



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Строительство и эксплуатация дорог»

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Методические указания

**Минск
БНТУ
2014**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Строительство и эксплуатация дорог»

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Методические указания

к курсовому проекту по дисциплине «Строительство автомобильных дорог»
для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги»,
специализации 1-70 03 01 01 «Строительство дорог и аэродромов»

Минск
БНТУ
2014

УДК 625.731.2:378.147.091.313(075.8)

ББК 39.311я7

В64

Составители :

*И. Н. Вербило, С. Е. Кравченко,
А. А. Куприянчик, И. В. Дерман, Л. Д. Раковец*

Рецензенты :

Л. Р. Мытько, В. А. Гречухин

В методических указаниях рассмотрены следующие вопросы: общая характеристика условий района строительства; подготовительные работы; строительство железобетонных труб; возведение земляного полотна в насыпях, выемках, на болоте; расчет потребности ресурсов и комплектование отрядов; уплотнение грунта земляного полотна и контроль качества уплотнения; отделочные и укрепительные работы; контроль качества земляных работ и правила их приемки; охрана труда и природы; разработка линейного календарного графика организации работ. Приводится список литературы, необходимой для выполнения курсового проекта. В приложении даны основные справочные данные и примеры выполнения основных расчетно-графических материалов.

© Белорусский национальный
технический университет, 2014

Введение

Цель выполнения курсового проекта «Возведение земляного полотна автомобильной дороги»: обобщить и закрепить знания, полученные студентами при изучении дисциплины «Строительство автомобильных дорог», привить навыки производства обоснованных технико-экономических расчетов, а также научить пользоваться справочной литературой, техническими нормативными правовыми актами (ТНПА) и вспомогательными документами, действующими в дорожном хозяйстве [1–25].

Основные данные для выполнения курсового проекта берутся из прилагаемого продольного профиля. Следует предварительно проанализировать технические решения, принятые при проектировании дороги, с целью их дальнейшей разработки в настоящем проекте.

При выполнении проекта студент должен обратить особое внимание на технико-экономическое обоснование принимаемых в проекте решений, комплексную механизацию тяжелых и трудоемких работ, новую технологию производства работ.

При разработке проектных решений должны в обязательном порядке рассматриваться вопросы охраны труда и окружающей среды.

При выполнении курсового проекта студент может получить консультацию у своего руководителя.

Проект выполняется после проработки лекционного материала и литературы, приведенной в издании.

В его состав входит расчетно-пояснительная записка с технологическими схемами и графическим материалом, который допускается выполнять на миллиметровой бумаге. Единицы измерения должны приводиться в системе СИ.

Курсовой проект защищается студентом на комиссии, назначаемой кафедрой.

Исходные данные для проектирования.

1. Район производства работ.
2. Категория дороги.
3. Продольный профиль и объемы земляных работ.
4. Сроки возведения земляного полотна:
 - 1) начало;
 - 2) окончание.

Содержание курсового проекта

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА.	6
1.1. Климатическая характеристика района.	6
1.2. Характеристика продольного профиля.	7
1.3. Характеристика грунтов по трассе.	7
1.4. Определение числа смен полезной работы в расчетный период.	7
2. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ.	8
2.1. Подготовка дорожной полосы.	9
2.1.1. Восстановление и закрепление трассы.	9
2.1.2. Расчистка дорожной полосы.	9
2.1.3. Удаление растительного слоя.	10
2.1.4. Разбивочные работы при возведении земляного полотна.	10
2.2. Определение объемов работ по расчистке дорожной полосы.	11
2.3. Расчет ресурсов и комплектование специализированных звеньев (отрядов)	12
3. УСТРОЙСТВО ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТРУБ.	13
3.1. Определение объемов работ по устройству железобетонных труб.	13
3.2. Расчет ресурсов и комплектование специализированных отрядов. . .	13
3.3. Технология и организация производства работ.	14
4. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА.	14
4.1. Предварительный выбор ведущих машин для возведения земляного полотна.	14
4.2. Составление графика распределения земляных масс.	15
4.3. Определение объемов грунта сосредоточенных резервов.	16
4.4. Определение объемов работ по рекультивации сосредоточенных резервов.	17
4.5. Расчет ресурсов для возведения земляного полотна и присыпных обочин.	17
4.6. Комплектование машинно-дорожных отрядов (МДО)	18
4.7. Возведение насыпей и разработка выемок скомплектованными МДО. .	18
4.8. Возведение земляного полотна на болоте.	19
4.9. Выбор режима уплотнения земляного полотна.	19
4.10. Уплотнение грунта. Контроль качества уплотнения земляного полотна.	20
4.11. Планировка поверхности земляного полотна и откосов.	21
4.12. Укрепление откосов земляного полотна.	21
4.13. Построение линейного календарного графика организации работ по возведению земляного полотна.	21
4.14. Контроль качества земляных работ и правила их приемки.	22
4.14.1. Общие положения.	22
4.14.2. Операционный контроль.	23

