



Б.А. Кошелев
И.И. Шомин
А.Ю. Шаров

СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ ЧАСТЬ 1. ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО

Екатеринбург
2015

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра транспорта и дорожного строительства

Б.А.Кошелев
И.И. Шомин
А.Ю. Шаров

СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ ЧАСТЬ 1. ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО

Учебно-методическое пособие
для студентов очной и заочной форм обучения
направления 08.03.01 «Строительство»

Екатеринбург
2015

Печатается по рекомендации методической комиссии ИЛБиДС.
Протокол № 2 от 9 октября 2014 г.

Рецензент – канд. техн. наук, доцент кафедры ТиДС Чижов А.А.

Редактор Р.В. Сайгина

Оператор компьютерной верстки Т.В. Упова

Подписано в печать 12.05.15		Поз. 1
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 3,25	Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ

Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Технические нормативы	4
2. Выбор метода организации работ и расчёт его основных параметров	5
2.1. Обоснование принятого метода организации работ	5
2.2. Календарная продолжительность строительного сезона.....	7
3. Определение темпа потока	8
4. Подготовка дорожной полосы	9
4.1. Восстановление и закрепление трассы	9
4.2. Расчистка полосы отвода и дорожной полосы	10
5. Валка деревьев	11
5.1. Прорубка просеки	13
6. Очистка дорожной полосы от пней, кустарника, валунов и снятия растительного слоя	17
6.1. Составление ведомости объёмов работ для подготовки дорожной полосы	19
6.2. Определение трудозатрат, количества машино-смен и комплекта механизмов для подготовки дорожной полосы	23
7. Строительство искусственных сооружений	24
7.1. Составление ведомости искусственных сооружений	27
7.2. Определение состава бригады для строительства искусственных сооружений	27
8. Возведение земляного полотна	29
8.1. Классификация транспортных работ	29
8.2. Разбивка на местности земляного полотна и водоотводных канав ...	31
8.3. Подготовка основания	33
8.4. Выбор типа ведущей машины	34
8.5. Отсыпка насыпи при доставке грунта автосамосвалами из карьера	34
8.6. Разравнивание и уплотнение грунта	34
8.7. Определение количества слоев возводимой насыпи	36
8.8. Определение толщины уплотняемого слоя насыпи для различных типов уплотняющих машин	37
8.9. Определение объёмов работ на послойную разработку грунта для насыпи, его разравнивание и уплотнение	38
8.10. Определение объёмов работ на планировке земляного полотна	40
8.11. Расчет производительности машин для выполнения земляных работ	40
8.12. Выбор дорожно-строительных машин для выполнения земляных работ	43
8.13. Укрепительные работы при возведении земляного полотна	44
9. Технологическая карта на возведение земляного полотна	45
Библиографический список	50
Приложения	51

ВВЕДЕНИЕ

Качественное земляное полотно является необходимым условием строительства современных автомобильных дорог с высокими технико-эксплуатационными показателями.

Строительство земляного полотна с требуемыми показателями не требует больших материальных затрат (как, например, дорожная одежда). Для выполнения этого требования необходимо соблюдать все существующие технические, технологические нормы, правила и рекомендации.

Земляное полотно является одним из основных элементов автомобильной дороги. От прочности земляного полотна зависит срок службы дорожной одежды и, как следствие, автомобильной дороги при сохранении транспортно-эксплуатационных качеств. Прочность земляного полотна достигается правильным выбором конструкции, устройством надежного водоотвода и его содержанием, своевременным устранением повреждений дорожной одежды в процессе эксплуатации автомобильной дороги. Однако прочность и устойчивость земляного полотна в значительной степени зависят от правильного производства земляных работ (рационального размещения в теле насыпи грунтов, различных по своим физико-механическим свойствам, достижения необходимой плотности при условии оптимальной влажности грунтов и т. д.).

Высокие темпы строительства и минимальные расходы сил и средств достигаются путем рационального распределения земляных масс, выбора наиболее эффективных для данных условий средств механизации и правильного их использования, применения передовых методов производства работ, тщательной увязки всех рабочих процессов в едином плане организации строительства.

В методических указаниях приводятся последовательность, и методика выполнения первой части курсовой работы по строительству земляного полотна автомобильных дорог.

Курсовая работа выполняется на основе исходных данных курсового проекта «Изыскания и проектирование автомобильных дорог».

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМАТИВЫ

Курсовая (и выпускная квалификационная) работа должны быть максимально приближены к уровню выполнения *проекта производства работ* (ППР) согласно СНиП 3.01.01-85 [1] применительно к конкретным условиям деятельности дорожно-строительных организаций. При разработке проекта нормативными техническими документами явились: СНиПы, ГОСТы, ВСН, СН, а основным документом стал СНиП 3.06.03-85 «Автомобильные дороги» (СП 78.13330.2012) [2].

В качестве примера рассмотрим строящийся участок автомобильной дороги III технической категории протяженностью 4,791 км в Тюменской области. Технические показатели этой автомобильной дороги представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Технические показатели автомобильной дороги

Наименование	Измеритель	Показатели
Категория дороги	–	III
Протяжение участка	км	4791,5
Расчетная скорость	км/ч	100
Число полос движения	–	2
Ширина земляного полотна	м	12
Ширина проезжей части	м	2×3,5
Ширина обочин	м	2×2,5
Ширина укрепленной полосы обочин	м	0,5
Тип дорожной одежды	–	капитальный
Толщина дорожной одежды	м	0,69

2. ВЫБОР МЕТОДА ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ И РАСЧЁТ ЕГО ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

2.1. Обоснование принятого метода организации работ

Весь комплекс дорожно-строительных работ подразделяется на линейные и сосредоточенные [3]. Сосредоточенные работы характеризуются большими объёмами и неравномерным расположением их по длине трассы. К ним относят земляные работы с объёмом на 1 км, превышающим средний объём земляных работ на дороге в 3 раза и более, а также устройство средних мостов, тоннелей, производственных предприятий, пересечений в разных уровнях, комплексов дорожной и автотранспортной служб.

Главный метод организации работ по строительству автомобильной дороги – поточный, основой которого является комплексный поток, где выполнение линейных и сосредоточенных работ по трассе должно быть увязано по времени и в пространстве с таким расчётом, чтобы линейные работы выполнялись без перерыва, то есть выполнение сосредоточенных работ должно опережать выполнение линейных работ.

Линейный характер дорожных объектов способствует успешному применению поточного метода организации дорожно-строительных работ.

Сущность поточного метода в специфических условиях дорожного строительства состоит в следующем:

- в равные короткие промежутки времени (смену, сутки) заканчивается строительство равных по длине участков дороги, причем готовая дорога наращивается непрерывной лентой в одном направлении;

– все работы выполняют механизированные отряды (подразделения), специализированные по основным видам работ и оснащенные соответствующим образом подобранными комплектами дорожно-строительных машин;

– специализированные отряды равномерно друг за другом передвигаются по строящейся дороге и последовательно выполняют все строительные-монтажные работы;

– после прохода последнего отряда дорога полностью готова к сдаче в эксплуатацию.

Поточный метод имеет ряд существенных преимуществ перед другими методами организации работ:

1. Ввод дороги в действие, (во временную эксплуатацию) осуществляют непрерывно и равномерно с первых дней развертывания всех работ потока. Благодаря этому улучшаются условия работы строительного транспорта, использующего готовые участки дороги для подвозки строительных материалов. Транспорт общего пользования также сможет задолго до конца строительства передвигаться по законченной части дороги, что ускоряет её окупаемость в народном хозяйстве.

2. Концентрация средств механизации в специализированных отрядах обеспечивает лучшее их использование, создаёт благоприятные условия для обслуживания и ремонта, облегчает контроль за работой машин. Всё это в конечном счете приводит к повышению производительности каждой машины и снижению себестоимости механизированных работ.

3. Специализация рабочих на выполнение ограниченного числа производственных операций способствует повышению их квалификации, что также ведет к повышению производительности труда и снижению себестоимости работ.

4. Сосредоточение производства работ на относительно небольшом участке дороги облегчает оперативное руководство работами и контроль за их качеством.

5. Вся система поточного строительства обеспечивает повышение общей культуры производства работ, облегчает учёт выполнения планов работ, сокращает сроки оборачиваемости материальных и денежных средств и объём незавершенного производства.

Факторами, способствующими, развитию и внедрению поточного метода организации работ в дорожном строительстве, являются:

– научная разработка основ организации дорожного строительства;

– разработка прогрессивной технологии производства дорожно-строительных работ;

– оснащение дорожно-строительных организаций в достаточном количестве современными средствами механизации.

Основной организационной единицей при поточном строительстве автомобильных дорог является специализированный (или частный) поток.

Каждый частный поток состоит из отдельных участков, на которых специализированные звенья выполняют определённые рабочие операции. Такие участки называют захватками. Длину захватки, как правило, принимают равной сменной производительности потока; иногда захватки бывают двух-, трёх- или четырех сменными.

Между частными и специализированными потоками, а иногда и между отдельными захватками устраивают резервы (технологические, операционные), измеряемые количеством смен.

В зависимости от характера и объёмов строительных работ рекомендуется работы по строительству дороги назначать в следующем порядке: в зимний период прорубку (просеки выполняет специализированная комплексная бригада), основные работы производятся комплексным потоком, в составе которого отдельные его звенья выполняют линейные и сосредоточенные работы.

Линейные работы:

- по подготовке дорожной полосы (восстановление трассы, очистка трассы от камней, кустарника, спиливание и корчевка пней, снятие растительного слоя) и строительству труб;
- по возведению земляного полотна (из привозного грунта) и рекультивация нарушенных земель;
- по устройству дорожной одежды отдельными звеньями по обустройству дороги в составе комплексного потока.

Сосредоточенные работы:

- сосредоточенные работы по устройству искусственных сооружений (средние и большие мосты, тоннели, производственные предприятия, пересечения в разных уровнях, комплексы дорожной и автотранспортной служб);
- сосредоточенные земляные работы в местах высоких насыпей и глубоких выемок (объём работ на 1 км в 3 и более раза выше среднего).

2.2. Календарная продолжительность строительного сезона

Рассматриваемый участок автомобильной дороги – подъезд г. Березово с ПК 0+00 – ПК 47+91,5 – находится в Тюменской области во II дорожно-климатической зоне.

Календарные сроки продолжительности строительного сезона (см. приложение 1) устанавливаются согласно СНиП 1.04.03-85 [4].

Вне зависимости от вида работ, дата начала сезона в одной определённой области одна и та же. Это объясняется фактором проходимости колёсных машин и отсутствием прилипания грунта к рабочим органам дорожно-строительной техники. Даты окончания строительного сезона для отдельных видов дорожно-строительных работ различны из-за неодинаковых технологических свойств, применяемых дорожно-строительных материалов.

Начало основных работ назначается на конец весенней распутицы, а их окончание – на начало осенней распутицы.

Проанализировав данные весеннего и осеннего периодов прошлых лет, получили следующие данные:

- начало строительного сезона 20.05;
- окончание строительного сезона 30.09.

Количество рабочих смен в строительном сезоне (приложение 1):

$$T_{см} = K_{см}(T_{к} - T_{вых} - T_{ам} - T_{тех}), \quad (2.1)$$

где $K_{см}$ – коэффициент сменности ($K_{см} = 2,0$ для Сибири);

$T_{к}$ – календарная продолжительность строительного сезона (приложение 1), дни ($T_{к} = 134$);

$T_{вых}$ – число выходных и праздничных дней, приходящихся на период календарной продолжительности сезона ($T_{вых} = 42$);

$T_{ам}$ – число нерабочих дней по метеорологическим условиям, приходящихся на период календарной продолжительности сезона ($T_{ам} = 13$);

$T_{тех}$ – простой по техническим причинам ($T_{тех} = 10$).

$$T_{см} = 2 (134 - 42 - 13 - 10) = 140 \text{ дней.}$$

Для определения календарной продолжительности производства дорожно-строительных работ вводится коэффициент перевода рабочих дней в календарные:

$$K = T_{к}/T_{р}, \quad (2.2)$$

где $T_{р}$ – количество рабочих дней производства дорожных работ (69 дней).

$$K = 134/69 = 1,94.$$

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПА ПОТОКА

Длина участка готовой дороги, построенной за одну смену, называется темпом или скоростью комплексного потока и определяется по формуле:

$$V = L / (T_{см} - N_{р}), \quad (3.1)$$

где V – темп потока, м/день;

L – длина дороги, которую необходимо построить, м;

$N_{р}$ – период развёртывания комплексного потока, дн.; ($N_{р} = 20 - 30$ рабочих дней).

Длина захватки должна быть кратна 25. Следующая длина захватки должна быть 50 (75, 100, 125... и т.д.)

$$V = 4791,5 / (140 - 25) = 41,67 \text{ м/день}$$

Так как экономически и технологически не эффективно принимать захватку менее 100 м, в курсовой работе принимаем темп потока 100 м/день.

4. ПОДГОТОВКА ДОРОЖНОЙ ПОЛОСЫ

4.1. Восстановление и закрепление трассы

При восстановлении трассы первоначально устанавливают положение оси дороги, которое было закреплено в процессе изысканий, поэтому перед началом строительства на местности восстанавливают и закрепляют ось трассы [5].

До начала сооружения земляного полотна выполняют следующие работы: выносят все углы поворота и все пикеты на границу полосы отвода; закрепляют вершины углов поворота и створных точек на длинных прямых; закрепляют пикеты и плюсовые точки; разбивают круговые и переходные кривые, промежуточные точки; разбивают и закрепляют оси искусственных сооружений; проверяют отметки существующих реперов и устанавливают дополнительные реперы; проверяют продольным нивелированием все точки.

На прямых участках дороги закрепление производят через 200 - 400 м (в зависимости от рельефа местности). На границах полосы отвода устанавливают выносные столбы и между ними выставляют промежуточные выносные колья. На криволинейных участках трассы выносные столбы располагают через 100 м, на линии перпендикулярной к касательной кривой (рис. 4.1).

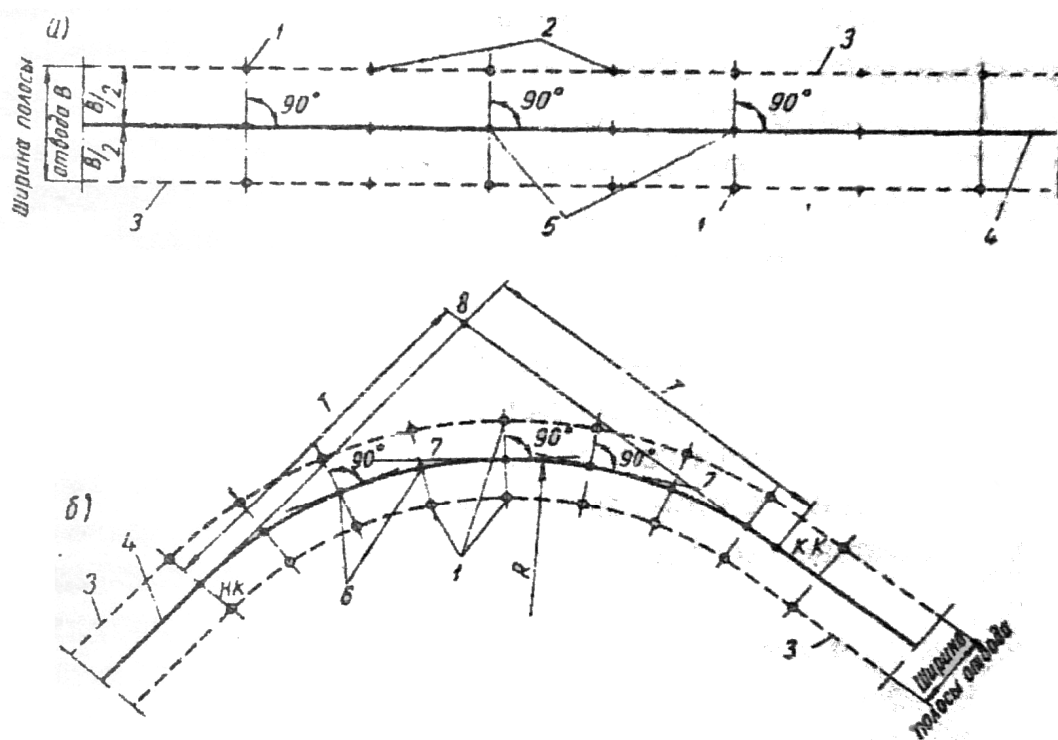


Рис. 4.1. Закрепление оси дороги: а – на прямом участке трассы; б – на кривой; 1 – выносной столб с отметкой; 2 – выносные колья; 3 – граница полосы отвода; 4 – ось дороги; 5 – чётные пикеты (точки со сторожками); 6 – пикеты (точка и сторожок с надписью); 7 – касательная к кривой; 8 – вершина угла

Промежуточные точки на кривых разбивают через каждые 5,10 или 20 м, в зависимости от радиуса кривой.

