИВНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ

9.1. Контроль качества работ при сооружении земляного полотна

Изложение данного раздела проведено на основании статей СНиП 3.06.03-85 «Автомобильные дороги» и П2-02 к СНиП 3.0603-85 «Устройство земляного полотна автомобильных дорог» (Пособие к СНиП).

Входной контроль.

1. До начала работ по сооружению земляного полотна проверяют соответствие принятых в проекте и действительных показателей состава:

- 1) крупность частиц;
- 2) пластичность глинистых грунтов,

а также состояния грунтов в карьерах, резервах, выемках, естественных основаниях:

- 1) влажность;
- 2) плотность.

2. При входном контроле проверяют:

- 1) состав грунта по наименованию вида и разновидности;
- 2) наличие крупных включений;
- 3) влажность (отбор проб на влажность производится не менее двух на каждый километр притрассового резерва или на каждые 10 000 м³ выемки или карьера с периодичностью 1 раз в неделю при устойчивой погоде и ежедневно после дождей интенсивностью более 5 мм/сут).

Операционный контроль.

3. При операционном контроле качества сооружения земляного полотна проверяют:

- 1) толщину снимаемого плодородного слоя грунта;
- 2) плотность грунта в основании земляного полотна;
- 3) влажность используемого грунта;
- 4) толщину отсыпаемых слоев;
- 5) однородность грунта в слоях насыпи;
- 6) плотность грунта в слоях насыпи;
- 7) ровность поверхности;
- 8) поперечный профиль земляного полотна (расстояние между осью и бровкой, поперечный уклон, крутизну откосов);
- 9) правильность выполнения водоотводных и дренажных сооружений, прослоек, укрепления откосов и обочин).

4. При операционном контроле качества сооружения земляного полотна на болотах дополнительно контролируют:

- 1) полноту выторфовывания;
- 2) режим отсыпки;
- 3) величину осадки;

4) геометрические размеры вертикальных прорезей, дрен;

5) коэффициент фильтрации песка в них.

5. Однородность грунта в слоях насыпи по составу и влажности контролируют по: цвету; структуре (степени агрегированности); липкости (по технологическим особенностям – проходимости машин).

6. Толщину снятия растительного слоя контролируют по разности отметок и непосредственным измерением на обрезках, а также по цвету грунта. Величина допускаемого отклонения от проектной толщины $\pm 10\%$.

7. Плотность грунта в насыпи и естественном основании выемки или низкой насыпи контролируется в каждом уплотняемом слое: при ширине отсыпаемого слоя 20 м – по оси дороги и в 1,5...2 м от бровки земляного полотна, а при ширине отсыпаемого слоя более 20 м – дополнительно в середине между осью и бровкой.

Контроль плотности производят на глубине, равной $1/3$ толщины уплотняемого слоя, но не менее 8 см.

8. Контроль плотности грунта по указанным поперечникам производят на каждой сменной захватке работы уплотняющих машин, но не 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 производится не реже чем через 50 м, независимо от высоты насыпи.

Дополнительно контроль плотности производят в каждом слое насыпи над трубами, в конусах и местах сопряжения с мостами, а также при засыпке траншей и котлованов.

9. На каждом контрольном поперечнике определяют: вид грунта; соответствие фактической толщины уплотняемого слоя толщине, определенной ППР.

Отклонения от требуемого коэффициента уплотнения в сторону уменьшения допускаются не более чем у 10 % образцов и не должны превышать 4 %. Разница в коэффициентах уплотнения на одном поперечнике верхнего слоя земляного полотна для дорог с усовершенствованными покрытиями не должна превышать 2 %.

10. Измерение плотности производят не реже 1 раза в рабочую смену при объеме отсыпки до 1000 м^3 , не менее чем в трех местах по ширине насыпи. При объеме отсыпки более 1000 м^3 в смену на каждые 1000 м^3 добавляются одна-две проверки. Число измерений в каждом месте определяется технической характеристикой (погрешностью) метода.

11. Основным методом контроля плотности грунтов в насыпи или естественных отложениях следует считать метод отбора проб с последующим лабораторным определением требуемых показателей. При использовании приборов для ускоренного контроля плотности в целях проверки не менее 10 % всех измерений выполняют стандартным методом с отбором образцов.

12. Степень уплотнения крупнообломочных грунтов, содержащих более 60 % обломочной фракции, считают достаточной, если полная величина осадки

поверхности слоя грунта в результате уплотнения составляет 8...10 % первоначальной толщины, для верхнего слоя – 10...12 %.

13. Контроль влажности используемого грунта производят в месте его получения (в резерве, карьере) не реже одного раза в смену и обязательно при выпадении осадков.