4.14.3. Приемка выполненных работ.	24
4.14.4. Оценка качества устройства земляного полотна.	25
4.15. Охрана труда и природы при производстве земляных работ.	26
4.15.1. Общие требования.	26
4.15.2. Подготовительные работы и машины для их выполнения.	28
4.15.3. Земляные работы и землеройно-транспортные машины.	29
4.15.4. Машины для уплотнения грунтов.	31
4.15.5. Охрана природы при возведении земляного полотна.	32
ЛИТЕРАТУРА.	34
ПРИЛОЖЕНИЯ.	35

Перечень представляемого графического материала

1. График распределения земляных масс с ситуационным планом трассы, с указанием расположения резервов грунта и границ обеспечения.
2. Технологические схемы производства земляных работ для характерных участков и организация работ в резервах.
3. Линейный календарный график организации работ по возведению земляного полотна.

Примечание. Все чертежи могут быть выполнены на миллиметровой бумаге.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

1.1. Климатическая характеристика района

При характеристике климата района следует привести следующие сведения: среднемесячную и среднегодовую температуры воздуха; даты первого и последнего заморозков; даты перехода температуры воздуха через 0 °С весной и осенью, а также через 5, 10 и 15 °С; среднемесячное и среднегодовое количество осадков; глубину промерзания почвы по месяцам; данные о снеговом покрове (даты установления и схода снегового покрова); величины снегового покрова; число дней с осадками более 5 мм (по месяцам); направление господствующих ветров (январь, июль). Все привести в табличной форме в соответствии с [10, 12].

По приведенным данным строится график климатических характеристик (прил. А), который является исходным материалом для определения количества рабочих дней в заданном сроке строительства. Кроме того, он будет использован при выполнении курсового проекта.

На графике в графе «Простои по метеоусловиям» обозначают периоды распутицы, которые определяют на основании климатических характеристик.

Дату начала весенней распутицы определяют по формуле

$$Z_{\text{н}}^{\text{в}} = T_1 + \frac{5}{\alpha},$$

где T_1 – дата перехода температуры воздуха весной через 0 °С;

α – климатический коэффициент, характеризующий скорость оттаивания грунта (для Республики Беларусь $\alpha = 2,5$ см / сут);

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

Дату конца весенней распутицы определяют по формуле

$$Z_{\text{к}}^{\text{в}} + Z_{\text{н}}^{\text{в}} + \frac{0,7h_{\text{пр}}}{\alpha},$$

где $h_{\text{пр}}$ – нормативная глубина промерзания грунта, см, которая может быть определена по следующей эмпирической формуле:

$$h_{\text{пр}} = \alpha_0 \sqrt{M_t},$$

где M_t – коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму;

α_0 – для суглинков и глин – 0,23; для супесей, песков мелких и пылеватых – 0,28; для песков гравелистых, крупных и средней крупности – 0,30; для крупнообломочных грунтов – 0,34.

Глубина промерзания может быть принята по [10].

Дата начала осенней распутицы определяется по среднесуточной температуре воздуха от +3 до +5 °С, а дата ее окончания – по дате перехода через 0 °С в осенний период.