Вершины углов поворота закрепляют установкой столбов, которые закапывают на расстоянии 0,5 м от фактической вершины угла на продолжении его биссектрисы. На этом столбе указываются: порядковый номер угла, радиус, тангенс и биссектриса кривой.

На виражах, переходных кривых, серпантинах ось дороги закрепляют в соответствии с местом положения и рельефом местности.

Высотные отметки закрепляют реперами через каждые 1000-2000 м, в зависимости от рельефа местности.

При восстановлении трассы закрепляют на местности земельные угодья, отводимые для резервов и карьеров, для размещения производственных зданий. Во время этих работ границы земельных участков обозначают бороздами, столбами, узкими просеками, отметками на отдельных деревьях.

Отвод земель для временного и постоянного пользования производят с учётом охраны природы, рационального использования сельскохозяйственных земель и естественных природных ресурсов.

Размеры полосы отвода определяются по ширине подошвы насыпи и размером выемки поверху с учётом размещения боковых канав.

Закреплённую дорожную полосу оформляют в виде плана отводимых земель с приложением журнала закрепления.

4.2. Расчистка полосы отвода и дорожной полосы

Полосу земли, отведённую для размещения дороги, расчищают от леса, кустарника, пней и крупных камней [6].

Работы по расчистке дорожной полосы разделяют на зимние и весенние. Зимой обычно производят валку, трелёвку и вывозку леса. Пни и кустарники корчуют весной.

Расчистку дорожной полосы выполняют поточным методом.

Деревья, кустарники и валуны удаляют на ширину, равную наружным бровкам водоотводных канав или боковых резервов, увеличивая на 1 м в каждую сторону от бровки, на остальной части дорожной полосы ограничивают выборочное удаление деревьев и кустарника в соответствии с требованиями эстетики и лесоохраны.

До валки леса вырубает мелколесье, срезают кустарник для удобства проведения валочных работ. На сырых и заболоченных местах лес вырубает для осушения грунтов, если участок дороги подвержен снежным заносам с наветренной стороны (господствующее направление ветра зимой) оставляют защитную полосу леса и кустарников.

Кустарник и мелколесье убирают кусторезами, бульдозерами, корчевателями-собирающими. На трассе предварительно деревья диаметром более 30 см спиливают. Затем намечают схему расчистки дорожной полосы.

Срезанные деревья и кустарник убирают за пределы дорожной полосы корчевателями-собирателями с широким отвалом.

Удаление камней производят следующим образом:

- мелкие камни, расположенные на поверхности земли или втоптан-ные в неё удаляют рыхлителем;
- большие камни (валуны) первоначально дробят взрывными заря-дами на куски, а затем удаляют бульдозером;
- мелкие камни не удаляют с дорожной полосы, если $H_n > 1,5$ м, при меньшей высоте мелкие камни удаляют либо закапывают вне пределов подошвы насыпи на глубине не менее 30 см;
- удаление валунов объёмом до 1 м^3 производят бульдозером;
- валуны объёмом от 1 м^3 до 2 м^3 убирают с использованием троса;
- валуны более 2 м^3 дробят зарядами на куски.

Корчёвка пней производится весной (после окончания весенней рас-путицы), когда грунт имеет достаточную влажность, при насыпи высотой от 1,5-2,0 м корни не корчуются, а срезаются заподлицо с землёй.

Корчёвка пней с использованием бульдозера производится по сле-дующей технологии: бульдозер упирают отвалом в пень и постепенным движением вперед опрокидывают его набок. Затем нож бульдозера заглуб-ляют на 15-20 см ниже поверхности земли и движением вперёд с одновре-менным поднятием отвала переворачивают пень. Выкорчёванный пень перемещают к границе полосы отвода в кучи. Очень крупные пни диамет-ром более 50 см удаляют зимой взрывным способом. Ямы, оставшиеся после корчёвки пней, засыпают и уплотняют грунтом послойно.

5. ВАЛКА ДЕРЕВЬЕВ

Расчистка полосы от леса является наиболее трудоемкой работой по подготовке дорожной полосы. Лесная растительность является ценным природным продуктом, который используют в строительстве и промыш-ленности, поэтому работы по расчистке дорожной полосы от леса и кус-тарника выполняют таким образом, чтобы получить древесину лучшего качества без потерь.

Лес можно убирать в любое время года, однако качество древесины лучше, если деревья спиливают в зимнее время. В то же время облегчается проезд по грунтовым дорогам, меньше загружен транспорт и уменьшается потребность в рабочих для выполнения работ по непосредственному строительству дороги. В связи с этим расчистку дорожной полосы от леса целесообразно вести в зимний период (рис. 5.1.).

Валку деревьев при сплошной рубке осуществляют бензомоторны-ми пилами и валочными машинами.

Для обеспечения безопасности работ перед спиливанием деревьев необходимо убирать кустарник и низко расположенные сучья. От правиль-ности подпила зависит эффективность и безопасность валки деревьев.

Деревья спиливают с пня при помощи гидравлических клиньев, валочных вилок или специальных лопаток. В процессе валки следует учитывать направление ветра. Зависшие деревья снимают трелевочным трактором или лебедкой.

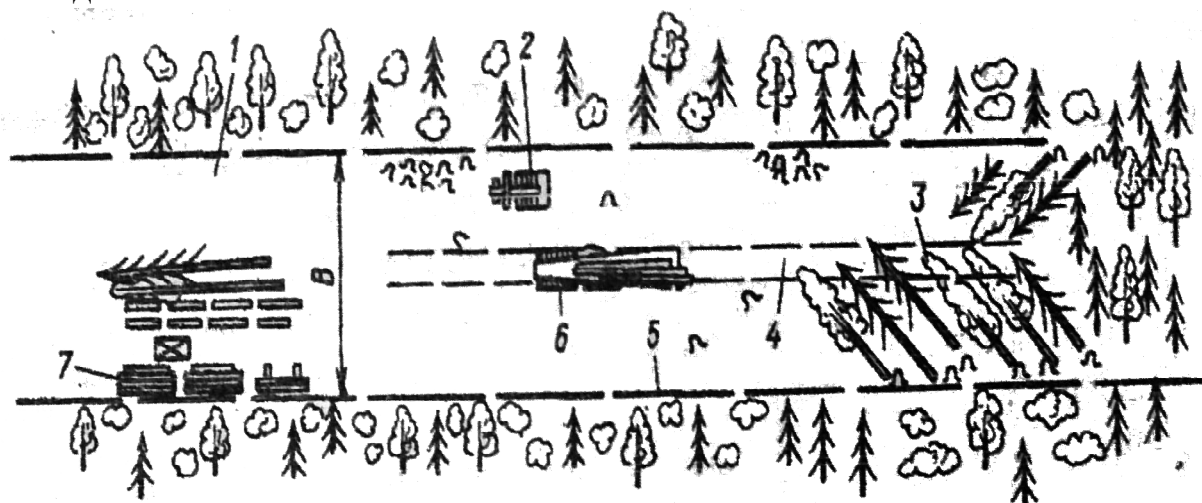


Рис. 5.1. Техническая схема прорубки трассы: 1 – разделочная площадка; 2 – корчеватель; 3 – поваленные деревья; 4 – трелевочный волок; 5 – граница полосы отвода; 6 – трелевочный трактор; 7 – штабеля деревьев; *B* – ширина полосы отвода

Спиленные деревья очищают от сучьев и транспортируют на промежуточный склад трелевочным трактором. Для погрузки деревьев на транспортные средства используют погрузчики.

Объем работ по прорубке просеки рассчитывают на основании характеристики лесонасаждений района строящейся дороги. Для этого составляют ведомость объемов работ по площади вырубке и по прорубке просеки (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Ведомость отвода земель

Наименование земель	Местоположение участка				Протяженность, м	Ширина отвода земель, м		Площадь земель, га	
	Начало		Конец			Постоянный отвод	Временный отвод	Постоянный отвод	Временный отвод
	ПК	+	ПК	+					
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Автодорога	0	00	15	00	1500	50	–	7,5	–
	15	00	30	00	1500	50	–	7,5	–
	30	00	47	91,50	1791,5	50	–	9,0	–
Итого отвод земель								24,0	–

Придорожная полоса автомобильной дороги по постановлению правительства РФ от 02.09.2009 № 717 [7], для дороги III технической категории – 50 м.

Площадь земель (га) получена путем произведения протяженности участка на постоянный отвод и деленное на 10000.

5.1. Прорубка просеки

Комплекс работ по прорубке просеки предусматривает подготовку лесосеки (просеки), валку леса, вырубку, сбор и сжигание сучьев, трелевку хлыстов к временному складу. Удаление леса или кустарника вместе с плодородным слоем почвы не допускается [8].

Прорубку просеки назначают в зимний период по нескольким причинам: лучшее качество заготовленной древесины, облегченный проезд по дорогам, освобождение рабочего времени для основного комплекса строительных работ, обеспечение просушки очищенного от леса участка для трассы.

При прорубке просеку разбивают на участки длиной 250-300 м и начинают с участка, примыкающего к действующей дороге. В начале просеки устанавливают погрузочную площадку, куда подтаскивают трелевочным трактором хлысты. Грузят их погрузчиком и вывозят на склад.

Объем работ по прорубке просеки рассчитывается на основании характеристики лесонасаждений (табл.5.2 «Ведомость объемов работ по площади вырубки», табл.5.3 «Ведомость объемов работ по прорубке просеки»).

Все работы по прорубке просеки выполняются малыми комплексными бригадами. Количество бригад зависит от характеристики лесонасаждений и объемов работ.

$$N = \frac{TЗ}{T_p n}, \quad (5.1)$$

где $TЗ$ – трудозатраты на прорубке просеки чел/дн;

T_p – количество рабочих дней на прорубке просеки (принимается самостоятельно);

n – количество человек в бригаде.

Потребность в рабочей силе и в машино-сменах при прорубке просеки определяется по формуле:

$$TЗ = V_i H_{вр}, \quad (5.2)$$

где V_i – объем древесины данной характеристики, м³.

$H_{вр}$ – нормы времени использования машин, машино-смен/ед.измер.

Таблица 5.2

Ведомость объемов работ по площади вырубки

Местоположение участка				Длина участка, м	Ширина просеки, м	Площадь рубки леса, га								
Начало		Конец				Мелкий			Средний			Крупный		
ПК	+	ПК	+			Густой	Средней густоты	Редкий	Густой	Средней густоты	Редкий	Густой	Средней густоты	Редкий
00	00	15	00	1500	50	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-
15	00	30	00	1500	50	-	-	-	7,5	-	-	-	-	-
30	00	47	91,5	1791,5	50		-	-	-	-	-	-	-	9,0

Таблица 5.3

Ведомость объемов работ по прорубке просеки

Характеристика леса	Площадь, га	Объём ликвидной древесины, м ³	
		На 1 га	Всего
Крупный редкий	9,0	100	900
Средний густой	7,5	175	1312,5
Мелкий густой	7,5	150	1125,0

Согласно нормативным показателям рассчитывается потребность машино-смен и человеко-дней на прорубке просеки и заносится в табл. 5.5.

Так как нормативные показатели по трудозатратам в машино-сменах приведены на 1000 м³, то расчет ведем по видоизмененной формуле (5.2):

$$TZ = (V_i H_{вр}) / 1000. \quad (5.3)$$

Рассчитаем потребность в рабочей силе и в машино-сменах при прорубке просеки, пользуясь табл. 5.4:

Крупный редкий лес. Бригада № 1 (используется трактор ТТ – 4М – 04).

$$TZ_{\text{трелевочный тр.}} = (900 \cdot 10) / 1000 = 9,0 \text{ дней.}$$

$$TZ_{\text{бензомоторная пила}} = (900 \cdot 12) / 1000 = 10,8 \text{ дня.}$$

$$TZ_{\text{бензосучкорезка}} = (900 \cdot 36) / 1000 = 32,4 \text{ дня.}$$

$$TZ_{\text{трудозатраты}} = (900 \cdot 82) / 1000 = 73,8 \text{ дня.}$$

Средний густой. Бригада № 1 (используется трактор ТТ – 4М – 04).

$$TZ_{\text{трелевочный тр.}} = (1312,5 \cdot 12) / 1000 = 15,8 \text{ дня.}$$

$$TZ_{\text{бензомоторная пила}} = (1312,5 \cdot 15) / 1000 = 19,7 \text{ дней.}$$

$$TZ_{\text{бензосучкорезка}} = (1312,5 \cdot 45) / 1000 = 59,1 \text{ дня.}$$

$$TZ_{\text{трудозатраты}} = (1312,5 \cdot 93) / 1000 = 122,1 \text{ дня.}$$

Мелкий густой лес. Бригада № 2 (используется трактор ОНЕЖЕЦ – 300).

$$TЗ_{трелевочный тр.} = (1125,0 \cdot 18) / 1000 = 20,3 \text{ дня.}$$

$$TЗ_{бензомоторная пила} = (1125,0 \cdot 24) / 1000 = 27,0 \text{ дней.}$$

$$TЗ_{бензосучкорезка} = (1125,0 \cdot 48) / 1000 = 54,0 \text{ дня.}$$

$$TЗ_{трудозатраты} = (1125,0 \cdot 127) / 1000 = 142,9 \text{ дней.}$$

Полученные результаты сводим в табл. 5.5

Таблица 5.4

Нормативные показатели на 1000 м³ древесины

Наименование показателей	Единицы измерения	Категория леса		
		крупный	средний	мелкий
Трудозатраты	Чел.-дн.	– / 82	110 / 93	127 / –
Машино-смены:	Машино-смены			
– трелевочный трактор		– / 10	16 / 12	18 / –
– бензомоторная пила		– / 12	19 / 15	24 / –
– бензомоторная пила		– / 36	38 / 45	48 / –

Примечания: 1. В числителе приведены показатели для бригад, работающих с трактором Онежец – 300, в знаменателе – для бригад, использующих трактор ТТ – 4М – 04 (МСН – 10). 2. К приведённым нормам применяют поправочные коэффициенты: при работе в елово-пихтовых насаждениях 1/0,95, в сосновых и мягколиственных 1/1,1.