14. Определяют допускаемые отклонения контролируемых геометрических параметров и плотности (табл. 9.1).

Таблица 9.1

Допускаемые отклонения при оценке качества

№ пп	Конструктивный элемент, контролируемый параметр	Условия оценки:	
		хорошо	отлично
1	Толщина снимаемого плодородного слоя грунтов	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до 40 %, остальные – до 20 %	Не более 5 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до 40 %, остальные – до 20 %
2	Снижение плотности естественного основания	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до 4 %, остальные должны быть не ниже проектных значений	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до 5 %, остальные должны быть не ниже проектных значений
3	Снижение плотности слоев земляного полотна	Не более 10 % результатов могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до 4 %, остальные должны быть не ниже проектных значений	Не более 10 % результатов могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до 2 %, остальные должны быть не ниже проектных значений
4	Снижение плотности грунта в обочинах	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до 4 %, остальные должны быть не ниже проектных значений	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до 2 %, остальные должны быть не ниже проектных значений

9.2. Контроль качества работ при устройстве дополнительных слоев оснований

1. При устройстве морозозащитных и дренирующих слоев контролируют соответствие качества материалов и песчаных грунтов требованиям проекта, плотность материала.

2. При устройстве теплоизолирующих слоев из бетонов, каменных материалов, обработанных вяжущими, укрепленных грунтов контролируют качество

во смесей путем определения прочности образцов материалов и их соответствие требованиям.

3. При устройстве дренирующих, капилляропрерывающих и гидроизолирующих прослоек проверяют толщину и гранулометрический состав слоев грунта над и под прослойкой, толщину первого слоя дорожной одежды над прослойкой.

4. Толщину первого слоя дорожной одежды и толщину слоев грунта над и под прослойкой контролируют линейкой в трех точках на поперечнике (по оси и у бровок земляного полотна) не реже чем через 100 м.

5. При устройстве морозозащитного слоя из непучинистых грунтов контролируют качество грунта в карьере путем отбора соответственно не менее 3 и 10 проб из каждых 500 м³ песчаного грунта и проводят их испытание с определением содержания пыли и глины и величины коэффициента фильтрации. Допускается устанавливать величину коэффициента фильтрации расчетным путем в зависимости от гранулометрического состава песчаного грунта.

6. Плотность материалов слоя контролируют в трех точках на поперечнике (по оси и у кромок проезжей части) не реже чем через 100 м методами, указанными в ГОСТ 5180-84. Для текущего контроля допускается использовать ускоренные и полевые экспресс-методы и приборы.

7. Гранулометрический состав слоев грунта над и под гидроизолирующими прослойками контролируют один раз в смену.

9.3. Контроль качества работ при устройстве оснований из грунтов, укрепленных вяжущими материалами

1. При устройстве оснований из укрепленных грунтов дополнительно контролируют:

не реже одного раза в смену:

- 1) гранулометрический состав крупнообломочных и песчаных грунтов;
- 2) число пластичности глинистых грунтов;
- 3) степень размельчения глинистых грунтов путем отсева проб на ситах с отверстиями 5 и 10 мм;
- 4) температуру органического вяжущего перед использованием;
- 5) однородность эмульсии – отсутствие расслоения;
- 6) качество смеси путем определения прочности образцов на сжатие;
- 7) при хранении сухих смесей в штабелях дополнительно – температуру смеси на глубине 0,2...0,4 м;

не реже чем через 200 м – влажность обрабатываемых грунтов и готовой смеси перед ее уплотнением и плотность материала в уплотненном слое в трех точках на поперечнике (по оси и на расстоянии 0,5 м от кромки слоя);

не реже одного раза в 5 смен:

- 1) содержание легкорастворимых солей в засоленных грунтах;
- 2) пригодность зол-уносов и золошлаковых смесей;
- 3) постоянное соблюдение требований по уходу.

2. Пригодность зол-уносов и золошлаковых смесей для использования их в качестве добавок в несвязные грунты определяют по содержанию в них частиц размером мельче 0,071 мм (не менее 60 %) и крупнее 2 мм (не более 5 %).

3. Для контроля прочности отбирают смесь и готовят три образца на 250 м³ смеси.

Отклонения от требуемых показателей прочности допускаются:

1) при приготовлении смесей в карьерных смесительных установках – не более ± 8 %;

2) при приготовлении смесей однопроходной грунтосмесительной машиной – не более ± 15 %;

3) при приготовлении смесей дорожной фрезой – не более ± 25 %.