1.2. Характеристика продольного профиля

При характеристике продольного профиля необходимо указать реперы; наименования запроектированных искусственных сооружений; транспортные развязки; съезды; проезды через железнодорожные пути; нагорные и водоотводные канавы, сбросы воды; рабочие отметки насыпи; рабочие отметки выемок; подземные инженерные сети; тип местности по увлажнению; типы поперечных профилей; длины и уклоны кюветов; продольные уклоны и вертикальные кривые; места и типы укрепительных работ.

1.3. Характеристика грунтов по трассе

Для характеристики грунтов по трассе следует руководствоваться прилагаемым продольным профилем. Встречающиеся по трассе грунты изучают путем установления их плотности в естественном залегании, требуемой плотности, предела пластичности, оптимальной влажности, категории по трудности разработки, коэффициентов относительного и оптимального уплотнений по [11] или по прил. Б, В, Н. Устанавливают степень пригодности грунтов для возведения земляного полотна, его верхней и нижней частей и принимают окончательное решение, какие грунты и из каких мест (из выемок или резервов) будут использоваться для возведения земляного полотна. Назначают места закладки сосредоточенных резервов.

1.4. Определение числа смен полезной работы в расчетный период

Число смен полезной работы устанавливается на основании климатических условий [24] с учетом выходных и праздничных дней, дней простоев машин по непредвиденным причинам и на проведение технического осмотра (ТО) и ремонта, неблагоприятных дней по метеоусловиям (с осадками более 5 мм).

Количество рабочих дней по каждому отдельному месяцу определяется по формуле

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

где D_p – число рабочих дней в месяце;

D_k – число календарных дней в месяце;

D – количество дождливых дней с учетом праздничных и выходных дней за этот период определяется по формуле

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

где D_1 – количество дождливых дней принимается:

для I кв. = 0,6 или по 0,2 на месяц;

II кв. = 3,9 или по 1,3 на месяц;

III кв. = 4,7 или по 1,6 на месяц;

IV кв. = 1,8 или по 0,6 на месяц;

D_2 – количество выходных и праздничных дней в месяце;

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

$D_{рем}$ – затраты на проведение ТО и ремонт определяются по формуле

$$D_{рем} = \frac{(D_k - D_n) \cdot K_{см} \cdot T_{см} \cdot P_ч}{1 + K_{см} \cdot T_{см} \cdot P_ч},$$

где

$$D_n = D_1 + D_2 + D_n,$$

т. е. сумма дней перерывов в работе по всем причинам, кроме ТО и ремонта;

$K_{см}$ – коэффициент сменности принимается:

для I и IV кв. $K_{см} = 1,0$;

II и III кв. $K_{см} = 2,0$;

$T_{см}$ – продолжительность смены (8 ч);

$P_ч$ – количество дней нахождения машин в ремонте, приходящееся на 1 ч работы машин, принимается 0,0138.

Количество рабочих смен в месяце определяется по формуле

$$D_{рс} = D_p \cdot K_{см}.$$

2. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

К подготовительным работам, которые должны быть выполнены до начала возведения земляного полотна, относят: восстановление и закрепление трассы; расчистку дорожной полосы; удаление растительного слоя; разбивочные работы; устройство временных дорог; постройку временных сооружений, линий связи, электропередач и т. д.

2.1. Подготовка дорожной полосы

2.1.1. Восстановление и закрепление трассы

Перед началом строительных работ восстанавливают трассу и закрепляют на местности все основные точки, определяющие положение проектной линии дороги. Для этого пользуются знаками, уцелевшими вдоль трассы, и данными проекта.

Работы по восстановлению и закреплению трассы включают [21]:

- 1) восстановление и закрепление на местности оси дороги;
- 2) выноску всех углов поворота и всех пикетов на границу полосы отвода;
- 3) закрепление вершин углов поворота и створных точек на длинных прямых;
- 4) разбивку круговых и переходных кривых; закрепление начала и конца кривых, промежуточных точек;
- 5) разбивку и закрепление осей искусственных сооружений, пикетов и плюсовых точек;
- 6) проверку отметок существующих реперов, установку дополнительных реперов, необходимых для производства работ;
- 7) проверку продольного нивелирования всех точек и в необходимых случаях на отдельных участках – съемку поперечных профилей для более точного подсчета объема земляных работ.