Определяем количество бригад на прорубке просеки при работе с трактором ТТ – 4М – 04 (бригада №1, 6 человек в бригаде):
принимаем 25 рабочих дней

$$N = TЗ / T_p \cdot n = 195,9 / 25 \cdot 6 = 1,31.$$

Таблица 5.5

Потребность машино-смен и человеко-дней на прорубке просеки

Категория леса	Объём древесины, м ³	Чел.-дн. с учётом подсобных		Машино-смены					
		с учётом подсобных		Бензомоторная пила		Трелёвочный трактор		Бензосучкорезка	
		Норма 1000м ³	Всего	Норма 1000м ³	Всего	Норма 1000м ³	Всего	Норма 1000м ³	Всего
Крупный	900	82	73,8	12	10,8	10	9,0	36	32,4
Средний	1312,5	93	122,1	15	19,7	12	15,8	45	59,1
Итого			195,9		30,5		24,8		91,5
Мелкий	1125,0	127	142,9	24	27,0	18	20,3	48	54,0
Всего			338,8		57,5		45,1		145,5

По расчету получилось больше одной машины, что экономически невыгодно, следовательно, увеличиваем количество дней работы.

Принимаем 34 дня.

$$N = TЗ / T_p \cdot n = 195,9 / 34 \cdot 6 = 0,96.$$

Определяем количество бригад на прорубке просеки при работе с трактором ОНЕЖЕЦ – 300 (бригада № 2, 5 человек в бригаде):
принимая 25 рабочих дней

$$N = TЗ / T_p \cdot n = 142,9 / 25 \cdot 5 = 1,14.$$

По расчету получилось больше одной машины, экономически невыгодно, следовательно, увеличиваем количество дней работы.

Принимаем 30 дней.

$$N = TЗ / T_p \cdot n = 142,9 / 30 \cdot 5 = 0,95.$$

На основании табл. 5.5 рассчитываем состав бригады и её оснащённость. Результаты сводим в ведомость, табл. 5.6.

Таблица 5.6

Ведомость потребности машин и человек на прорубку просеки

Наименование работ, профессий рабочих, машин и механизмов	Потребное количество		Расчетное количество		Фактическое количество	
	маш. смен	чел. дней	машин	человек	машин	человек
1	2	3	4	5	6	7
Валка:						
Бензомоторная пила (бригада № 1)	30,5	–	0,90	–	1	–
Бензомоторная пила (бригада № 2)	27,0	–	0,90	–	1	–
Вальщик (бригада № 1)	–	30,5	–	0,90	–	1
Вальщик (бригада № 2)	–	27,0	–	0,90	–	1
Трелёвка:						
Трелёвочный трактор (бригада № 1)	24,8	–	0,73	–	1	–
Тракторист (бригада № 1)	–	24,8	–	0,73	–	1
Чокеровщик (бригада № 1)	–	24,8	–	0,73	–	1
Трелёвочный трактор (бригада № 2)	20,3	–	0,68	–	1	–
Тракторист (бригада № 2)	–	20,3	–	0,68	–	1
Чокеровщик (бригада № 2)	–	20,3	–	0,68	–	1
Обрубка сучьев:						
Бензосучкорезка (бригада № 1)	91,5	–	2,69	–	3	–
Рабочий (бригада № 1)	–	91,5	–	2,69	–	3
Бензосучкорезка (бригада № 2)	54,0	–	1,8	–	2	–
Рабочий (бригада № 2)	–	54,0	–	1,8	–	2

Валка рассчитывается как потребное количество чел. дней, машино-смен разделить на 34 рабочих дня (25 дней), получаем расчетное количество машин и рабочих.

Аналогично рассчитываем потребное количество чел. дней и машино-смен на обрубку сучьев.

Согласно табл. 5.6 составляем ведомость оснащения бригады по прорубке леса табл. 5.7.

Таблица 5.7

Оснащение бригады на прорубке просеки

Наименование	Единицы измерения	Рабочее количество	Запас на резерв	Списочное количество
1	2	3	4	5
Бензомоторная пила:				
бригада № 1	шт.	1	1	2
бригада № 2	шт.	1	1	2
Трелёвочный трактор:				
бригада № 1	шт.	1	1	2
бригада № 2	шт.	1	1	2
Бензосучкорезка:				
бригада № 1	шт.	3	2	5
бригада № 2	шт.	2	2	4

Календарная продолжительность работ по прорубке просеки:

Бригада № 1

$$T_k = T_p \cdot K = 34 \cdot 1,94 = 65,96 \text{ (66дней).}$$

Бригада № 2

$$T_k = T_p \cdot K = 30 \cdot 1,94 = 58,2 \text{ (59дней).}$$

Бригада №1. Время работ с 01 декабря по 07 февраля.

Бригада №2. Время работ с 01 декабря по 30 января.

6. ОЧИСТКА ДОРОЖНОЙ ПОЛОСЫ ОТ ПНЕЙ, КУСТАРНИКА, ВАЛУНОВ И СНЯТИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЛОЯ

Работы по подготовке дорожной полосы включают в себя корчевку пней или спиливание их вровень с землей, срезку кустарника и мелколесья с уборкой валежника, снятие растительного слоя (рис. 6.1), разбивочные работы.

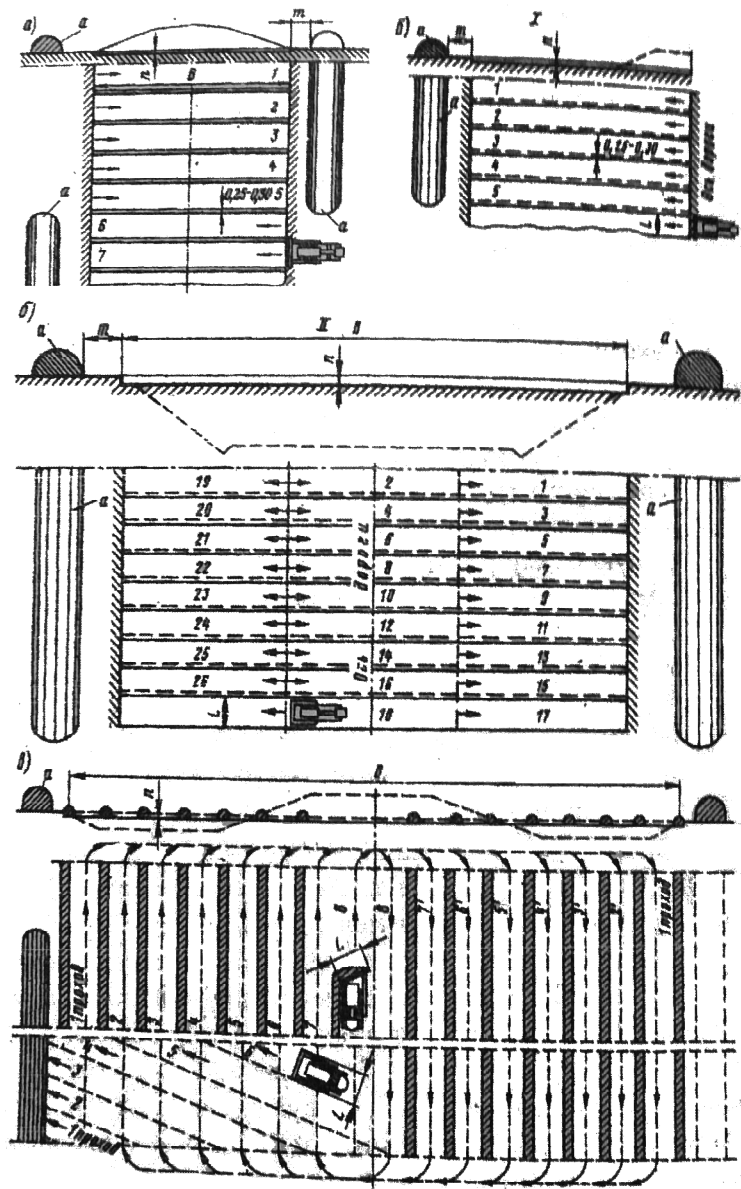


Рис. 6.1. Схема срезки растительного грунта: *а* – при малой ширине подготовляемой дорожной полосы и наибольшей толщине срезаемого слоя; *б* – при большой ширине подготовляемой дорожной полосы и значительной толщине срезаемого слоя насыпи I и выемки II; *в* – продольными проходами универсального бульдозера.
а – вал растительного грунта; 1,2,3... – последовательность зарезания грунта;
т – ширина полосы для временных дорог

Корчевку пней назначают преимущественно в летний период, поскольку при мерзлых грунтах процесс корчевки менее эффективен. Корчевку пней выполняют на участках устройства канав и выемок. Пни допускается оставлять в основании земляного полотна при облегченных, переходных и низших типах покрытий на дорогах III – V технических категорий при насыпях более 1,5 м, а также в случаях, когда проектом не предусмотрена расчистка дорожной полосы (на болотах, неустойчивых склонах и т.д.). При насыпях от 1,5 м до 2,0 м пни должны быть срезаны вровень с землей, а при насыпях более 2 м – на высоте 10 см от земли.

При использовании экскаватора с объёмом ковша более $0,5 \text{ м}^3$ пни удаляют одновременно с разработкой грунта.

Для корчевки и перемещения пней используют корчеватели-собиратели, бульдозеры, тракторные лебёдки.

Кустарники и мелколесье убирают кусторезами, бульдозерами, корчевателями-собирающими. Для предупреждения повреждения рабочих органов машин, предварительно спиливают деревья с диаметром ствола более 20 см и убирают их с полосы отвода. Кроме этого с полосы отвода убираются бульдозерами крупные камни, затем намечают рациональную схему расчистки полосы отвода. Кусторезы срезают на уровне поверхности земли кустарник и лес до 20 см.

Средняя рабочая скорость кустореза 2,5 км/ч. Ширина очищаемой полосы составляет 3,6 м. Срезанные деревья, кустарник убирают за пределы полосы отвода корчевателем-собирающим или бульдозером с зубьями на отвале.

Крупные камни (валуны) удаляют с дорожной полосы в зависимости от их размера и веса следующими способами:

- мелкие валуны, расположенные на поверхности земли и несколько в неё втопленные, удаляют рыхлителями и бульдозерами;

- большие камни (валуны) дробят взрывчатыми веществами на куски, а затем удаляют бульдозером с дорожной полосы корчевателями или тракторами оборудованными цепями или специальными захватами.

Валуны не удаляют с дорожной полосы, если толщина слоя грунта над ними больше 1,5 м, при меньшей толщине валуны либо закапывают вне пределов подошвы насыпи, либо совсем удаляют.

При сооружении земляного полотна всегда не хватает растительного грунта для укрепления откосов, поэтому независимо от высоты насыпи и профиля земляного полотна необходимо на полную ширину земляного полотна с учётом ширины боковых канав или резервов срезать и перемещать растительный грунт к границе дорожной полосы. Даже если трасса проходит по пахотным землям, растительный грунт убирают, а затем используют для укрепительных работ.

6.1. Составление ведомости объёмов работ для подготовки дорожной полосы

Объёмы работ определяем по типовым поперечным профилям характерных участков дороги (рис. 6.2). Для этого определяем ширину выемки и канавы поверху, ширину насыпи понизу по формулам [8]:

а) ширина канавы b_k

$$b_k = b + 2 m h_k, \quad (6.1)$$

б) площадь канавы F_k (рис. 6.2).

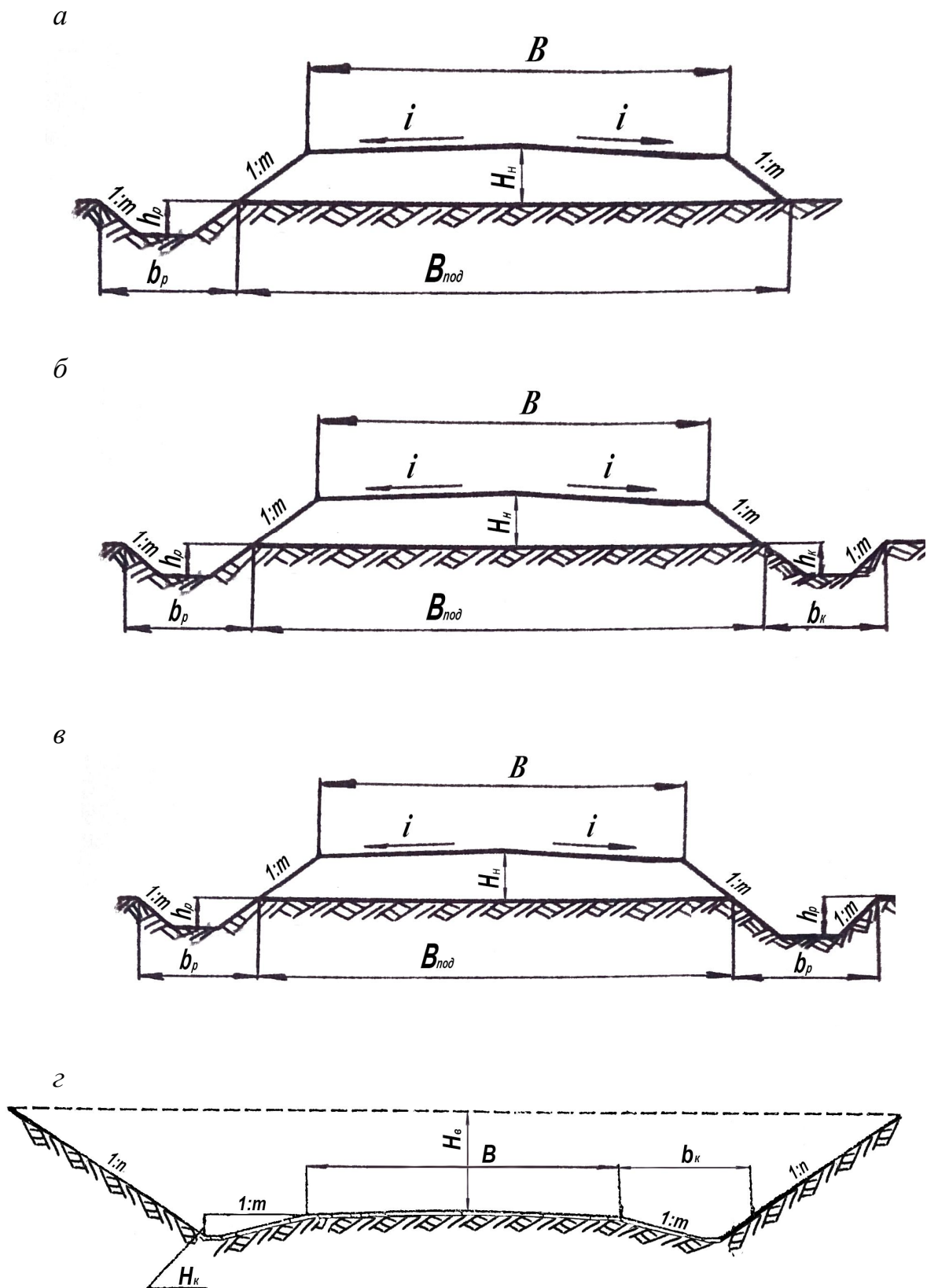


Рис. 6.2. Поперечные профили земляного полотна: *a* – в насыпи с односторонним резервом; *б* – в насыпи с односторонним резервом и водоотводной канавой; *в* – в насыпи с односторонними резервами; *г* – в выемке

Для этого определяем ширину выемки и канавы поверху, ширину насыпи понизу по следующим формулам [8]:

$$F_k = b h_k + m h_k^2, \quad (6.2)$$

в) ширина подошвы насыпи B_n

$$B_n = B + 2 m H_n, \quad (6.3)$$

г) ширина резерва поверху b_p для одностороннего резерва

$$b_p = \frac{K_1 V_n}{h_p L} + 2 \cdot m h_p, \quad (6.4)$$

д) ширина резерва поверху b_p для двухстороннего резерва

$$b_p = \frac{K_1 V_n}{2 h_p L} + 2 \cdot m h_p, \quad (6.5)$$

е) ширина резерва поверху b_p для одностороннего резерва и канавы

$$b_p = \frac{K_1}{h_p} \left(\frac{V_n}{L} - F_k \right) + 2 m h_p, \quad (6.6)$$

ж) ширина выемки поверху b_s

$$b_s = B + 2 b_k + 2 m H_k + 2 n (H_s + H_k), \quad (6.7)$$

где b_k – ширина канавы (кювета) понизу, $b_k = 0,4 \dots 0,6$ м (можно принять $b_k = 0,5$ м);

h_k, h_p – глубина канавы ($h_k = 0,6 \dots 0,8$), резерва ($h_p = 1,2 \dots 1,6$) м;

H_k – расстояние от бровки до дна канавы, $H_k = h_k + h_{д.о.}$, м;

K_1 – коэффициент переуплотнения, принимается в пределах от 1,05 до 1,15;

V_n – объём земляных работ на данном участке, м³;

L – длина участка, м;

m – коэффициент заложения откоса насыпи, резерва или канавы;

n – внешнее заложение откоса выемки;

F_k – площадь поперечного сечения канавы, м;

B – ширина земляного полотна поверху, м;

H_n – средняя рабочая отметка насыпи на данном участке, м;

H_s – средняя глубина выемки на данном участке, м.