4. Коэффициент уплотнения грунтов, укрепленных минеральными вяжущими материалами, определяют как отношение плотности высушенного образца укрепленного грунта, взятого из уплотненного слоя, к плотности высушенной смеси грунта с вяжущими, уплотненной до максимальной плотности.

5. Коэффициент уплотнения для грунтов, укрепленных органическими вяжущими материалами, определяют как отношение плотности высушенного образца укрепленного грунта, взятого из уплотненного слоя, к плотности смеси грунта с вяжущим, уплотненной при оптимальной влажности под нагрузкой 30 МПа (без добавок) и под нагрузкой 15 МПа (при добавке в смесь грунта с органическим вяжущим портландцемента или карбамидной смолы).

9.4. Контроль качества работ при устройстве щебеночных, гравийных и шлаковых оснований

1. При устройстве щебеночных, гравийных и шлаковых оснований дополнительно контролируют:

не реже одного раза в смену – влажность щебня, пескоцементной смеси и прочность пескоцемента;

постоянно визуально – качество уплотнения, соблюдение режима ухода.

2. Качество уплотнения щебеночных, гравийных и шлаковых оснований проверяют путем контрольного прохода катка массой 10...13 т по всей длине контролируемого участка, после которого на основании не должно оставаться следа и возникать волны перед вальцом, а положенная под валец щебенка должна раздавливаться.

9.5. Контроль качества работ при устройстве оснований и покрытий из щебеночных, гравийных и песчаных материалов, обработанных минеральными вяжущими веществами

1. При устройстве оснований и покрытий из щебеночных, гравийных и песчаных материалов, обработанных минеральными вяжущими веществами, дополнительно контролируют:

не реже одного раза в смену – влажность смеси; прочность материала;
не реже одного раза в семь смен – точность дозирования компонентов смеси контрольным взвешиванием;

постоянно: качество уплотнения; соблюдение режима ухода.

2. Качество уплотнения проверяют путем контрольного прохода катка массой 10...13 т по всей длине контролируемого участка, после которого на основании не должно оставаться следа и возникать волны перед вальцом.

9.6. Контроль качества работ при устройстве оснований и покрытий из черного щебня и щебеночных смесей по способу пропитки органическими вяжущими и смешением на дороге

1. При приготовлении эмульсий контролируют:

постоянно – температуру битума и водного раствора эмульгатора;

не реже одного раза в смену – качество эмульсии.

2. При устройстве оснований и покрытий из черного щебня и смесей, обработанных битумными эмульсиями в смесителе, контролируют:

в каждом автомобиле-самосвале – температуру черного щебня;

постоянно визуальное – однородность смеси и качество уплотнения.

3. При устройстве оснований и покрытий способом смешения на дороге контролируют:

при каждом розливе – температуру вяжущего материала;

не реже одного раза в смену – влажность минеральных материалов;

постоянно визуальное – однородность смеси и качество уплотнения; качество смеси по показателям двух проб на 1 км; плотность материала в покрытии по трем вырубкам (кернам) на 1 км.

9.7. Контроль качества работ при устройстве асфальтобетонных покрытий и оснований

1. При приготовлении асфальтобетонной смеси контролируют:

постоянно – температуру битума и минеральных материалов; температуру готовой асфальтобетонной смеси в кузове каждого автомобиля;

не реже одного раза в смену – качество смеси и битума;

не реже одного раза в 10 смен – качество щебня, песка и минерального порошка.

2. В процессе строительства покрытий и оснований дополнительно контролируют:

в каждом автомобиле – температуру горячей и теплой асфальтобетонной смеси;

постоянно – качество продольных и поперечных сопряжений укладываемых полос; качество асфальтобетона по показателям кернов (вырубок) в трех местах на 7000 м² покрытия, а также прочность сцепления слоев покрытия.

3. Вырубки или керны отбирают в слоях из горячих и теплых асфальтобетонов – через 1...3 сут после их уплотнения, из холодного – через 15...30 сут на расстоянии не менее 1 м от края покрытия.

4. Коэффициенты уплотнения конструктивных слоев дорожной одежды должны быть не ниже:

0,99 – для плотного асфальтобетона из горячих и теплых смесей типов А и Б;

0,98 – для плотного асфальтобетона из горячих и теплых смесей типов В, Г и Д, пористого и высокопористого асфальтобетона;

0,96 – для асфальтобетона из холодных смесей.

9.8. Контроль качества работ при устройстве поверхностной обработки покрытий

При устройстве поверхностной обработки контролируют:

в каждом битумовозе – температуру битума;

постоянно – однородность, чистоту и равномерность распределения щебня; равномерность распределения вяжущего материала;

не реже одного раза в смену – сцепление вяжущего материала с поверхностью зерен щебня; соответствие состава эмульсионно-минеральных смесей проекту; нормы расхода материалов путем взвешивания распределенного материала на площади $0,25 \text{ м}^2$.