Все описания перечисленных выше работ должны сопровождаться схемами с учетом заданной категории дороги.

2.1.2. Расчистка дорожной полосы

Полосу отвода для размещения дороги расчищают от леса, кустарника, пней и крупных камней. Если в пределах этой полосы находятся строения, линии связи или электропередачи, подземные инженерные сооружения, их перестраивают или переносят на другое место в соответствии с решениями, указанными в проекте.

Расчистку дорожной полосы от леса выполняют на всю ширину полосы отвода. Валку деревьев осуществляют спиливанием бензомоторными или электрическими пилами.

Спиленные деревья очищают от сучьев и транспортируют на промежуточный склад трелевочным трактором со щитом и лебедкой для подтягивания пачки деревьев на щит. Для погрузки деревьев на транспортные средства используют краны с грейферным захватом и специальные лесопогрузчики.

Корчевку пней производят преимущественно в летнее время с помощью бульдозеров, корчевателей или взрыванием. Выкорчеванные пни убирают с полосы отвода или сжигают с соблюдением мер противопожарной безопасности. Ямы подкоренные и после корчевки пней засыпают грунтом.

При корчевке пней их допускается оставлять в основании земляного полотна, предназначенного для капитальных облегченных, переходных и низших типов дорожных одежд на дорогах III, IV, V категорий при насыпях более 1,5 м, а также в тех случаях, когда проектом предусмотрена полная расчистка дорожной полосы (переходы через болото, неустойчивые склоны и т. п.). При насыпях от 1,5 до 2 м пни должны быть срезаны вровень с землей, а при насыпи более 2 м – на высоте 10 см от земли.

Возможность оставлять пни в полосе расчистки за пределами основания земляного полотна (резервы, кавальеры, бермы, а также в местах выемок, траншей и т. п.) должна быть определена проектом с учетом назначения территории, видов применяемых для разработки грунта машин, необходимости удаления растительного слоя и т. п.

Кустарник удаляют с помощью кусторезов или корчевателей-собирателей. Срезку кустарника кусторезами производят в любое время года, но лучшие условия для этой работы создаются зимой благодаря закреплению корней и стволов кустарника в промерзшей почве. Срезанный кустарник сгребают кустарниковыми граблями или корчевателями-собирающими в большие валы или кучи, которые перетраховывают, а остатки захоранивают.

Мелкие валуны и глыбы, встречающиеся на дорожной полосе, удаляют за ее пределы бульдозером, крупные (объемом больше 1 м³) разрушают взрыванием накладными зарядами ВВ, а затем также удаляют бульдозером.

Описание приведенных выше работ по расчистке дорожной полосы должно сопровождаться необходимыми рисунками и схемами.

2.1.3. Удаление растительного слоя

Плодородный почвенный слой (растительный грунт) принято удалять на ширину насыпи понизу, а выемок – поверху, включая сосредоточенные резервы, и складировать его в отвалы для последующего использования. Толщина снимаемого растительного слоя устанавливается проектом на основании предварительного согласования с землепользователями (в среднем 8–25 см). В дальнейшем этот грунт используется при укреплении откосов земляного полотна и рекультивации сосредоточенных резервов.

Работы по удалению растительного слоя выполняют с помощью бульдозеров.

В проекте следует описать технологию и организацию работ и привести схемы срезки растительного грунта.

2.1.4. Разбивочные работы при возведении земляного полотна

Разбивка земляного полотна состоит в нанесении и закреплении на местности основных точек, определяющих поперечные размеры будущих насыпей (границы их подошвы) и верхние бровки выемок с учетом уклона рельефа. Эти границы отмечают забиваемыми через 25–50 м кольями.

Разбивку выполняют, руководствуясь проектными материалами и рабочими чертежами, в которых приведены типовые поперечные профили насыпей и выемок будущей дороги и продольный профиль с рабочими отметками каждого пикета.