Объём работ на корчѳвке пней F_k , спиливанию пней F_c и снятию растительного слоя V_p определяем по формулам:

$$F_k = B_{уч.к.} L_{уч.к.}, \quad (6.8)$$

$$F_c = B_{уч.с} L_{уч.с}, \quad (6.9)$$

$$V_p = B_{уч.п} L_{уч.п} n, \quad (6.10)$$

где $B_{уч.к}$, $B_{уч.с}$, $B_{уч.р}$ – ширина участка корчёвки, спиливания пней и снятия растительного слоя, м;

$L_{уч.к}$, $L_{уч.с}$, $L_{уч.р}$ – длина участков, м;

n – средняя толщина растительного слоя на участке, м.

Пример расчета канавы (ПК34+00 – 36+20):

По формуле 6.1 рассчитаем ширину канавы

$$b_k = 0,4 + 2 \cdot 4 \cdot 0,8 = 6,8 \text{ м.}$$

Далее рассчитаем ширину подошвы насыпи $B_{под}$ (формула 6.3).

$$B_{под} = 12 + 2 \cdot 4 \cdot 2,79 = 34,32 \text{ м.}$$

Объем работ на корчёвке пней F_k рассчитывается по формуле 6.8.

$$F_k = 6,8 \cdot 220 = 1496 \text{ м}^2. \text{ Переведем в гектары } F_k = 0,15 \text{ га.}$$

Объем работ на спиливанию пней F_c рассчитывается по формуле 6.9.

$$F_c = 45,12 \cdot 220 = 9926,4 \text{ м}^2. \text{ Переведем в гектары } F_c = 0,99 \text{ га.}$$

Объем работ на снятии растительного слоя V_p определяем по формуле 6.10.

$$V_p = 41,12 \cdot 220 \cdot 0,2 = 1809,28 \text{ м}^3.$$

Все расчёты сводим в ведомость, табл. 6.1.

Таблица 6.1

Ведомость очистки дорожной полосы

Расположение участка		Протяженность участка, м	Ширина, м			Средняя толщина ПРС, м.	Объем работ		
Начало ПК+	Конец ПК+		Канавы	Подошвы насыпи	Общая		Корчёвка пней, га	Спиливание пней, га	Снятие растительного слоя, м ³
0 + 00	3 + 50.00	350	–	30,00	30	0.2	–	–	2100,00
3 + 50.00	4 + 50.00	100	6,8	38,00	44,8	0.2	–	–	896,00
4 + 50.00	7 + 50.00	300	–	33,68	33,68	0.2	–	–	2020,8
7 + 50.00	13 + 10.00	560	6,8	45,68	52,48	0.2	–	–	5877,76
13 + 10.00	34 + 00.00	2090	–	29,52	29,52	0.2	–	6,17	12339,36
34 + 00.00	36 + 20.00	220	6,8	34,32	41,12	0.2	0,15	0,99	1809,28
36 + 20.00	38 + 50.00	230	–	28,80	28,80	0.2	–	0,66	1324,80
38 + 50.00	40 + 00.00	150	6,8	39,36	46,16	0.2	0,10	0,69	1374,80
40 + 00.00	47 + 91.50	791,5	–	23,44	23,44	0.2	–	1,86	3710,55
Итого		4791,5					0,25	10,37	31629,35

6.2. Определение трудозатрат, количества машино-смен и комплекта механизмов для подготовки дорожной полосы

Обычно корчевку пней производят корчевателями. Корчевка пней проводится до начала снятия почвенно-растительного слоя (ПРС). Для снятия ПРС используют бульдозеры и реже скреперы и автогрейдеры. Во всех случаях машина выбирается так, чтобы она была максимально загружена. Если это невозможно, следует предусматривать ее использование на других работах.

Корчевку пней и снятие ПРС целесообразно включать в специализированный поток возведения земляного полотна, а бульдозер, кроме этих работ, можно использовать для рыхления грунта, разработки грунта в боковых резервах и перемещении его в насыпь, разравнивание грунта [8].

Для определения трудозатрат и потребности машино-смен на подготовке дорожной полосы составляется ведомость при использовании сборников по форме табл. 6.2.

Потребность в машино-смен и чел.-дней рассчитывается путем деления объема работ на норму, например $31629,35 \cdot 2,13 / 1000 = 63,37$.

Таблица 6.2

Ведомость трудозатрат и потребности машино-смен на подготовке дорожной полосы

Наименование работ, типа и марки машин и механизмов	Объем работ	Источник норм	Норма	Потребность	
				машино-смен	чел.-дней
Корчевка пней (средний лес): Корчеватель ЛД – 9	0,25 га	Табл. 4, техн. прав и карты	2,67 на 1 га	0,67	0,67
Снятие ПРС Бульдозер ДЗ-171	31629,35 м ³	Табл. 20 техн. Прав и карты том II	2,13 на 1000 м ³	63,37	63,37

Примечание: норма корчевки для крупного леса 3,48; среднего - 2,67; мелкого - 2,44.

На основании табл. 6.2 рассчитываем состав бригады и её оснащённость. Результаты сводим в табл. 6.3.

Количество рабочих дней на длину участка определяем по формуле:

$$T_p = \frac{N_M \cdot l}{L \cdot n}, \quad (6.11)$$

где N_M – потребность в машино-сменах на всю длину дороги, машино-смен;

l – длина участка, м;

L – длина участка дороги, на котором выполняются линейные работы, м;
 n – количество машин в бригаде.

Назначаем состав звена на подготовке дорожной полосы и определяем число рабочих дней и календарную продолжительность работ.

Корчевка пней.

$$T_p = 0,67 \cdot 4791,5 / 4791,5 \cdot 1 = 0,67 \text{ дня.}$$

Календарная продолжительность работ по корчевке пней.

$$T_k = T_p \cdot K = 0,67 \cdot 1,94 = 1,3, \text{ принимаем } 2 \text{ дня.}$$

Время проведения работ по корчевке пней с 23 мая по 25 мая.

Снятие ПРС.

$$T_p = 63,37 \cdot 4791,5 / 4791,5 \cdot 1 = 63,37 \text{ дня.}$$

Так как число рабочих дней в строительном сезоне ограничено, принимаем на снятии ПРС два бульдозера при работе в две смены.

$$T_p = 63,37 / 2 \cdot 2 = 15,84 \text{ дня, принимаем } 16 \text{ дней.}$$

$$\text{Расчетное количество } n_p = 63,37 / (16 \cdot 2) = 1,98.$$

Календарная продолжительность работ по снятию ПРС.

$$T_k = T_p \cdot K = 15,84 \cdot 1,94 = 30,7, \text{ принимаем } 31 \text{ день.}$$

Время проведения подготовительных работ с 25 мая по 25 июня.

Таблица 6.3

Состав бригады и потребное количество машин и механизмов

Наименование работ, профессии рабочих, марки машин и механизмов	Потребное количество		Расчётное количество		Фактическое количество	
	маш. смен	чел. дней	машин	человек	машин	человек
1	2	3	4	5	6	7
Кочевка пней:						
корчеватель ЛД – 9	0,67	–	0,67	–	1	–
тракторист	–	0,67	–	0,67	–	1
Снятие ПРС:						
бульдозер ДЗ – 171.1	63,37	–	1,98	–	2	–
тракторист	–	63,37	–	1,98	–	2

7. СТРОИТЕЛЬСТВО ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

После очистки дорожной полосы от пней, мелкого леса и кустарника производится разбивка искусственных сооружений (рис. 7.1).

Монтаж трубы (рис. 7.2) с укладкой блоков фундамента начинают в направлении от выходного оголовка к входному с оставлением деформационных швов.

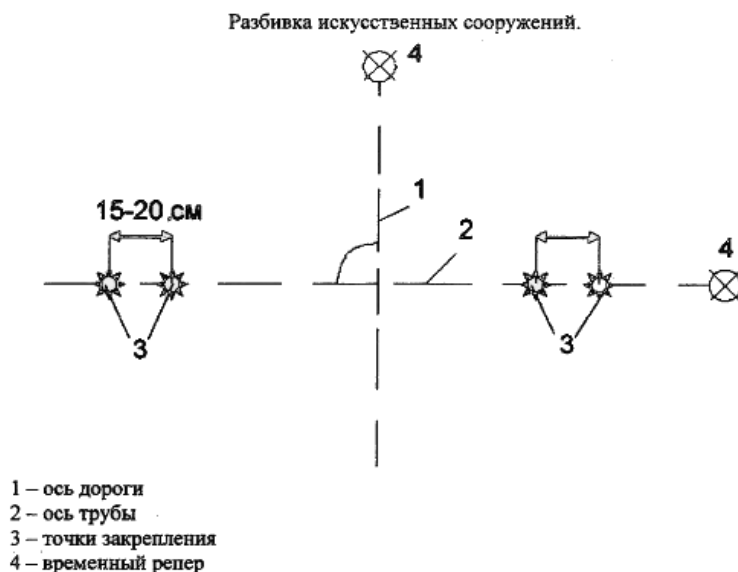


Рис. 7.1. Разбивка искусственных сооружений

Звенья труб устанавливают на место предварительно очищенными и сразу в проектное положение с выверкой деревянными клиньями.

Швы между звеньями заполняют проваренной в битуме паклей, а затем заливают битумной мастикой. Сверху в местах стыков накладывают полосы двухслойной рулонной гидроизоляции.

Поверхность трубы, которая соприкасается с грунтом, обмазывается битумом при температуре 150° - 170°С. С внутренней стороны стыки швов заделываются цементным раствором.

Гидроизоляцию выполняют на наружной поверхности трубы. Внутреннюю поверхность покрывают лаком, который служит средством для ухода за железобетонными трубами и в процессе эксплуатации предохраняет трубы от воздействия воды.

Засыпку трубы производят с обеих сторон горизонтальными слоями толщиной 15-20 см с уплотнением. При отметке над трубой до 0,5 м. уплотнение осуществляют электро- и пневмотрамбовками, при отметке более 0,5 м. тяжелыми катками.

Постройка труб включает в себя:

- подготовительные работы, рытье котлованов;
- монтаж фундамента и самой трубы с оголовками;
- устройство гидроизоляции;
- засыпка трубы с уплотнением;
- укрепление русел и откосов насыпи.

Подготовительные работы включают в себя:

- строительство временной дороги и строительной площадки;

- размещение машин и установка оборудования;
- организация складов материалов и элементов труб.

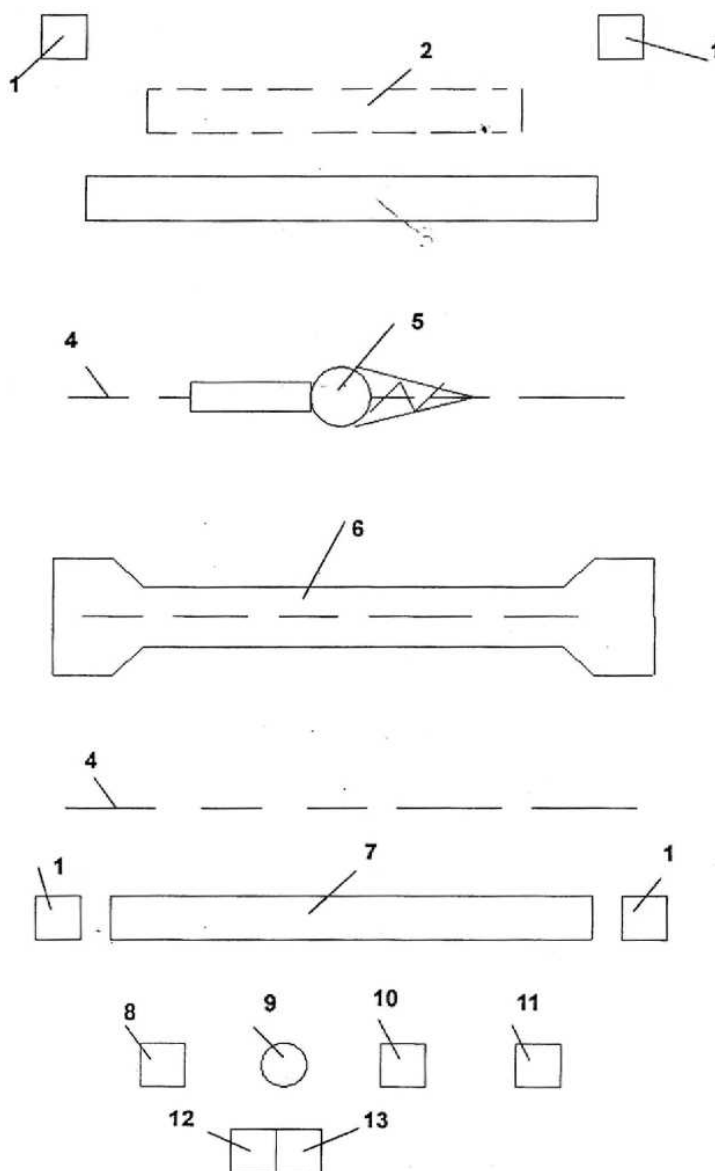


Рис. 7.2. Схема монтажной площадки трубы: 1 – склад блоков оголовков, 2 – склад фундаментов, 3 – склад лекальных блоков, 4 – путь движения крана, 5 – кран, 6 – контур трубы, 7 – склад звеньев трубы, 8 – емкость с цементом, 9 – бетономешалка, 10 – емкость с водой, 11 – электростанция 12 – склад щебня, 13 – склад песка

Основание трубы в виде гравийно-щебеночной подушки после планировки с приданием ему проектного уклона и требуемого строительного подъема, тщательно уплотняют механическими или электротрамбовками (см. рис. 7.2).

Доставка железобетонных конструкций производится автотранспортом. Погрузка, разгрузка и укладка железобетонных конструкций производится автомобильным краном КС – 2561, грузоподъемностью 10 т. Устройство котлованов для круглых труб производится бульдозером ДЗ-171.1.