9.9. Контроль качества работ при устройстве монолитных цементобетонных покрытий и оснований

1. При приготовлении цементобетонной смеси контролируют:

постоянно – соблюдение технологических режимов приготовления бетонной смеси;

не реже одного раза в смену – показатель удобоукладываемости бетонной смеси и объем вовлеченного воздуха; концентрацию рабочих растворов химических добавок; прочность бетона путем испытания трех контрольных образцов-балок; влажность заполнителей;

при изменении качества смеси (удобоукладываемости, объема вовлеченного воздуха) – точность дозирования компонентов бетонной смеси методом контрольного взвешивания; качество песка, щебня или гравия;

один раз в квартал – морозостойкость бетона.

2. При строительстве покрытий и оснований из монолитного бетона контролируют:

постоянно – соблюдение технологических режимов бетонирования, ухода за бетоном, устройства и герметизации швов, правильность установки арматуры и прокладок швов, устойчивость кромок боковых граней и сплошность поверхности покрытия;

перед началом бетонирования – правильность установки копирных струн и рельс-форм;

не реже одного раза в смену и при изменении качества смеси путем формирования и последующего испытания трех контрольных образцов-балок – удобоукладываемость и объем вовлеченного воздуха; уход за свежеложенным бетоном.

10. ОХРАНА ТРУДА, ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА

Строительство автомобильных дорог сопряжено с нарушением существующего ландшафта, разрушением почвенного покрова, нарушением естественного режима движения грунтовых и поверхностных вод, возникновением препятствий для устоявшихся потоков миграции животных. В процессе строительства используются большие объемы природных материалов, значительная часть которых невозобновляема. В результате прокладки автомобильных дорог активизируются процессы водной и ветровой эрозии земель, изменяется физико-химический состав почв, микроклимат.

Серьезную угрозу для объектов окружающей среды создают производственные предприятия дорожной отрасли. Асфальтосмесительные установки интенсивно выбрасывают в атмосферный воздух пыль, сажу, газообразные вещества, летучие углеводороды.

Эксплуатация автомобильных дорог приводит к значительному загрязнению окружающей среды газообразными и твердыми продуктами сгорания топлива, горюче-смазочными материалами, частицами истирания дорожных покрытий и шин, противогололедными реагентами. Особое беспокойство в Республике Беларусь вызывают переносимые вдоль трасс радионуклиды Чернобыльского выброса, главным образом, – цезия-137 и стронция-90, которые вместе с пылью попадают в организм человека, поражая жизненно важные органы и ткани.

Различные типы загрязнений окружающей среды подразделяются на три основных вида: биологическое, химическое и физическое.

Охрана окружающей среды – это комплекс мероприятий по сохранению условий для всестороннего удовлетворения социальных и экономических потребностей человека, обеспечению физических, химических и биологических параметров функционирования природных систем, направленный на сохранение, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, сохранение здоровья человека.

Загрязнение окружающей среды – это привнесение в окружающую среду или возникновение новых, обычно не характерных для нее физико-химических и биологических веществ, агентов, оказывающих вредные воздействия на природные экосистемы и человека.

По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, ежегодные поступления в атмосферу загрязняющих веществ от автотранспорта составляют около 1500 тыс. т, что превышает 70 % общего объема выбросов. Один автомобиль в среднем поглощает ежегодно 4 т кислорода и выбрасывает с выхлопными газами 800 кг оксида углерода,

40 кг оксидов азота, почти 200 кг различных углеводов и 2 кг свинца и его соединений. За счет стирания с участка дороги длиной 1 км и шириной 10 м за год выделяется около 1 т пыли.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – это нормативное количество вредного вещества в окружающей среде, которое при постоянном контакте или воздействии за определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье человека.

Газоочистка – это процесс выделения из газовых выбросов содержащихся в них вредных примесей.

Твердые и жидкие примеси в воздухе улавливаются специальными аппаратами – циклонами, скрубберами, газопромывателями и фильтрами.

Циклон – аппарат для очистки взвешенных в воздухе частиц и примесей за счет действия центробежной силы. Циклон улавливает пылеватые частицы размером более 5 мкм с эффективностью 85 %, 10 мкм – 95 %, 20 мкм – до 99 %.

Скрубберы – пылеулавливающие аппараты мокрой очистки. Применяются, когда допустимо увлажнение очищаемого газа. Позволяют повысить эффективность улавливания частиц более 5 мкм до 99 %.