Разбивку круговых и переходных кривых на открытой, легкодоступной местности выполняют способом прямоугольных координат, на закрытой – способом углов и хорд.

Все необходимые точки закрепляют на местности кольями, на которых делают затески, где несмываемой краской наносят номер пикета и плюса, отметку насыпи или выемки. За пределами рабочей зоны устанавливают дополнительные колья, которые позволят восстановить утраченные точки.

Разбивку границ откосов земляного полотна (подошв насыпей и бровок выемки) производят отдельно на каждом поперечнике и на всех основных переломных точках местности.

Разбивка выемок требует установки на местности не только оси дороги, но и верхних бровок выемок при помощи откосного лекала. Для наиболее глубоких участков выемок до уровня их разработки землеройными машинами по линии бровок боковых канав устанавливают колья с отметками.

При разбивке водоотводных и нагорных канав по их осям устанавливают колья, на которых обозначают глубину канавы в данной точке; на кольях, вынесенных за пределы канавы, наносят ее ширину. Размеры и очертания канав при работе проверяют шаблонами.

Описание разбивочных работ при возведении земляного полотна сопровождается конкретными схемами разбивки насыпи, выемки, круговой кривой, водоотводной и нагорной канав.

2.2. Определение объемов работ по расчистке дорожной полосы

Состав работ по расчистке полосы отвода от леса и кустарника в целом включает:

- 1) подготовку площади под расчистку от леса, вырубку кустарника и подлеска, уборку сухостойных и зависших деревьев;
- 2) валку деревьев с корня или корчеванием, обрубку сучьев;
- 3) расчистку от порубочных остатков;
- 4) трелевку хлыстов;
- 5) раскряжевку (разделку) древесины по сортиментам и на дрова;
- 6) корчевку пней и удаление корней;
- 7) засыпку подкоренных пней;
- 8) сборку порубочных остатков и корней в валке и перетряхивание их;
- 9) переработку или захоронение порубочных остатков.

В курсовом проекте в обязательном порядке должны быть рассмотрены позиции 2, 4, 5, 6, 7.

Объемы этих работ рассчитываются на основании развернутого ситуационного плана трассы, который имеется на продольном профиле, и сводятся в

«Ведомость объемов подготовительных работ» (прил. Г), в котором указываются виды работ, пикетное положение участков, их длина и ширина полосы отводов, площади участков.

Ширина полосы отвода устанавливается в соответствии с [1] (статья 23): «Размеры полосы отвода определяются на основании проектной документации автомобильной дороги с учетом ее категории, а также необходимости размещения на ней зданий и сооружений, предназначенных для содержания автомобильных дорог, но не должны составлять менее двух метров с каждой стороны автомобильной дороги от подошвы насыпи или внешней бровки выемки (кювета)».

Объемы работ по валке леса устанавливаются в зависимости от его крупности и густоты в соответствии с [11] (табл. 7).

2.3. Расчет ресурсов и комплектование специализированных звеньев (отрядов)

Расчет необходимых ресурсов для выполнения подготовительных работ в курсовом проекте следует производить по ресурсно-сметным нормам [11] следующим образом: определяются нормы времени в машино-часах и человеко-часах по каждому виду работ, затем путем умножения объема работ на нормы времени определяется общая трудоемкость работ в машино-часах и человеко-часах. Объемы работ берутся из ведомости, приведенной в прил. Г.

Продолжительность подготовительных работ устанавливается с таким расчетом, чтобы они опережали работы по строительству труб, выторфовыванию и возведению земляного полотна.

Продолжительность подготовительного периода при строительстве автомобильных дорог определяется в соответствии с [24] по зависимости:

$$T_{\text{подг}} = K_1 T_1 + K_2 T_2 + K_3 T_3 + T_{\text{подг}}^{\text{н}},$$

где $T_{\text{подг}}^{\text{н}}$ – нормативная продолжительность подготовительного периода, мес., принимается в соответствии с прил. Д (табл. Д1)[21];

T_1 – продолжительность перекладки инженерных коммуникаций, мес.;

T_2 – продолжительность строительства прирельсовых (притрассовых) баз, мес.;

T_3 – продолжительность строительства зданий и сооружений взамен сносимых, мес.;

K_1, K_2, K_3 – коэффициенты совмещения указанных работ по времени, устанавливаемые в ПОС.