Для устройства щебеночной подготовки под тело трубы и оголовки используется щебень. Подвозка щебня, бетона для укрепления и других материалов производится автосамосвалами.

7.1. Составление ведомости искусственных сооружений

Ведомость необходима для определения ресурсов на строительство. Тип искусственных сооружений и их размеры определяются проектом дороги [9]. Данные о типе искусственных сооружений заносим в ведомость (табл. 7.1). При составлении ведомости искусственные сооружения подразделяют на сосредоточенные и линейные.

Таблица 7.1

Ведомость искусственных сооружений

Местоположение сооружения	Наименование искусственного сооружения	Диаметр трубы, м	Длина трубы, м	Высота насыпи, м
ПК 4+00	Квад-ная ж/б труба	2x2	25	3,74
ПК 8+00	Круглая ж/б труба двух. очковая	d=2м	36	4,75
ПК 35+00	Круглая ж/б труба	d=1,75м	32	4,66
ПК 39+00	Круглая ж/б труба	d=2м	30	4,36

Длину трубы определяют по упрощенной формуле:

$$L_{mp} = B_{з.п} + 2 m (H_{нас} - d - \delta), \quad (7.1)$$

где $B_{з.п}$ – ширина земляного полотна поверху, м;

$H_{нас}$ – высота насыпи, м;

d – диаметр трубы, м;

m – коэффициент заложения откосов земляного полотна;

δ – толщина стенки трубы, м (можно принять равной 0,15 м).

Пример: ПК4+00.

$$L_{mp} = 12 + 2 \cdot 4 (3,74 - 2 - 0,15) = 24,72 \text{ м.}$$

7.2. Определение состава бригады для строительства искусственных сооружений

Для определения трудозатрат составляется ведомость по форме (табл. 7.2), но предварительно следует составить краткое описание технологии строительства искусственных сооружений.

Состав специализированного отряда для строительства круглых железобетонных труб представлен в табл. 7.3.

Для определения общей трудоемкости на строительство круглых железобетонных труб необходимо расчетный объем работ, определенный по формуле 7.1, умножить на трудозатраты. Количество рабочих дней определяется делением общей трудоемкости работ на численный состав бригады (табл. 7.3).

Пример. Труба ПК 4 +00, устройство фундамента.

Исходные данные: длина трубы 25 м; трудоемкость на 10 пог. м 0,35; в бригаде по строительству труб 10 человек.

Результат: $25 \cdot 0,35/10 = 0,875$ чел./дней. Округляем до 0,9.

Аналогично проводим расчет по всем позициям.

Таблица 7.2

Ведомость определения трудозатрат
на строительство искусственных сооружений

Место-положение трубы	Наименование работ	Ед. измерения	Объем работ	Трудоемкость, чел.-дн.		Количество дней
				на ед. изм.	всего	
ПК + 4 + 00	<i>Устройство тела трубы</i>					
	1. Устройство фундамента	10 пог/м	25	0,35	8,75	0,90
	2. Укладка звеньев трубы	1 пог/м	25	3,56	89,00	8,9
	<i>Устройство оголовков</i>	2 шт.	1	6,90	6,90	0,69
	Итого по трубе	–	–	–	104,65	10,49
8 + 00	<i>Устройство тела трубы</i>					
	1. Устройство фундамента	10 пог/м	36	0,35	12,6	1,26
	2. Укладка звеньев трубы	1 пог/м	36	3,56	128,16	12,82
	<i>Устройство оголовков</i>	2 шт.	1	6,90	6,90	0,69
	Итого по трубе	–	–	–	147,66	14,77
35 + 00	<i>Устройство тела трубы</i>					
	1. Устройство фундамента	10 пог/м	32	0,35	11,2	1,12
	2. Укладка звеньев трубы	1 пог/м	32	3,56	113,92	11,39
	<i>Устройство оголовков</i>	2 шт.	1	6,90	6,90	0,69
	Итого по трубе	–	–	–	132,02	13,20
39 + 00	<i>Устройство тела трубы</i>					
	1. Устройство фундамента	10 пог/м	30	0,45	10,5	1,20
	2. Укладка звеньев трубы	1 пог/м	30	3,56	106,8	10,68
	<i>Устройство оголовков</i>	2 шт.	1	6,90	6,90	0,69
	Итого по трубе	–	–	–	124,2	12,57
Итого						51,03

Таблица 7.3

Состав специализированного отряда для строительства круглых труб

Наименование	Количество
1	2
1. Рабочие на одну смену:	
– машинисты и мотористы, чел.	4
– дорожные рабочие, чел.	6
2. Машины и механизмы:	
– автомобильный кран КС – 3562А, шт.	1
– бульдозер ДЗ-171.1, шт.	1
– самоходный пневмоколесный каток ДУ – 31А, шт.	1
– электростанция ПЭС – 12 М, шт.	1
– электровибраторы ИВ – 101, ИВ – 47Б, ИВ – 113	3
– битумный котел вместимостью 400л, шт.	1

На основании табл. 7.2 определим общую продолжительность работ по строительству круглых железобетонных труб.

$$T_k = T_p \cdot K = 51,03 \cdot 1,94 = 98,998. \text{ Округляем до 99 дней.}$$

Так как продолжительность строительного сезона ограничена (всего 134 дня), а на строительство искусственных сооружений необходимо 99 дней, то принимаем на строительстве круглых железобетонных труб две бригады при работе в две смены. Общее время строительства искусственных сооружений двумя бригадами в две смены составит: $99/2 \cdot 2 = 24,75$.

Округляем до 25 дней.

Назначаем время строительства искусственных сооружений с 25 мая по 19 июня.

8. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Сооружение земляного полотна автомобильной дороги осуществляется комплексно-механизированным способом с применением средств механизации в зависимости от принятой технологии и установленных сроков выполнения работ.

8.1. Классификация транспортных работ

В процессе строительства автомобильных дорог происходит массовое перемещение различных строительных грузов. В средних условиях перемещения строительных материалов на одном дорожном объекте составляют ежегодно сотни тысяч и миллионы тонно-километров.

По назначению, увязке с другими видами работ, применяемым транспортным средствам и дальностям возки транспортные работы на дорожном строительстве делят на две группы [3].

К первой группе относят транспортные работы, являющиеся составной частью технологического процесса строительно-монтажных работ или производственного предприятия (так называемый технологический паспорт).

Примерами работ первой группы являются:

- перемещение грунта при сооружении земляного полотна на короткие расстояния (до 500-1000 м) землеройными машинами-бульдозерами, скреперами и т.п.;

- перемещение строительных материалов (камня, кирпича, металла, бетонных блоков, лесоматериала) на строительстве мостов и гражданских зданий в пределах строительной площадки с помощью транспортеров, строительных кранов, автопогрузчиков, тельферов и т.д.;

- перемещение щебня, песка, гравия из штабелей к смесительным и дозирочным установкам, осуществляемое с помощью ленточных транспортеров, канатных скреперов, бульдозеров, узкоколейных вагонеток и т.п.;

- перемещение цемента, минерального порошка, извести со складов к смесительным и дозирочным установкам по трубопроводам или с помощью транспортеров;

- перекачка битумов, дегтей, различного жидкого топлива, воды по трубопроводам и т.п.

Организация работы технологического транспорта полностью подчинена требованиям общей схемы технологического процесса и ее разрабатывают при составлении технологических карт на соответствующие строительно-монтажные или заготовительные работы.

Особо следует выделить транспортировку грунта на значительные расстояния (обычно свыше 2 – 3 км), выполняемую автомобилями.

Ко второй группе относят транспортные работы по доставке различных материалов, полуфабрикатов и готовых изделий с мест их заготовки к местам потребления.

Примерами транспортных работ второй группы являются:

- перевозка дорожно-строительных материалов (щебня, гравия, песка) из карьеров на дорогу или на производственные предприятия (АБЗ, ЦБЗ);

- перевозка различных битумо-минеральных и цементобетонных смесей с территории изготовляющих предприятий на дорогу;

- транспортировка продукции промышленности (цемента, битума, лесоматериала и т.п.) по железной дороге, водным путям сообщения или автомобилями на перевалочные и центральные склады, строительства и далее со складов к местам потребления.

Как правило, организация транспортных работ, стремится удовлетворить в первую очередь требования вытекающие из организации строительно-монтажных и заготовительных работ. Направление и дальность перевозок, объем перевозимых грузов устанавливаются в процессе проектирования организации строительно-монтажных и заготовительных работ.

Однако значительная стоимость транспортных работ и необходимость обеспечить целесообразное, с высокой производительностью использование транспортных средств иногда требует вносить изменения в первоначально намеченную организацию отдельных специализированных потоков или заготовительных работ.

При организации транспортных работ учитывают также сезонные особенности дорожного строительства. Обычно, на строительномонтажных работах, выполняемых непосредственно на дороге, потребность в транспортных средствах возрастает летом и снижается зимой. Поэтому, с целью максимального использования зимнего периода и снижения потребности в транспортных средствах летом возможно большие объемы транспортных работ планируют на зимний период. Зимой завоз материалов намечают на участки, наиболее удаленные от источников снабжения. Планируют наиболее «невыгодные» (но неизбежные по общей схеме организации строительства) транспортные работы, на которых на каждую тонну завезенных грузов приходится максимальное (по сравнению с другими участками) количество километров пробега. На зиму намечают также перевозки грузов автомобилями с максимальным использованием снежных и ледяных подъездных путей и переправ. Эти пути можно прокладывать по кратчайшим расстояниям, сокращая дальность перевозок грузов. Зимние, временные дороги, целесообразно использовать на заболоченных участках, характеризующихся плохой проезжаемостью в летних условиях.

Транспорт, обслуживающий строительство автомобильных дорог (транспортные работы второй группы), условно разделяют на внешний и внутренний.

Внешним называют транспорт, осуществляющий доставку материалов на строительство из пунктов снабжения, расположенных вне района строительства. Основными грузами внешнего транспорта являются материалы промышленности (цемент, битум, металл, топливо и смазочные материалы и т.д.), а также каменные материалы, если их нет в районе строительства.

Внутренним называют транспорт, осуществляющий перевозку строительных грузов внутри района строительства. Этот транспорт полностью подчинен дорожно-строительной организации.

8.2. Разбивка на местности земляного полотна и водоотводных канав

После выноски пикетажа непосредственно перед началом земляных работ производят разбивку, которая состоит в нанесении и закреплении на местности основных точек [5], определяющих поперечные размеры будущих насыпей и выемок с учётом уклона местности, толщины снимаемого растительного слоя и расположения боковых канав.

Эту работу выполняют на основе проведённого пикетажа оси дороги, руководствуясь проектными материалами и рабочими чертежами, в которых приведены типовые поперечные профили насыпей и выемок будущей дороги, продольный профиль с рабочими отметками каждого пикета.

При разбивке учитывают конструкцию поперечного профиля дороги в окончательном виде.

На всех необходимых точках восстанавливают и закрепляют разбивочные знаки.

Все необходимые точки закрепляют на местности кольями. На кольях делают затёски, на которых несмываемой краской указывают номер пикета и плюса, отметку насыпи и выемки. На тех участках, на которых не был вынесен пикетаж, или он оказался сбитым, пикетные точки выносят, пользуясь реперами. Из опасения, что поставленные кольца могут быть сбиты землеройными машинами и автомобилями, за пределами рабочей зоны устанавливают дополнительные кольца, которые позволят восстановить точки сбитых колеьев.

При большом объёме разбивочных работ при управлении строящейся дороги создают специальную геодезическую службу для проведения всех разбивочных работ, которая гарантирует высокое качество переноса проектов в натуру и обеспечивает непрерывный контроль за их исполнением.

Простейшие разбивочные работы проводят с применением визирок или универсального откосника. Визирка состоит из двух металлических штанг, одна из которых (наружная) является направляющей для другой и предназначена для закрепления в грунте, другая (внутренняя) свободно передвигается по первой, имеет в верхней части горизонтальную планку и закрепляется на заданной высоте.

На участках возведения земляного полотна, для закрепления оси дороги в плане перед началом работ на каждом пикете и в местах перелома продольного профиля забивают кольца с двух сторон на определённом расстоянии.

Затем на кольях делают разноску рабочих отметок путём нивелирования от репера. Полученные отметки увеличивают на одну и ту же величину. На кольях на этой высоте прибавляют планку, верх которой является линией визирования.

После этого по данным поперечного профиля вычисляют расстояния от линии визирования до поверхности земляного полотна у края проезжей части. По полученным данным закрепляют верхнюю горизонтальную планку визирки. По визиркам и линиям визирования назначают высоту насыпи.

На дорогах, имеющих высоту насыпи по оси до 1.5 м, забивают кольца, указывающие номера пикетов и высоту насыпи, а рядом ставят веху с поперечной планкой наверху, обозначающей поверхность будущей насыпи. При насыпях большей высоты ограничиваются забивкой только колеьев по оси.

При разбивке насыпей на некрутых уклонах местности для облегчения работ применяют переносный шаблон. На крутых косогорах используют рейку с водяным уровнем и откосными планками. Рейка имеет длину 3 м, планки по 0,3 – 0,4 м, жестко соединённые между собой под заданным уклоном откоса насыпи.

Линии пересечения откосов насыпи с поверхностью земли закрепляют кольями, но лучше провести борозду автогрейдером. Для указания направления откосов и подошвы устанавливают откосное лекало, представляющее треугольник из деревянных планок.

Состав и последовательность разбивочных работ:

- восстановление пикетажа с детальной разбивкой круговых и переходных кривых, разбивка разъездов;
- установка с помощью нивелира высотных кольев в начале и в конце каждого участка с однообразным уклоном, а также на биссектрисе вертикальных кривых;
- выставление на участках насыпей с помощью визиров высотников на всех переломах черной линии;
- закрепление высотников установкой повторителей за пределы зоны работы землеройных машин;
- установка кольев в местах перехода насыпи в выемку;
- установка в местах устройства выемок кольев с указанной на них глубиной;
- обозначение колышками ширины подошвы насыпи и положения откосов насыпи и выемок – откосниками;
- разбивка трасс водоотводных канав с указанием на колышках их глубины.

Поперечные профили разбивают на прямых участках через 50 м. на закруглениях через 20 м.

При разбивке земляного полотна необходимо учитывать толщину дорожной одежды, при этом насыпь будет ниже и шире, чем это предусмотрено на продольном профиле.

8.3. Подготовка основания

При проведении подготовительных работ следует учитывать ширину земляного полотна, которая зависит от категории дороги и толщины дорожной одежды [10].

Уплотнение грунта производят 16 – 30-тонными катками на пневматических шинах. Особенно важно доуплотнение грунта непосредственно в пределах проезжей части для обеспечения ровности и прочности покрытия.

Доуплотнение производят челночными проходами катков, начиная от бровок земляного полотна с перемещением при каждом проходе ближе к оси на 2/3 уплотняемой полосы. Так как после катков на пневматическом ходу, на земляном полотне остаются неровности, их заглаживают за два-три прохода двух- или трехвальцовых катков массой не менее 8 – 10 т.

8.4. Выбор типа ведущей машины

При выборе ведущей машины на возведение земляного полотна учитывается, что большая часть объемов земляных работ производится из сосредоточенного грунтового карьера.

Поэтому в качестве ведущей дорожно-строительной машины на возведение земляного полотна принимаем – экскаватор с автовозкой. Ведущая машина должна быть загружена максимально. Причем сменная нагрузка ведущей машины определяется в зависимости от ее технических возможностей, а не по нормативной производительности.