Газопромыватель основан на действии трубы Вентури: газ подается на жидкость, в результате чего образуется туман, впитывающий в себя загрязнители. Обеспечивает улавливание пыли с размером частиц более 5 мкм до 99 %.

Фильтры – устройства для разделения неоднородных систем. Основным элементом фильтра – фильтровальная перегородка из пористого материала. Существуют фильтры для грубой очистки, где в качестве фильтрующих материалов используют щебень, гравий, кокс, металлическую стружку. Фильтры для тонкой очистки имеют тканевые рукава, через которые проходит очищаемый газ. Эффективность улавливания пыли рукавным фильтром достигает 99 %. Электрические фильтры, применяемые для высокой степени очистки от мелкодисперсной пыли, обладают большой пропускной способностью. Между электродами у этих фильтров создается электрическое поле. Газ проходит между электродами, взвешенные в нем частицы заряжаются под действием электрического поля и притягиваются к осадительным электродам.

На территории Республики Беларусь ежегодно накапливается более 20 млн. т промышленных отходов, среди которых наибольшее количество составляют глино-солевые отходы обогащения калийной руды, фосфогипс, отработанные формовочные смеси, гидролизный лигнин, отработанные автопокрышки. Используя современные технологии переработки и активации этих отходов, можно получить приемлемое сырье для производства дорожно-строительных материалов.

Источником загрязнения окружающей среды для населения и участников дорожного движения также является шум, создаваемый движением автомобилей. При скорости до 70 км/ч уровень шума определяется работой двигателя. При больших скоростях преобладающим становится шум от трения шин о покрытие дороги.

Земляные работы в дорожном строительстве почти полностью механизированы. Поэтому задачей охраны труда является обеспечение условий безопасного выполнения этих работ с помощью машин. Несчастные случаи при производстве земляных работ могут быть вызваны как техническими, так и организационными причинами. К таким причинам относятся: отсутствие постоянного надзора за безопасностью, допуск рабочих к работам без надлежащей подготовки и инструктажа по технике безопасности, перемещение их с одного вида работ на другой без подготовки, несвоевременная выдача рабочим индивидуальных защитных приспособлений.

К техническим причинам несчастных случаев относятся: неисправность машин и механизмов, неправильная организация технического процесса выполнения работ, неправильная система технической эксплуатации машин, перегрузка машин.

Важной задачей по охране природы является рациональное использование земель и биологических ресурсов при возведении земляного полотна и разработке грунтовых карьеров.

Причинами пожаров могут быть: неисправность отопительных или нагревательных приборов; неисправность оборудования; неосторожное обращение с огнем (особенно в битумном цехе и на складе топлива); искрение; плохое состояние электропроводки и электроустановок; самовозгорание материалов и веществ; разведение огня и курение в недозволенных местах; удары молнии.

Меры противопожарной безопасности на асфальтобетонном заводе (АБЗ) следующие:

- 1) устройство противопожарных разрывов между сооружениями и местами хранения сгораемых материалов;
- 2) наличие дорог, обеспечивающих подъезд ко всем цехам, складам, пожарным кранам;
- 3) выделение специальных мест для курения;
- 4) устройство постоянной или временной водопроводной сети;
- 5) размещение на видных местах инструкций о мерах пожарной безопасности, плакатов и звуковых сигналов;
- 6) изготовление пожарных щитов с топорами, ломami, лопатами, ведрами, огнетушителями.