В курсовом проекте продолжительность подготовительных работ может быть принята в пределах 6–10 % от общей продолжительности строительного сезона $D_{\text{рс}}$, рассчитанного в разделе 1 (п. 1.4).

Расчет ресурсов рекомендуется вести в табличной форме (прил. Д). После подсчета общей трудоемкости в человеко-часах и машино-часах их переводят в человеко-дни и машино-смены, затем путем деления последних на число смен, принятых для выполнения подготовительных работ, определяют необходимое количество машин, механизмов и рабочей силы.

На основании выполненных расчетов комплектуются специализированные звенья (отряды), состав которых должен учитывать особенности технологии производства работ и возможно полную загрузку машин и механизмов. Состав звеньев (отрядов) можно заимствовать из технологических карт.

3. УСТРОЙСТВО ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТРУБ

3.1. Определение объемов работ по устройству железобетонных труб

Исходными данными для определения объемов работ по сооружению железобетонных труб являются диаметры труб, количество и их длина, типы фундаментов. Указанные характеристики берутся из продольного профиля строящейся дороги, выдаваемого студенту.

Длина железобетонной трубы определяется расчетным путем по формулам: для труб из коротких колец ($\ell = 1,0$ м)

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

труб из длинномерных звеньев ($\ell = 2,5; 5,0$ м)

$$L_{\text{тр}} = B + 2mH,$$

где B – ширина земляного полотна, м;

m – заложение откоса;

H – высота насыпи, м;

d – внутренний диаметр трубы, м;

δ – толщина стенки трубы, м.

Подсчет объемов работ и количества потребных материалов на устройство каждой отдельной трубы производят путем умножения норм расхода материалов на 1 п. м трубы, приведенных в «Расчетных показателях для составления проектов организации строительства» [13], на длину трубы, а для труб из длинномерных звеньев по РСН–2007, сборнику № 30 «Мосты и трубы» [25] на 1 м³ трубы.

Расчет ресурсов рекомендуется вести в табличной форме (прил. Е).

Итоговый объем работ по строительству всех железобетонных труб получают суммированием.

Продолжительность сооружения каждой трубы принимается из графы «Число отрядов-смен» (см. прил. Е) или количеству смен работ ведущей машины – кран на автомобильном или гусеничном ходу для труб из длинномерных звеньев.

3.2. Расчет ресурсов и комплектование специализированных отрядов

В данном курсовом проекте потребность в ресурсах по строительству труб следует определять по укрупненным показателям. Для этого сначала назначаются составы специализированных отрядов по [13]. Потребность в отрядо-

сменах и материальных ресурсах для труб из звеньев длиной 1,0 м определяется на основе исходных данных и расчетных показателей, приведенных в табл. 33, 38, 42 [13], а для труб из длиномерных звеньев согласно [25]. Все расчеты ведутся в табличной форме (см. прил. Е).

Необходимое количество отрядов определяется исходя из рассчитанного количества отрядо-смен для выполнения всего объема работ по строительству труб и продолжительности их строительства.

3.3. Технология и организация производства работ

При разработке технологии и организации работ по устройству железобетонных труб должны быть уточнены следующие моменты: разбивка осей и контура трубы в соответствии с проектом; отрывка котлована; устройство основания или фундамента трубы; монтаж звеньев труб и оголовков, который следует вести по монтажным чертежам (раскладочным схемам); заделка швов между звеньями труб и блоками оголовков; устройство обмазочной гидроизоляции тела трубы; засыпка труб с уплотнением грунта; укрепление русел [15].

При строительстве железобетонных труб зимой необходимо указать особенности производства работ в этот период и необходимые мероприятия по обеспечению требуемого качества работ. При описании технологии и организации работ по строительству железобетонных труб следует давать пояснения соответствующими схемами и чертежами.

4. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

4.1. Предварительный выбор ведущих машин для возведения земляного полотна

Для возведения земляного полотна автомобильных дорог используют следующие землеройно-транспортные дорожно-строительные машины: бульдозеры, скреперы, экскаваторы, автогрейдеры и землесосные снаряды. Выбор ведущей машины зависит от высоты насыпи, глубины выемки, вида грунта и дальности его перемещения (прил. Ж).

Бульдозеры – наиболее широко применяемые дорожно-строительные машины. Область их применения: возведение земляного полотна из выемок в насыпь и из боковых резервов в насыпь высотой до 1–1,5 м; землеройно-планировочные работы (планирование площадок, послойное разравнивание привозного грунта и перемещение его к голове насыпи, снятие растительного слоя и перемещение его за полосу отвода); сооружение полувыемки-полунасыпи на косогорах; перемещение на небольшие расстояния (10–30 м) и окучивание строительных материалов при выполнении складских операций; уборка валунов и пней после корчевки, корчевка и валка мелколесья, вспомогательные работы в притрассовых карьерах.

Скреперы применяют для землеройно-транспортных работ при возведении насыпей из резервов или грунтовых карьеров и при разработке грунта в выемках с перемещением его в насыпь или кавальер (отвал).

Автогрейдеры для отсыпки насыпей применяют в строительстве дорог низких категорий при сравнительно небольших объемах работ на объекте. Их успешно применяют при профилировании грунтовых и гравийных дорог, планировании земляного полотна, откосов, обочин, резервов, устройстве водоотводных канав. В число сменного оборудования автогрейдеров входят: бульдозерный отвал, удлинитель, откосник, кирковщик, плужный снегоочиститель.

Одноковшовые экскаваторы используют при производстве сосредоточенных земляных работ и отсыпке насыпей из отдаленных резервов. Кроме того, их широко применяют при выторфовывании (с ковшем драглайн, обратная лопата), на разработках песчаных и гравийных карьеров и погрузке сыпучих материалов.

4.2. Составление графика распределения земляных масс

Профильные объемы насыпей и выемок устанавливают на основании продольного и поперечного профилей запроектированной автомобильной дороги. В процессе изысканий и проектирования дороги определяют возможные источники получения грунта для насыпей: грунтовые карьеры, выемки, боковые резервы.

На основании этих сведений и данных о грунтах производят распределение земляных масс. При этом надо принимать во внимание разницу в плотности грунта в условиях естественного залегания ρ_e и в отсыпанной насыпи ρ_n .

При распределении земляных масс в расчетах учитывают коэффициент относительного уплотнения

$$K_1 = \rho_n / \rho_e.$$

При составлении графика распределения земляных масс студенту прежде всего следует установить, как будет возводиться земляное полотно по длине трассы:

- 1) в виде насыпей из сосредоточенных резервов (типичные участки линейных работ);
- 2) чередующихся насыпей и выемок различной высоты, глубины и длины;
- 3) отдельных насыпей и выемок сравнительно большой высоты и глубины (типичные участки сосредоточенных работ).

Такие насыпи возводятся из грунтов прилегающих к ним выемок или резервов. Непригодный грунт разрабатывается и вывозится в отвалы.

При строительстве дороги в пересеченной местности обычно имеют место все указанные выше виды работ.

Выбранные способы возведения земляного полотна по участкам должны обеспечивать послойную отсыпку насыпи, по возможности, из однородных

грунтов, качественное уплотнение, максимальную производительность машин и выполнение работ в заданные сроки с наименьшей стоимостью.