8.5.Отсыпка насыпи при доставке грунта автосамосвалами из карьера

Процесс возведения насыпей в основном состоит из последовательной укладки грунта. Доставленный на место строительства насыпи грунт укладывают в определенном порядке в зависимости от рельефа местности, конструкции земляного полотна. Обычно укладку грунта ведут таким образом, чтобы образовался ровный слой определенной толщины, который сравнительно легко можно уплотнить.

Последовательно укладывая слои один на другой доводят насыпь до проектной отметки. Такой способ устройства насыпи называют способом послойной отсыпки. Достоинством этого способа является возможность получать насыпь с требуемой плотностью грунта в любой её части.

При послойной отсыпке работы ведут на двух захватках – на одной из них производят разгрузку транспортных средств и разравнивание грунта слоем необходимой толщины, на другой уплотняют уже подготовленный слой грунта.

Обычно отсыпку слоя грунта и его уплотнение выполняют на половине ширины земляного полотна, в это время движение транспортных средств с грунтом происходит во второй половине. Укладку и разравнивание грунта производят от края к середине.

8.6. Разравнивание и уплотнение грунта

Земляное полотно в большинстве случаев возводят примерно за год до начала работ по строительству дорожной одежды. За этот период под воздействием природных факторов и движения грузовых автомобилей, обслуживающих строительство дороги, земляное полотно доуплотняется. При насыщении водой и замерзании зимой пылеватые пористые грунты разуплотняются, если степень их уплотнения не была высокой, а коэффициент уплотнения был меньше единицы. Во избежание разуплотнения грунтов необходимо проводить их усиленное уплотнение при возведении земляного полотна. Для этих целей применяют повышенный коэффициент уплотнения, в размере 1,1. Для достижения такой степени уплотнения

необходимо повышение массы катков и применение более эффективных уплотняющих средств.

Происходившее движение автомобилей, с одной стороны, способствует доуплотнению земляного полотна, с другой – приводит к образованию колеи и нарушению ровности поверхности. Тяжелые суглинки при увлажнении превращаются в месиво и задерживают сток воды с земляного полотна. Поэтому до начала уплотнения необходимо отвести воду, высушить грунт и провести планировочные работы для выравнивания и придания поперечного уклона земляного полотна от оси к краям по величине, равной проектному поперечному уклону покрытия.

Работы по подготовке земляного полотна начинают проводить, когда грунт подсохнет и достигнет оптимальной влажности, не будет липнуть к отвалу автогрейдера или вальцам катка. Планировку производят автогрейдером, который осуществляет круговые проходы по захватке. Длина захватки должна быть равна двойной длине последующих захваток, так как подготовительные работы могут быть выполнены за одну дневную смену ввиду их малой трудоемкости при сравнительно высокой производительности автогрейдеров и катков.

Уплотнение, верхнее доуплотнение грунта производят 16 – 30 – тонными пневмоколесными катками. При отсыпке верхней части земляного полотна для дорог с капитальным типом покрытия в пределах 1,5 м от поверхности покрытия во II и III ДКЗ коэффициент требуемой плотности грунта должен быть 0,98 – 1,0, в пределах от 1,5 до 6 м при условии неподтопляемости – 0,95, а более 6 м – 0,98 (табл. 8.1). Особенно важно доуплотнение грунта непосредственно в пределах проезжей части для обеспечения ровности и прочности покрытия.

Таблица 8.1

Минимальный требуемый коэффициент уплотнения

Вид земляного полотна	Часть земляного полотна	Глубина расположения слоя от поверхности покрытия	Усовершенствованные, облегченные и переходные типы покрытий	
			K_v в ДКЗ	
			II, III	IV, V
Насыпь	Верхняя	До 1,5	1,00; 0,98	0,95
	Нижняя не подтапливаемая	1,5 – 6,0	0,95	0,95; 0,90
		Более 6,0	0,98	0,95; 0,90
	Нижняя подтапливаемая	1,5 – 6,0	0,95	0,95
Более 6,0		0,98	0,95	
Выемки и естественные основания низких насыпей	В слое сезонного промерзания	До 1,2	0,98; 0,95	0,95
	Ниже слоя сезонного промерзания	Более 1,2	0,95; 0,92	0,90

Примечание: меньшие значения для переходных типов покрытия.

Доуплотнение производят челночными проходами катков, начиная от бровок земляного полотна с перемещением при каждом проходе ближе к оси на 2/3 уплотняемой полосы. Так как после катков на пневматическом ходу на земляном полотне остаются неровности, их заглаживают за два-три прохода двух- или трехвальцовых катков массой не менее 8 – 10 т.

В отдельных случаях при возведении насыпи в год строительства дорожной одежды в целях повышения устойчивости и прочности доуплотняют земляное полотно трамбуемыми машинами или плитами, подвешенными к экскаватору. Этим обеспечивают при сыпучих грунтах большую глубину уплотнения по сравнению с катками. Кроме того, динамическое воздействие плит, сотрясая все земляное полотно, приводит к лучшему взаимному перемещению частиц грунта и повышению его плотности. Такое уплотнение особенно необходимо, если насыпь не доведена до требуемой степени уплотнения, особенно в верхней части.

Желательно поверхностный слой земляного полотна улучшать мелкозернистым материалом – песком, золой уноса, котельным шлаком и т.д. В этом случае после разравнивания материал перемешивают с грунтом автогрейдерами с кирковщиками, затем после разравнивания уплотняют тяжелыми катками на пневматических шинах.

Для выполнения земляных работ при строительстве данной дороги принимаем следующее:

- доставка и выгрузка грунта автосамосвалами;
- разработка и нарезка грунта экскаваторами;
- разравнивание грунта выполняем бульдозером;
- послойное уплотнение грунта насыпи выполняем комбинированным пневмоколёсным катком;
- планировку и профилирование земляного полотна выполняем автогрейдером.

8.7. Определение количества слоев возводимой насыпи

Технологическая карта на возведение земляного полотна составляется для каждого участка с различными типами поперечного профиля отдельно.

Разделение на участки связано с различной технологией строительства земляного полотна. В качестве примера составлена технологическая карта на возведение земляного полотна для участка с ПК 00+00 по ПК 47+91,5.

Определяем количество конструктивных слоев n_c (рис. 8.1), из которых возводится насыпь земляного полотна, по формуле:

$$n_c = \frac{(H_{cp} - h_{до})}{h_i}, \quad (8.1)$$

где H_{cp} – средняя рабочая отметка насыпи, м;

$h_{до}$ – толщина дорожной одежды, м;

h_i – толщина конструктивного слоя, м.

Толщина слоя выбирается в зависимости от требуемого коэффициента уплотнения и типа уплотняющей машины (табл. 8.2) или рассчитывается по формулам. Основными машинами при уплотнении земляного полотна являются пневмоколесные и кулачковые катки.

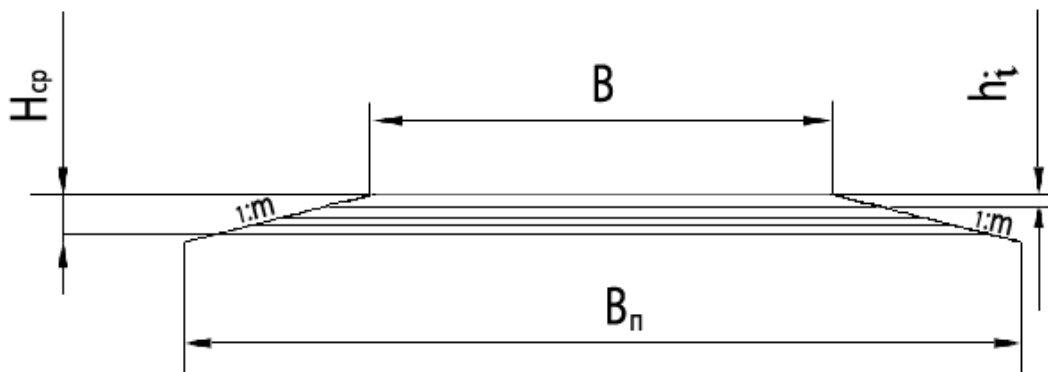


Рис. 8.1. Послойная схема земляного полотна: В – ширина земляного полотна; В_п – ширина земляного полотна понизу; h_и – толщина отсыпаемого слоя насыпи; Н_{ср} – средние рабочие отметки насыпи

Толщина конструктивного слоя для скального грунта при требуемом коэффициенте уплотнения 0,98 и массе пневматического катка 60 тонн равна 30 см при 8 проходах по одному следу.

Для определения средней высоты земляного полотна, необходимо из средней рабочей отметки насыпи вычесть толщину дорожной одежды:

$$n = (2,53 - 0,69) / (\text{от } 0,30 \text{ до } 0,35)$$

Принимаем количество слоев насыпи – 4 слоя 0,31 м. и 2 слоя 0,30 м.

8.8. Определение толщины уплотняемого слоя насыпи для различных типов уплотняющих машин

Глубину активной зоны уплотнения пневмоколесными катками для грунтов можно определить по следующему эмпирическому выражению [11]:

$$h_a = 0,18 \frac{W_\phi}{W_o} \sqrt{\frac{G_k P_{ш}}{1 - \xi}}, \quad (8.2)$$

где W_ϕ , W_o – фактическая и оптимальная влажность грунта, %;

G_k – нагрузка на колесо, кг;

$P_{ш}$ – давление в шине, кг/см²;

ξ – коэффициент жесткости шины, зависящий от давления в ней:

P_m , кг/см ²	1	2	3	4	5	6
ξ	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1

Таблица 8.2

Ориентировочные значения оптимальной толщины уплотненного слоя грунта

Тип уплотняющей машины	Оптимальная толщина уплотняемого слоя в плотном теле, см (в числителе) и количество проходов по одному следу (в знаменателе) при коэффициенте уплотнения			
	Связные грунты		Несвязные грунты	
	0,95	0,98	0,95	0,98
Катки прицепные и полуприцепные на пневматических шинах массой, т: 10 – 16 25 – 35 40 – 60 100	15 – 20/6 – 8 30 – 35/6 – 8 40 – 45/6 – 8 70 – 80/6 – 8	10 – 15/8 – 12 25 – 30/8 – 10 30 – 35/8 – 10 45 – 60/8 – 10	20 – 25/4 – 6 30 – 40/4 – 6 45 – 50/4 – 6 90 – 100/4 – 6	15 – 20/6 – 8 25 – 30/6 – 8 35 – 40/6 – 8 70 – 80/6 – 8
Катки кулачковые прицепные массой 9 и 18 т	20 – 25/6 – 8	15 – 20/8 – 10	–	–
Катки решетчатые массой 25 т	35 – 40/20	25 – 30/20	40 – 50/20	35 – 40/20
Вибрационные катки массой, т 3 – 5 6 – 8 10 – 12	– – –	– – –	40 – 50/12 60 – 70/20 80 – 100/16	25 – 30/12 35 – 40/20 40 – 50/16
Виброуплотняющая плита массой, кг 125 – 250 750	– –	– –	20 – 30 35 – 40	10 – 15 20 – 25
Плиты экскаваторные массой 2 – 3 т при падении с высоты 2 – 3 м	80 – 90	50 – 60	100 – 110	70 – 80

Оптимальная толщина уплотняемого слоя грунта при уплотнении кулачковыми катками определяется по зависимости:

$$H_a = 0,65(L_k + 2,5b - h_p), \quad (8.3)$$

где L_k – длина кулачка, м;

b – минимальный поперечный размер опорной поверхности кулачка,
 $b = 0,06 \dots 0,1$ м;

h_p – глубина рыхления грунта, $h_p = 0,04 \dots 0,06$ м.

8.9. Определение объемов работ на послойную разработку грунта для насыпи, его разравнивание и уплотнение

Ширина каждого слоя насыпи при послойном возведении земляного полотна (рис. 8.2), определяется по зависимости:

$$B_i = B + 2m(H_{cp} - \sum h_i), \quad (8.4)$$

где B – ширина земляного полотна поверху, м;
 m – заложение откоса насыпи;
 h_i – толщина отсыпаемого слоя насыпи, м.

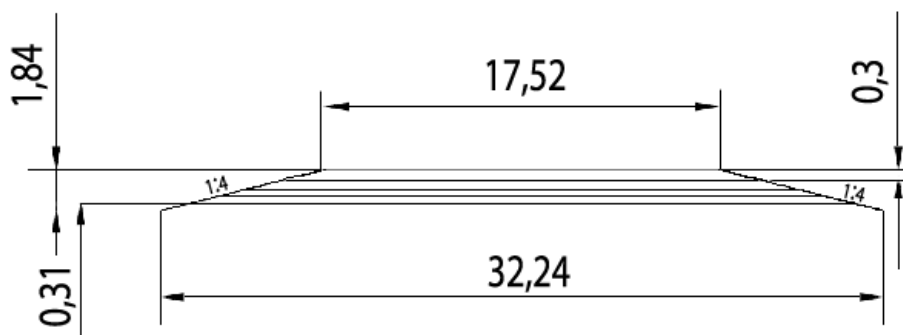


Рис. 8.2. Расчётная схема земляного полотна

Ширина земляного полотна поверху определяется по зависимости:

$$B = B_{zn} + 2mh_{до}, \quad (8.5)$$

где B_{zn} – ширина земляного полотна поверху в зависимости от категории дороги, м;

Объем грунта в каждом слое насыпи (см. рис. 8.2) определяется по зависимости:

$$V_i = (B_i h_i + m h_i^2) L K, \quad (8.6)$$

где B_i – ширина каждого отдельного слоя насыпи, м;

L – длина строящегося участка дороги, м;

K – коэффициент переуплотнения, $K = 1,05 \dots 1,15$.

$$B_n = 12 + 2 \cdot 4 \cdot (2,53 - 0,00) = 32,24 \text{ м};$$

$$B_1 = 12 + 2 \cdot 4 \cdot (2,53 - 0,31) = 29,76 \text{ м};$$

$$B_2 = 12 + 2 \cdot 4 \cdot (2,53 - 0,62) = 27,28 \text{ м};$$

$$B_3 = 12 + 2 \cdot 4 \cdot (2,53 - 0,93) = 24,80 \text{ м};$$

$$B_4 = 12 + 2 \cdot 4 \cdot (2,53 - 1,24) = 22,32 \text{ м};$$

$$B_5 = 12 + 2 \cdot 4 \cdot (2,53 - 1,54) = 19,92 \text{ м};$$

$B_6 = B = 12 + 2 \cdot 4 \cdot (2,53 - 1,84) = 12 + 2 \cdot 4 \cdot 0,69 = 17,52 \text{ м}$. – с этой отметки начинается устройство дорожной одежды.