Л и т е р а т у р а

1. СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 112 с.
2. Задания и методические указания к курсовому проекту № 2 «Строительство дорожной одежды с усовершенствованным покрытием» по дисциплине «Технология и организация строительства автомобильных дорог» для студентов специальности Т 19 03 00 «Строительство дорог и транспортных объектов» специализации Т 19 03 01 «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» / Н.С. Семашко [и др.]. – Мн.: БГПА, 1998. – 68 с.
3. Устройство земляного полотна автомобильных дорог (П2-02 к СНиП 3.06.03-85) / Департамент «Белавтодор». – Мн., 2003. – 121 с.
4. Методические указания и задания к курсовому проекту «Возведение земляного полотна автомобильной дороги» по курсу «Технология и организация строительства автомобильных дорог» для студентов специальности Т 19 03 00 «Строительство дорог и транспортных объектов» специализации Т 19 03 01 «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» / Н.С. Семашко [и др.]. – Мн.: БГПА, 2001. – 51 с.
5. Автомобильные дороги Беларуси: энциклопедия / Под ред. А.В. Минина. – Мн.: Беларуская энцыклапедыя, 2002. – 669 с.
6. Строительство автомобильных дорог: справочник инженера-дорожника / Под ред. А.В. Бочина. – М.: Транспорт, 1980. – 511 с.
7. СНБ 8.03.101-2000. Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции и работы. Сборник 1. Земляные работы для строительства в сельской местности. – Мн.: Мин-во архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2001. – 634 с.
8. СНБ 8.03.127-2000. Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции и работы. Сборник 27. Автомобильные дороги для строительства в сельской местности. – Мн.: Мин-во архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2001. – 284 с.
9. Методические указания по определению годовых режимов работы и эксплуатационной производительности строительных машин. – М.: Стройиздат, 1969. – 170 с.
10. Леонович, И.И. Содержание и ремонт автомобильных дорог. В 2 ч. Ч. 1. – Мн.: БНТУ, 2003. – 270 с.
11. Типовые строительные конструкции, изделия и узлы. Сер. 3.503-71. Дорожные одежды автомобильных дорог общего пользования. Материалы для проектирования. – М.: ГПИ «Союздорпроект» Минтрансстроя, 1987. – 65 с.
12. Леонович, И.И. Дорожная климатология. – Мн.: БГПА, 1994. – 190 с.
13. Горельшев, Н.В. Технология и организация строительства автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1992. – 551 с.
14. Бабаскин, Ю.Г., Вербилло, И.Н. Технология дорожного строительства. – Мн.: БНТУ, 2003. – 202 с.
15. СН 25-74. Инструкция по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов. – М.: Стройиздат, 1975. – 127 с.

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет транспортных коммуникаций
Кафедра «Строительство и эксплуатация дорог»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

на тему «Технико-экономическое обоснование технологии
и организации работ по строительству автомобильной дороги»

по дисциплине «Технология строительства дорог»

Студента III курса, гр. 114613

Ф.И.О.

Руководитель проекта

Ф.И.О.

Минск 2006

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет транспортных коммуникаций

«Утверждаю»

Зав кафедрой _____

Ф.И.О.

« ____ » _____ 2006 г.

З А Д А Н И Е
по курсовому проектированию

Студенту _____

Ф.И.О.

1. Тема проекта: «Технико-экономическое обоснование технологии и организации работ по строительству автомобильной дороги».

2. Срок сдачи студентом законченного проекта _____
дата

3. Исходные данные для проекта:

3.1. Область строительства – _____ Метеостанция – _____

3.2. Сроки строительства – _____

3.3. Категория дороги – _____ Протяженность дороги – _____ км.

3.4. Конструкция дорожной одежды: _____

Схема	Толщина слоев	Вид материала

Примечание. Полосы уширения устраивать для вида покрытия:

1) асфальтобетонного – из материала покрытия;

2) цементобетонного – из мелкозернистого плотного а/б типа В на гравийном основании.

3.5. Производственное предприятие – в соответствии с верхним слоем покрытия.

4. Содержание расчетно-пояснительной записки:

В в е д е н и е.

4.1. Общая характеристика условий района строительства.

4.2. Подготовительные работы.

- 4.3. Строительство железобетонных труб.
- 4.4. Возведение земляного полотна.
- 4.5. Укрепительные и отделочные работы.
- 4.6. Строительство дорожной одежды.
- 4.7. Организация работы автомобильного транспорта.
- 4.8. Контроль качества и приемка работ по конструктивным элементам.
- 4.9. Охрана труда, окружающей среды, техника безопасности, противопожарная защита.

5. Перечень графического материала:

- 5.1. График климатических характеристик (А 4).
- 5.2. Технологические схемы возведения земляного полотна и строительства дорожной одежды (А 4).
- 5.3. График распределения земляных масс (А 4).
- 5.4. График границ использования карьеров (А 4).
- 5.5. График средней дальности возки материалов (А 4).
- 5.6. График средней дальности возки дорожно-строительных материалов (А 4).
- 5.7. График потребности в автотранспорте (А 3).
- 5.8. Линейный календарный график с эapurой потребности в автотранспорте (А 4).

6. Консультант по проекту: _____
Ф.И.О.

7. Дата выдачи задания: _____

8. Календарный график работы над проектом на весь период и трудоемкость отдельных разделов:

Введение – 5 %.

П.1 – 10 %

П.2 – 10 %

П.3 – 10 %

П.4 – 10 % – 01.11.06

П.5 – 10 %

П.6 – 10 %

П.7 – 10 % – 01.12.06

П.8 – 10 %

П.9 – 5 %

П.10 – 5% – 15.12.06

Графический материал – 15 %

Руководитель _____
Ф.И.О.