Объем работ на длине захватки составит:

$$V_1 = (29,76 \cdot 0,31 + 4 \cdot 0,31^2) \cdot 100 \cdot 1,15 = 1105,15 \text{ м}^3;$$

$$V_2 = (27,28 \cdot 0,31 + 4 \cdot 0,31^2) \cdot 100 \cdot 1,15 = 1016,74 \text{ м}^3;$$

$$V_3 = (24,80 \cdot 0,31 + 4 \cdot 0,31^2) \cdot 100 \cdot 1,15 = 928,33 \text{ м}^3;$$

$$V_4 = (22,32 \cdot 0,31 + 4 \cdot 0,31^2) \cdot 100 \cdot 1,15 = 839,91 \text{ м}^3;$$

$$V_5 = (19,92 \cdot 0,30 + 4 \cdot 0,30^2) \cdot 100 \cdot 1,15 = 728,64 \text{ м}^3.$$

$$V_6 = (17,52 \cdot 0,30 + 4 \cdot 0,30^2) \cdot 100 \cdot 1,15 = 645,84 \text{ м}^3.$$

Объем работ на всю длину дороги составит:

$$\begin{aligned} V_1 &= (29,76 \cdot 0,31 + 4 \cdot 0,31^2) \cdot 4791,5 \cdot 1,15 = 52953,26 \text{ м}^3; \\ V_2 &= (27,28 \cdot 0,31 + 4 \cdot 0,31^2) \cdot 4791,5 \cdot 1,15 = 48717,00 \text{ м}^3; \\ V_3 &= (24,80 \cdot 0,31 + 4 \cdot 0,31^2) \cdot 4791,5 \cdot 1,15 = 44480,74 \text{ м}^3; \\ V_4 &= (22,32 \cdot 0,31 + 4 \cdot 0,31^2) \cdot 4791,5 \cdot 1,15 = 40244,48 \text{ м}^3; \\ V_5 &= (19,92 \cdot 0,30 + 4 \cdot 0,30^2) \cdot 4791,5 \cdot 1,15 = 34912,79 \text{ м}^3; \\ V_6 &= (17,52 \cdot 0,30 + 4 \cdot 0,30^2) \cdot 4791,5 \cdot 1,15 = 30945,42 \text{ м}^3. \\ \Sigma &= 252253,69 \text{ м}^3. \end{aligned}$$

8.10. Определение объемов работ на планировке земляного полотна

Объемы работ на планировке вычисляются отдельно для верха земляного полотна и откосов [8]:

$$S_{nl1} = B_i L, \quad (8.7)$$

$$S_{nl2} = 2L(H_{з.н.} + h_k)\sqrt{1+m^2}, \quad (8.8)$$

где S_{nl1} , S_{nl2} – площади планировки верха и откосов земляного полотна, м^2 ;
 B_i – ширина земляного полотна поверху без учета дорожной одежды, м;
 L – длина участка (захватки, участка дороги), м;
 $H_{з.н.}$ – средняя высота насыпи (без учета дорожной одежды), м;
 h_k – глубина канавы (0,6...0,8 м), можно принять $h_k = 0,8$ м.

$$\begin{aligned} S_{nl1} &= 17,52 \cdot 100 = 1752,00 \text{ м}^2; \\ S_{nl1} &= 17,52 \cdot 4791,5 = 83947,10 \text{ м}^2; \\ S_{nl2} &= 2 \cdot 100(1,84 + 0,8)\sqrt{1+4^2} = 2177,00 \text{ м}^2; \\ S_{nl2} &= 2 \cdot 4791,5(1,84 + 0,8)\sqrt{1+4^2} = 104310,94 \text{ м}^2. \end{aligned}$$

8.11. Расчет производительности машин для выполнения земляных работ

Ведущей на земляных работах является землеройная (землеройно-транспортная) машина. Для разработки грунта (дресвяный грунт) в карьере, с учетом трудности разработки грунтов механизированными средствами, используется экскаватор с обратной лопатой ЭО – 4225А.

Экскаватор ЭО-4225А

Производительность экскаватора определяется для грунтов, отнесенных к IV группе по трудности разработки по следующей зависимости [11]:

$$\Pi = \frac{3600K_сVK_nK_{mp}K_{nep}}{t_цK_{pa}}, \quad (8.9)$$

где Π – эксплуатационная производительность, м³/ч;

$K_в$ – коэффициент использования рабочего времени, $K_в = 0,85$;

V – геометрическая емкость ковша экскаватора, м³ ($V = 1,25$);

K_n – коэффициент наполнения ковша, $K_n = 0,6 \dots 1,2$;

$K_{тр}$ – коэффициент трудности разработки, $K_{тр} = 0,70 \dots 1,00$;

$K_{пер}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на перестановку экскаватора, $K_{пер} = t_{раб} / (t_{раб} + t_{перемещения})$, $K_{пер} = 0,9$;

t_u – продолжительность рабочего цикла, $t_u = (t_k + t_n + t_{нов1} + t_{раз} + t_{нов2} + t_o) K_{одн}$, $t_u = 11 \dots 36$ с;

$t_k, t_n, t_{нов1}, t_{раз}, t_{нов2}, t_o$ – время копания, подъема ковша, поворота грузевого ковша, разгрузки, поворота порожнего ковша, приведения ковша в забой соответственно;

$K_{одн}$ – коэффициент одновременности выполнения операций $K_{одн} = 0,8 \dots 0,9$;

$K_{ра}$ – коэффициент разрыхления грунта, $K_{ра} = 1,1 \dots 1,3$.

$$\Pi = \frac{8,2 \cdot 3600 \cdot 0,85 \cdot 1,25 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 0,9}{28 \cdot 1,2} = 411,67 \text{ м}^3/\text{смену}.$$

Для разработки канав используется экскаватор с обратной лопатой ЭО – 3323А.

Экскаватор ЭО-3323А

Производительность экскаватора определяется для грунтов, отнесенных к II группе по трудности разработки (приложение 2):

$$\Pi = \frac{8,2 \cdot 3600 \cdot 0,85 \cdot 0,63 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9}{25 \cdot 1,1} = 569,09 \text{ м}^3/\text{смену}.$$

Для условий автовозки грунта из сосредоточенного резерва выбирают автотранспорт по грузоподъемности из условий оптимального соотношения емкостей ковша экскаватора и кузова автосамосвала:

$$q_a = (5 \dots 7) q_в \gamma, \quad (8.10)$$

где q_a – грузоподъемность автосамосвала, т;

$q_в$ – объем ковша экскаватора, м³;

γ – насыпная плотность грунта земляного полотна (приложение 2), т/м³.

$$q_a = 6,7 \cdot 1,25 \cdot 1,80 = 15,0 \text{ т}.$$

На вывозке грунта и карьера используется автосамосвал КамАЗ 65115.

Автосамосвал КамАЗ 65115

Производительность автосамосвала определяется по формуле [11]:

$$\Pi = \frac{TK_в q}{\frac{2L_{cp}}{v} + t_{np}}, \quad (8.11)$$

где Π – сменная производительность, т/смену;
 T – продолжительность смены, ч, $T = 8,2$;
 q – грузоподъемность автомобиля, т;
 L_{cp} – средняя дальность транспортировки грунта, км, $L_{cp} = l_k + 0,5 \cdot L$,
 где l_k – расстояние от грунтового резерва до точки примыкания к
 строящемуся участку дороги, км;
 v – средняя скорость (грузовое, порожнее направление) движения ав-
 томобиля, км/ч;
 t_{np} – время на погрузочно-разгрузочные работы, ч, $t_{np} = 0,2$;

$$\Pi = \frac{8,2 \cdot 15 \cdot 0,85}{\frac{2 \cdot 10,6}{35} + 0,2} = 129,76, \text{ т/см}$$

При плотности грунта $1,80 \text{ т/м}^3$ $\Pi = \frac{129,76}{1,80} = 72,09 \text{ м}^3/\text{смену}$

Бульдозер ДЗ – 171.1

Эксплуатационная сменная производительность бульдозера на раз-
 равнивании грунта рассчитывается по формуле [11]:

$$\Pi = \frac{3600K_B L (B \sin \phi - a_n)}{\left(\frac{L}{v_{px}} + t_n \right) m}, \quad (8.12)$$

где Π – эксплуатационная производительность, $\text{м}^2/\text{ч}$;
 L – длина планируемого участка (длина захватки), м;
 B – ширина отвала, м;
 ϕ – угол захвата, град;
 a_n – ширина полосы перекрытия; $a_n = 0,15 \dots 0,20$ м;
 v_{px} – рабочая скорость перемещения машины, м/с;
 t_n – продолжительность разворота трактора; $t_n = 10 \dots 20$ с;
 m – число проходов по одному следу; $m = 1 \dots 2$.

$$\Pi_{cm} = \frac{8,2 \cdot 3600 \cdot 0,85 \cdot 100 \cdot (3,31 \sin 90 - 0,4)}{(100 / 0,83 + 16)2} = 26749,96, \text{ м}^2/\text{смену}.$$

Для перевода Π_{cm} из $\text{м}^2/\text{смену}$ в $\text{м}^3/\text{смену}$ умножим на толщину слоя:

$$\Pi_{cm} = 26749,96 \cdot 0,3 = 8024,99 \text{ м}^3/\text{смену}.$$

На планировочных работах и профилировании элементов земляного
 полотна используется автогрейдер ДЗ – 98 В.1.

Автогрейдер ДЗ – 98 В.1

Производительность при планировочных работах находим по формуле (8.12).

$$П = \frac{8,2 \cdot 3600 \cdot 0,85 \cdot 100(4,27 \sin 63 - 0,18)}{\left(\frac{100}{2,5} + 18\right)^2} = 78403,8 \text{ м}^2/\text{смену}.$$

Для уплотнения грунта используем комбинированный каток ДУ – 84.

Каток ДУ – 84

Производительность уплотняющей машины определяется по формуле [11]:

$$П_3 = \frac{1000K_в(B_B - a_B)v_k h_{cp}}{z}, \quad (8.13)$$

где $K_в$ – коэффициент использования машины во времени, $K_в = 0,8 \dots 0,9$;
 B_B – ширина укатываемой полосы, равная ширине вальца, м;
 a_B – размер перекрытия рабочего прохода, $a_B = 0,05 \dots 0,1$ м;
 v_k – рабочая скорость: для катка с гладкими вальцами $v_k = 1,5 \dots 3$ км/ч;
 для кулачковых катков $v_k = 4 \dots 5$ км/ч; для катков с пневматическими шинами $v_k = 3 \dots 10$ км/ч;
 h_{cp} – толщина уплотняемого слоя, м; $h_{cp} = 0,307$ м.
 z – число проходов.

$$П = \frac{8,2(2,0 - 0,1)2,5 \cdot 0,307 \cdot 1000 \cdot 0,85}{8} = 1270,5 \text{ м}^3/\text{смену}.$$

8.12. Выбор дорожно-строительных машин для выполнения земляных работ

При выборе машин (марок машин) учитывается темп и стоимость работ, трудоемкость, производительность труда, уровень механизации.

Выбор машин можно производить по максимальной ее загруженности. Для каждого вида работ количество ведущих машин определяется по зависимости:

$$N_p = \frac{Q}{П_{см} N_{см} n_{см}} \text{ или } N_p = \frac{QH_{вр}}{N_{см} n_{см}}, \quad (8.14)$$

где: N_p – количество рабочих машин;
 Q – общий объем работ рассматриваемого вида, м³;
 $H_{вр}$ – норма времени, машино-смен/ед. работ;
 $П_{см}$ – сменная производительность машины, м³/смену;
 $N_{см}$ – число смен работы (число рабочих дней на возведение земляного полотна), дней;
 $n_{см}$ – количество смен работы в день.

Число смен работы (число рабочих дней на возведение земляного полотна) определяем по формуле:

$$N_{см} = L / V, \quad (8.15)$$

где L – длина участка дороги, м;

V – темп потока (длина захватки), м.

$$N_{см} = 4791,5 / 100 = 47,92.$$

Количество ведущих машин (экскаватор ЭО–4225А с автовозкой КамАЗ 65115) для возведения земляного полотна определяется по формуле (8.15).

Экскаватор ЭО-4225А

$$N_p = \frac{252253,69}{411,7 \cdot 47,92 \cdot 2} = 6,39.$$

Принимаем число машин 7. Коэффициент использования определяется делением расчетного числа машин на принимаемое ($K_u = 6,39/7 = 0,91$). Коэффициент использования определяется с точностью до 0,01.

Автосамосвал КамАЗ 65115

$$N_p = \frac{252253,69}{72,1 \cdot 47,92 \cdot 2} = 36,5.$$

Принимаем число машин 37. Коэффициент использования $K_u = 36,5/37 = 0,99$.

8.13. Укрепительные работы при возведении земляного полотна

Для предотвращения подмывов откосов и нижней части земляного полотна, а также размывов водоотводных канав, конусов искусственных сооружений, откосы и выходные русла подлежат укреплению сборными бетонными элементами, мощением, дернованием с посевом трав. В настоящее время широко используются геосинтетические материалы.

При укреплении откосов земляного полотна в основном применяют травосеяние (гидромеханизированный посев трав комплексными дорожными машинами – КДМ), руководствуясь нормами высева семян (табл. 8.3) и внесения удобрений (табл. 8.4).

Таблица 8.3

Норма высева семян

Вид травы	Наименование	Норма высева семян, кг/100 м ³ грунта
Низовые корневищные	Мятлик луговой	0,45 – 0,50
	Овсяница красная	1,00 – 1,20
	Полевица белая	0,25 – 0,30
Корневищно-рыхлокустовые	Мятлик луговой	0,45 – 0,50
	Овсяница красная	1,00 – 1,20
	Полевица обыкновенная	0,20 – 0,25
Рыхлокустовые	Овсяница луговая	1,20 – 1,40
	Райграс пастбищный	1,20 – 1,40
	Гребенник обыкновенный	0,70 – 0,90
	Пырей бескорневищный	1,20 – 1,40

Таблица 8.4

Норма внесения удобрений

Удобрения	Норма внесения удобрений, кг/100 м ³ грунта
1. Минеральные:	
азотные	3,0
фосфорные	3,0
калийные	1,5
2. Органические – торфокомпост	100 – 200

9. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

В курсовой работе необходимо составить одну технологическую карту на возведение земляного полотна для наиболее протяженного по длине характерного участка (приложение 3).

Технологическая карта включает следующие разделы: область применения карты, описание технологии работ и расчет потребных ресурсов, схема организации работ (схема потока), указания по выполнению технологических процессов, требования построения качества работ и указания по технике безопасности.

При описании технологии работ необходимо дать краткое описание рабочих процессов в той последовательности, которая соблюдается при производстве работ, указываются объемы работ и необходимые машины, производится расчет технологической карты (табл. 9.1), рассчитывается потребность рабочих и машин на возведение земляного полотна.

Потребности дорожных рабочих определяется по сборникам СНиР 4.02-91; СНиР 4.05-91 [12, 13] по трудоемкости на единицу работ (чел-ч/ед. работ).

Таблица 9.1

Технология работ и расчет потребных ресурсов
для выполнения земляных работ

N операций	N захватки	Источник норм выработки	Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности с расчетом объемов работ	Единицы измерения	Объем работ на захватку	Производительность в смену (с учетом сменности и числа рабочих дней)	Расчётное количество м/смен на захватку
1	2	3	4	5	6	7	8
1	I	-	Разбивочные работы	-	-	-	3 раб
2	I	Расчет	Уплотнение естественного основания насыпи пневмоколесным катком ДУ-84 при 8 проходах по следу	м ²	4114	4138,4 · (47,92 · 2 = 95,84)	0,01
3	I	Расчет	Нарезка канав экскаватором ЭО-3323А	м ³	296*	569,1 · (95,84)	0,01
4	II	Расчет	Разработка грунта экскаватором ЭО-4225А с погрузкой в транспортное средство	м ³	52953,3	411,7 · (95,84)	1,34
5	II	Расчет	Транспортировка грунта автосамосвалом КамАЗ 65115	м ³	52953,3	72,1 · (95,84)	7,66
6	II	Расчет	Разравнивание 1-го слоя грунта бульдозером ДЗ-171.1 при толщине слоя 0,31 м	м ³	52953,3	8025,0 · (95,84)	0,07
7	III	Расчет	Уплотнение 1-го слоя грунта насыпи толщиной 0,31 м в плотном теле пневмоколесным катком ДУ-84 при 8 проходах по следу	м ²	52953,3	1270,5 · (95,84)	0,44
8	IV	Расчет	Разработка грунта экскаватором ЭО-4225А с погрузкой в транспортное средство	м ³	48717,0	411,7 · (95,84)	1,24
9	IV	Расчет	Транспортировка грунта автосамосвалом КамАЗ 65115	м ³	48717,0	72,1 · (95,84)	7,05
10	IV	Расчет	Разравнивание 2-го слоя грунта бульдозером ДЗ-171.1 при толщине слоя 0,31 м	м ³	48717,0	8025,0 · (95,84)	0,06
11	V	Расчет	Уплотнение 2-го слоя грунта насыпи толщиной 0,31 м в плотном теле пневмоколесным катком ДУ-84 при 8 проходах по следу	м ²	48717,0	1270,5 · (95,84))	0,40
12	VI	Расчет	Разработка грунта экскаватором ЭО-4225А с погрузкой в транспортное средство	м ³	44480,7	411,7 · (95,84)	1,13

Продолжение табл. 9.1

1	2	3	4	5	6	7	8
13	VI	Расчет	Транспортировка грунта автосамосвалом КамАЗ 65115	м ³	44480,7	72,1 · (95,84)	6,44
14	VI	Расчет	Разравнивание 3–го слоя грунта бульдозером ДЗ-170.1 при толщине слоя 0,31 м	м ³	44480,7	8025,0 · (95,84)	0,06
15	VII	Расчет	Уплотнение 3–го слоя грунта насыпи толщиной 0,31 м в плотном теле пневмоколесным катком ДУ-84 при 8 проходах по следу	м ²	44480,7	1270,5 · (95,84)	0,37
16	VIII	Расчет	Разработка грунта экскаватором ЭО-4225А с погрузкой в транспортное средство	м ³	40244,5	411,7 · (95,84)	1,02
17	VIII	Расчет	Транспортировка грунта автосамосвалом КамАЗ 65115	м ³	40244,5	72,1 · (95,84)	5,82
18	VIII	Расчет	Разравнивание 4–го слоя грунта бульдозером ДЗ-170.1 при толщине слоя 0,3 м	м ³	40244,5	8025,0 · (95,84)	0,05
19	IX	Расчет	Уплотнение 4–го слоя грунта насыпи толщиной 0,31 м в плотном теле пневмоколесным катком ДУ-84 при 8 проходах по следу	м ²	40244,5	1270,5 · (95,84)	0,33
20	X	Расчет	Разработка грунта экскаватором ЭО-4225А с погрузкой в транспортное средство	м ³	34912,8	411,7 · (95,84)	0,89
21	X	Расчет	Транспортировка грунта автосамосвалом КамАЗ 65115	м ³	34912,8	72,1 · (95,84)	5,05
22	X	Расчет	Разравнивание 5–го слоя грунта бульдозером ДЗ-170.1 при толщине слоя 0,3 м	м ³	34912,8	8025,0 · (95,84)	0,05
23	XI	Расчет	Уплотнение 5–го слоя грунта насыпи толщиной 0,3 м в плотном теле пневмоколесным катком ДУ-84 при 8 проходах по следу	м ²	34912,8	1270,5 · (95,84)	0,29
24	XII	Расчет	Разработка грунта экскаватором ЭО-4225А с погрузкой в транспортное средство	м ³	30945,4	411,7 · (95,84)	0,78
25	XII	Расчет	Транспортировка грунта автосамосвалом КамАЗ 65115	м ³	30945,4	72,1 · (95,84)	4,48
26	XII	Расчет	Разравнивание 6–го слоя грунта бульдозером ДЗ-170.1 при толщине слоя 0,31 м	м ²	30945,4	8025,0 · (95,84)	0,04
27	XIII	Расчет	Уплотнение 6–го слоя грунта насыпи толщиной 0,30 м в плотном теле пневмоколесным катком ДУ-85 при 8 проходах по следу	м ³	30945,4	1270,5 · (95,84)	0,25

Окончание табл. 9.1

1	2	3	4	5	6	7	8
28	XIV	Расчет	Планировка поверхности насыпи земляного полотна автогрейдером ДЗ-98 В.1 при 2 проходах по следу	м ²	1752,0	78403,8 · (95,84)	0,00023
29	XIV	Расчет	Планировка откосов насыпи земляного полотна автогрейдером ДЗ-98 В.1 при 2 проходах по следу	м ²	2177,0	78403,8 · (95,84)	0,00029
30	XIV	Расчет	Покрытие растительным грунтом откосов насыпи бульдозером ДЗ-170.1	м ²	2177,0	26750,0 · (95,84)	0,00085
31	XVI	Расчет	Планировка откосов насыпи земляного полотна автогрейдером ДЗ-98 В.1 при 2 проходах по следу	м ²	2177,0	78403,8 · (95,84)	0,00029
32	XVI	Е2-1-39, пп.3а, 4а	Восстановление профиля канав Экскаватор ЭО-3323А	1000 м ²	1419,4*	2,72	0,52
33	XVI	Е2-1-22, Табл. 2	Гидромеханизированный посев семян многолетних трав комбинированной машиной КО - 829	1000 м ²	2177,0	1,138	0,96

Примечание: * площадь и объем канав на длине захватки $F_k = (b + 2h\sqrt{1+m^2})2V$.

$$W_k = \left(bh_k + \frac{m_1 + m_2}{2} h_k^2 \right) V \text{ м}^3.$$

Таблица 9.2

Потребности рабочих и машин на возведение земляного полотна
(на длину участка дороги)

Тип и марка машин и механизмов (наименование профессий рабочих)	Расчетное количество машин / рабочих	Принятое количество машин/ рабочих	Коэффициент использования, K_u , (только для механизмов)
1	2	3	4
Пневмокоток ДУ-84 (уплотнение основания)	0,01	1	0,01
Экскаватор ЭО-4225А (нарезка канав)	0,01	1	0,01
Экскаватор ЭО-4225А (разработка грунта в сосредоточенном резерве)	6,39	7	0,91
Автосамосвал КамАЗ-65115	36,5	37	0,99
Бульдозер ДЗ-170.1* (разравнивание)	0,33	1	0,33
Пневмокоток ДУ-84 (уплотнение земляного полотна)	2,07	3	0,69

Окончание табл. 9.2

1	2	3	4
Автогрейдер ДЗ-98 В.1* (планировка поверхности насыпи)	0,011 (17,52·4791,5/7 8403,8·95,84)	1	0,011
Автогрейдер ДЗ-98 В.1* (планировка откосов насыпи)	0,014	1	0,014
Бульдозер ДЗ-170.1* (покрытие растительным грунтом откосов насыпи)	0,041	1	0,041
Автогрейдер ДЗ-98 В.1* (восстановление профиля канав)	0,52	1	0,52
Машина КО-829Б	1,91	2	0,96
Дорожно-строительный отряд			
1. Машинист бульдозера: – разравнивание – покрытие откосов растительным грунтом		1 1	
2. Машинист пневмокатка: – уплотнение основания – уплотнение земляного полотна		1 3	
3. Машинист экскаватора: – нарезка канав – разработка грунта в сосредоточенном резерве		1 7	
4. Водитель автосамосвала		36	
5. Машинист автогрейдера: – планировка поверхности насыпи – планировка откосов насыпи		1 1	
6. Дорожные рабочие		11	
ИТОГО ЧЕЛОВЕК		61	

Примечание: * принимаем одну машину (бульдозер и экскаватор) на выполнение всех операций из-за малого значения коэффициента использования.

Рабочее число дней на возведение земляного полотна:

$$T_p = 4791,5/100 = 47,92 \text{ дней};$$

Календарная продолжительность строительного сезона:

$$T_k = 47,92 \cdot 1,94 = 92,97 \text{ календарных дня.}$$

Округляем до 93 дней.

Для сокращения времени строительства земляного полотна работы ведутся в две смены, что не противоречит технологии проведения работ.

Сроки выполнения работ: $T_k = 93/(2) = 46,4$ календарных дня.

Округляем до 47 дней.

При назначении времени проведения работ по возведению земляного полотна необходимо учитывать сроки строительства искусственных сооружений (с 25 мая по 19 июня).

Назначаем время строительства земляного полотна с 01 июня по 11 июля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 3.01.01-85* Организация строительного производства
2. СП 78.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85.
3. Справочник дорожного мастера. Строительство, эксплуатация и ремонт автомобильных дорог Учебно-практическое пособие. М.: Инфра-Инженерия, 2005.
4. СНиП 1.04.03-85* «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий зданий и сооружений».
5. Инструкция по разбивочным работам при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог искусственных сооружений (ВСН 5-81) / Минавтодор РСФСР, М.: Транспорт, 1983, 104 с.
6. Першин М. Н., Артюхина Г. И. Возведение земляного полотна автомобильных дорог: учеб. пособие / СПбГАСУ. – СПб., 2007. – 117 с.
7. Постановление Правительства РФ от 2 сентября 2009 г. N 717 "О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и (или) объектов дорожного сервиса".
8. Кошелев Б.А., Демидов Д.В., Пашкин С.А. Технология и организация строительства автомобильных дорог (ч. 1). Метод. указ. Екатеринбург, 2001. 48 с.
9. Справочная энциклопедия дорожника (том V) Проектирование автомобильных дорог / Под ред. Федотова Г.А., Поспелова П.И. М., 2007. 815 с.
10. СТО НОСТРОЙ 2.25.23-2011 Строительство земляного полотна автомобильных дорог. Ч. 1. Механизация земляных работ при сооружении земляного полотна автомобильных дорог. М, 2012.
11. Кручинин И.Н., Шомин И.И. Специализированные машины и оборудование для транспортного строительства. Екатеринбург, 2011. 184 с.
12. СНиП 4.02-91.Базисные сметные нормы и расценки. Сборники сметных норм и расценок на строительные работы.
13. СНиП 4.05-91. Общие положения по применению сметных норм и расценок на строительные работы

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Сроки выполнения земляных работ

1	2	Сроки производства земляных работ			Количество нерабочих дней							13	14	Принятая сменность работы из условия использования светового дня			18
					6	7	8	9	Простой по атмосферным причинам					15	16	17	
		3	4	5					10	11	12						
Районы России	Дорожно-климатическая зона	Дата начала работ	Дата окончания работ	Календарное количество дней	Выходные и праздничные дни	Ремонт и профилактика машин	Простои по организационным причинам	Внутренние переходы на другие места работ	Общее количество дождливых дней	Из них падает не рабочие дни	Количество дней простоев	Итого нерабочих дней	Количество рабочих дней в строительном сезоне	Итого в марте, октябре, ноябре и декабре	В апреле, мае, июне, июле, августе иентябре	Средний коэффициент	Расчетная продолжительность сезона, смены
	I	5/VI	25/IX	112	16	5	3	2	13	3	10	36	76	-	2	2,00	150
	II (северная часть)	10/V	10/X	153	22	6	4	3	12	2	10	45	108	1	2	1,95	210
	II (южная часть)	25/IV	20/X	179	27	8	5	4	14	3	11	55	124	1	2	1,85	230
	III	20/IV	30/XI	183	30	8	5	4	9	2	7	54	129	1	2	1,85	240
	IV	1/IV	15/XI	228	36	10	6	5	9	2	7	64	164	1	2	1,80	295
	V	25/III	25/XI	245	39	10	6	5	7	2	6	65	180	1	2	1,80	325
	Горы и предгорья	25/III	20/XI	240	38	10	6	5	17	4	13	72	168	1	2	1,80	300
	Черноморское побережье Кавказа	5/III	20/XII	290	46	12	7	5	26	6	20	90	200	1	2	1,60	320

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Западная Сибирь	II (северная часть)	20/V	30/IX	134	19	6	4	3	17	4	13	45	89	–	2	2,00	180
	III	5/V	10/X	157	23	7	4	3	6	1	5	42	115	1	2	1,95	222
	IV	1/V	10/X	163	25	7	4	3	4	1	3	42	121	1	2	1,95	235
Западная Сибирь	Горы и предгорья	5/V	10/X	157	23	7	4	3	10	2	8	45	112	1	2	1,95	220
	Высокогорные районы Алтая	1/IV	25/IX	116	17	5	3	2	16	3	13	40	76	–	2	2,00	150
Восточная Сибирь (южная часть)	I (южная часть)	20/V	30/IX	133	19	6	4	3	9	2	7	39	94	–	2	2,00	190
	II (северная часть)	25/V	30/IX	128	19	5	3	2	16	3	13	42	86	–	2	2,00	170
	III	10/V	5/X	148	21	6	4	3	3	–	3	37	111	1	2	1,95	215
	IV	5/V	10/X	157	23	7	4	3	4	1	3	40	117	1	2	1,95	230
	Горы и предгорья (северная часть)	5/V	5/X	122	22	5	3	2	16	4	12	44	78	1	2	1,95	150
	Горы и предгорья (южная часть)	1/IV	20/IX	111	20	5	3	2	36	9	27	57	64	–	2	2,00	130
Дальний Восток	I	20/V	5/X	108	19	4	2	1	16	4	12	38	70	1	2	1,95	140
	II (южная часть)	1/V	15/X	167	26	7	4	3	20	4	16	56	111	1	2	1,85	205
	III	15/IV	5/XI	204	31	9	5	3	18	4	14	62	142	1	2	1,80	200
	Горы и предгорья	20/V	20/X	158	22	7	4	3	15	3	12	48	110	1	2	1,80	200

Примечание: * Количество выходных дней рассчитано для 6-дневной рабочей недели.

** В настоящее время расчет машинного парка учитывает потребность затрат времени на ремонт и профилактику машин, поэтому такие данные в таблицу можно не включать

Приложение 2

Распределение немерзлых грунтов по группам в зависимости от трудности их разработки

Название и характеристика грунтов	Средняя плотность в естественном залегании, кг/м ³	Разработка грунта				Рыхление грунта бульдозерами рыхлителями
		одноковшовыми экскаваторами	скреперами	бульдозерами	автогрейде-рами	
<i>Глина:</i>						
– жирная мягкая и мягкая без примесей	1800	II	II	II	II	–
– то же с примесью щебня, гравия до 10 % по объему	1850	II	II	III	III	–
– то же с примесью щебня, гравия свыше 10 % по объему	1900	III	II	II	–	–
<i>Грунт растительного слоя:</i>						
– без корней и примесей	1200	I	I	I	I	–
– с корнями кустарника и деревьев	1200	I	I	II	–	–
– с примесью щебня, гравия	1400	I	I	II	–	–
<i>Дресвяный грунт</i>	1800	IV	–	–	–	IV
<i>Песок:</i>						
– без примесей, а так же с примесью щебня, гравия до 10%	1600	I	II	II	II	–
– то же с примесью щебня, гравия свыше 10 % по объему	1700	I	II	II	–	–
<i>Суглинок:</i>						
– легкий без примесей	1700	I	I	I	I	–
– легкий с примесью щебня, гравия до 10 % по объему	1700	I	I	I	I	–
– то же с примесью щебня, гравия свыше 10 % по объему	1750	II	II	II	–	–
– тяжелый без примесей, с примесью щебня, гравия до 10%	1750	II	II	II	II	–
– то же с примесью щебня, гравия свыше 10 %	1950	III	–	II	–	–
<i>Супесь:</i>						
– без примесей, а так же с примесью щебня, гравия до 10%	1650	I	II	II	II	–
– то же с примесью щебня, гравия свыше 10 % по объему	1850	I	II	II	–	–

Технологическая схема комплексной механизации возведения земляного полотна

54