Задание принял к исполнению _____ (дата, роспись)

Исходные данные для вариантного
расчета конструкций

№ пп	Кате- гория доро- ги	Покрытие				Основание							
		Верхний слой		Нижний слой		I класс прочности				II класс прочности			
		тол- щина, см	мате- риал	тол- щина, см	мате- риал	Верхний слой		Нижний слой		Верхний слой		Нижний слой	
						тол- щина, см	мате- риал	тол- щина, см	мате- риал	тол- щина, см	мате- риал	тол- щина, см	мате- риал
1	II	7	1	6	5	11	8	15	25	-	-	-	-
2	II	6	1	7	5	12	9	16	25	-	-	-	-
3	II	7	1	8	5	10	10	14	25	-	-	-	-
4	II	6	1	6	7	11	11	15	25	-	-	-	-
5	II	7	1	7	7	-	-	-	-	10	12	15	25
6	II	6	1	8	7	11	13	16	25	-	-	-	-
7	II	7	1	7	7	10	14	15	25	-	-	-	-
8	II	6	1	8	5	-	-	-	-	12	15	15	25
9	III	5	2	6	6	16	25	-	-	-	-	-	-
10	III	4	2	7	6	17	24	-	-	-	-	-	-
11	III	5	2	6	7	15	23	-	-	-	-	-	-
12	IV	5	3	6	4	18	25	-	-	-	-	-	-
13	IV	4	3	7	4	20	25	-	-	-	-	-	-
14	IV	5	3	6	23	22	25	-	-	-	-	-	-
15	IV	4	3	7	23	24	25	-	-	-	-	-	-
16	II	7	1	8	7	12	16	16	25	-	-	-	-
17	III	5	2	7	7	18	25	-	-	-	-	-	-
18	III	6	2	6	6	19	24	-	-	-	-	-	-
19	III	5	2	7	7	20	23	-	-	-	-	-	-
20	III	6	2	6	6	17	25	-	-	-	-	-	-
21	II	7	1	8	5	10	17	16	25	-	-	-	-
22	II	8	1	7	5	-	-	-	-	11	18	16	25
23	II	7	1	8	5	-	-	-	-	12	19	15	25
24	II	8	1	9	5	11	22	16	19	-	-	-	-
25	II	7	1	8	7	12	21	15	25	-	-	-	-

Исходные данные для раздела
«Определение границ использования карьеров»

№ варианта	№ километра выезда из карьера				Расстояние от карьера до дороги				Насыпная плотность, т/м ³	
	песчаные		гравийные		песчаные		гравийные		песчаные	гравийные
	П-1	П-2	Гр-1	Гр-2	П-1	П-2	Гр-1	Гр-2		
1	1	16	2	19	3	5	5	3	1,5	1,6
2	2	18	3	18	2	4	4	2	1,5	1,6
3	1	17	2	14	3	4	6	2	1,5	1,6
4	3	19	1	18	2	6	3	5	1,5	1,6
5	1	17	2	19	3	6	2	5	1,5	1,6
6	3	17	1	19	2	5	2	4	1,5	1,6
7	6	19	1	18	3	4	2	5	1,5	1,6
8	2	14	4	18	5	3	3	4	1,5	1,6
9	3	17	2	19	4	2	2	6	1,5	1,6
10	1	16	2	15	4	3	6	2	1,5	1,6
11	1	13	2	17	6	2	6	3	1,5	1,6
12	2	14	3	18	6	3	2	4	1,5	1,6
13	1	13	2	19	5	2	6	4	1,5	1,6
14	2	17	3	18	4	3	4	2	1,5	1,6
15	1	18	3	19	2	5	5	4	1,5	1,6
16	6	19	0	18	3	6	2	4	1,5	1,6
17	0	17	3	20	5	3	4	5	1,5	1,6
18	1	19	2	16	6	2	4	2	1,5	1,6
19	2	20	3	17	4	5	2	4	1,5	1,6
20	1	18	3	19	2	4	6	2	1,5	1,6
21	2	17	0	19	5	4	5	3	1,5	1,6
22	1	16	3	20	4	2	3	6	1,5	1,6
23	2	18	3	19	6	4	5	4	1,5	1,6
24	2	19	1	18	2	4	3	6	1,5	1,6

Исходные данные для размещения
производственных предприятий

№ ва-ри-анта	Месторасположение предприятий по вариантам						
	1-й вариант			2-й вариант			
	Поворот с трассы на АБЗ		Расстояние от трассы до АБЗ	Расположение возле карьера		Поворот с трассы на АБЗ	Расстояние от трассы до АБЗ
	налево	направо		1	2		
1	16	-	8	П	-	2	7
2	-	13	5	Г	-	2	5
3	5	-	7	-	П	16	6
4	-	10	6	-	Г	19	4
5	7	-	9	-	П	18	6
6	-	11	5	П	-	2	5
7	12	-	7	П	-	5	8
8	-	19	5	Г	-	3	6
9	10	-	8	-	П	18	5
10	-	10	6	П	-	3	8
11	18	-	4	П	-	2	6
12	-	7	7	-	Г	19	5
13	9	-	6	-	Г	14	7
14	-	11	4	Г	-	2	5
15	10	-	7	-	Г	17	6
16	-	12	6	Г	-	1	8
17	13	-	7	П	-	1	6
18	-	10	5	П	-	1	7
19	7	-	8	-	П	19	9
20	-	9	10	П	-	2	9
21	8	-	9	-	Г	18	10
22	-	9	8	-	Г	19	8
23	-	4	11	-	Г	18	6
24	6	-	10	-	П	18	5

Содержание

Введение.....	3
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ.....	6
1.1. Климатическая характеристика района.....	8
1.2. Определение числа смен полезной работы в расчетный период.....	13
2. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ.....	14
2.1. Подготовка дорожной полосы.....	14
2.2. Определение объемов работ по расчистке дорожной полосы.....	20
2.3. Расчет ресурсов и комплектование специализированных звеньев (отрядов).....	24
3. СТРОИТЕЛЬСТВО ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТРУБ.....	29
3.1. Определение объемов работ по строительству железобетонных труб.....	29
3.2. Расчет ресурсов и комплектование специализированных отрядов.....	34
4. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА.....	38
4.1. Предварительный выбор ведущих машин для возведения земляного полотна.....	38
4.2. Составление графика распределения земляных работ.....	40
4.3. Расчет ресурсов для возведения земляного полотна и присыпных обочин.....	49
4.4. Комплектование машино-дорожных отрядов.....	58
4.5. Возведение насыпей и разработка выемок скомплектованными машино-дорожными отрядами.....	66
4.6. Возведение земляного полотна на болоте.....	70
4.7. Уплотнение грунта.....	72
4.8. Укрепительные и отделочные работы.....	77
5. КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ.....	78
6. СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ.....	82
6.1. Конструкция дорожной одежды.....	82
6.2. Справочный материал для расчета потребности в строительных материалах.....	83
6.3. Подсчет объемов работ и потребности в материалах для строительства дорожной одежды.....	104
7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРЬЕРОВ И МЕСТОРАСПОЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	117
7.1. Определение границ использования карьеров.....	117
7.2. Выбор места расположения производственного предприятия.....	121
7.3. Расчет скорости потока.....	126

8.	ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА.	129
8.1.	Расчет материалов, необходимых для транспортных работ, и количества машин для их перевозки.	129
8.2.	Разработка линейного календарного графика с эпюрой потребности в автотранспорте.	134
9.	КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ПРИЕМКА РАБОТ ПО КОНСТРУКТИВНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ.	142
9.1.	Контроль качества работ при сооружении земляного полотна.	142
9.2.	Контроль качества работ при устройстве дополнительных слоев оснований.	144
9.3.	Контроль качества работ при устройстве оснований из грунтов, укрепленных вяжущими материалами.	145
9.4.	Контроль качества работ при устройстве щебеночных, гравийных и шлаковых оснований.	146
9.5.	Контроль качества работ при устройстве оснований и покрытий из щебеночных, гравийных и песчаных материалов, обработанных минеральными вяжущими веществами.	146
9.6.	Контроль качества работ при устройстве оснований и покрытий из черного щебня и щебеночных смесей по способу пропитки органическими вяжущими и смешением на дороге.	147
9.7.	Контроль качества работ при устройстве асфальтобетонных покрытий и оснований.	147
9.8.	Контроль качества работ при устройстве поверхностной обработки покрытий.	148
9.9.	Контроль качества работ при устройстве монолитных цементобетонных покрытий и оснований.	148
10.	ОХРАНА ТРУДА, ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА.	149
	Л и т е р а т у р а.	152
	ПРИЛОЖЕНИЯ.	153

Учебное издание

БАБАСКИН Юрий Георгиевич
ДЕРМАН Иван Владимирович

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Методическое пособие к курсовому проекту
по дисциплине «Технология строительства дорог»
для студентов специальности 1 – 27 01 01
«Экономика и организация производства
(автодорожное хозяйство)»

Редактор Т.А. Палилова
Компьютерная верстка Н.А. Школьниковой

Подписано в печать 16.10.2006.

Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 18,3. Уч.-изд. л. 7,3. Тираж 150. Заказ 155.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0131627 от 01.04.2004.

220013, Минск, проспект Независимости, 65.