График распределения земляных масс (прил. И) составляется на основе профильных поикетных их объемов с учетом коэффициента относительного уплотнения. В графике указываются поикетные объемы насыпи, выемки и кювета, места получения грунта для возведения насыпи и способы распределения земляных работ. Объем работ по отсыпке насыпей распределяется с учетом коэффициента относительного уплотнения при помощи выбранных землеройно-транспортных машин. На графике указываются также места взятия и выгрузки грунта (стрелочками на плане). Объем выторфовывания записывается дважды: в графы «Выемка» и «Насыпь» – с учетом коэффициента относительного уплотнения. Общая сумма записывается в графу «Насыпь». Итоги распределения подводятся по каждому километру с учетом группы грунтов по трудности их разработки землеройными машинами. В конце распределения земляных работ необходимо произвести проверку. По данным графика распределения земляных масс составляется ведомость объемов земляных работ (прил. К).

При составлении графика необходимо стремиться к максимальному использованию грунта из разрабатываемых выемок и кюветов. Недостающий грунт для возведения насыпи получают из сосредоточенных резервов.

4.3. Определение объемов грунта сосредоточенных резервов

Сосредоточенные резервы, их размеры и местоположение назначаются по выбору студента в стороне от дороги на расстоянии 200–300 м, исходя из потребного объема грунта на возведение земляного полотна.

Глубина резерва устанавливается в пределах 2–2,5 м. Глубина резания должна быть меньше:

- 1) глубины залегания грунтовых вод;
- 2) предельной глубины при разработке резерва скреперами;
- 3) предельной глубины для работы экскаватора с прямой лопатой.

Размеры резервов в плане не ограничиваются.

Места закладки сосредоточенных резервов намечаются на неудобных землях, но с пригодными грунтами. Расчет сводится в ведомость (прил. Л).

Резервы наносятся на ситуационный план трассы, который является составной частью графика распределения земляных масс (см. прил. И).

После окончания строительства все земляные участки, отводимые на период строительства для временных зданий и сооружений, сосредоточенных резервов, подлежат возврату землепользователю (колхозу, совхозу и др.) в пригодном для сельского хозяйства состоянии.

4.4. Определение объемов работ по рекультивации сосредоточенных резервов

Рекультивацию земель, или восстановление плодородного почвенного слоя, производят там, где в процессе строительства он был поврежден или полностью уничтожен. К таким местам в первую очередь относят территории, занятые под временные дороги, стоянки дорожных машин, грунтовые, песчаные или гравийные карьеры, боковые резервы.

Работы по восстановлению земель выполняют в две стадии: 1) техническую; 2) биологическую. Первая стадия заключается в приведении в порядок нарушенных территорий: выравнивании и планировке площадей, уменьшении уклонов, отсыпке плодородного слоя. На второй стадии посредством организации правильной обработки и культивации почвенного слоя, определенного севооборота восстанавливают структуру и плодородие земель. Работы на второй стадии осуществляют сами землепользователи.

Величину предельных уклонов восстанавливаемых земель, минимальную толщину плодородного почвенного слоя, необходимое укрепление против ветровой и водной эрозии, обеспечение водоотвода, укрепление берегов устанавливают в соответствии с назначением этих земельных угодий при их дальнейшем использовании. Земли обычно предназначают под посевы различных сельскохозяйственных культур, лесопосадки и для устройства водоемов.

При определении объемов работ по рекультивации земель в курсовом проекте должны учитываться площадь планировки дна резервов и уполаживания откосов и распределение растительного грунта равномерным слоем толщиной 20–25 см по площади резервов (прил. М).

4.5. Расчет ресурсов для возведения земляного полотна и насыпных обочин

После установления способов производства работ, выбора машин и механизмов, составления графика распределения земляных работ переходят к расчету потребности в дорожных механизмах и рабочей силе. Производится расчет необходимого количества основных и дополнительных машин и рабочей силы, потребных для возведения земляного полотна, следующим образом: определяют нормы времени в машино-часах и человеко-часах по каждому виду работ; путем умножения объема работ на нормы времени определяется общая трудоемкость работ в машино-часах и человеко-часах. Нормы времени определяются по РСН [11]. Объемы работ берутся из сводной ведомости объемов земляных работ (см. прил. К). После подсчета общей трудоемкости в машино-часах и человеко-часах ее делят на продолжительность смены (8 ч) и получают трудозатраты в машино-сменах и человеко-днях. Затем путем деления последних на число принятого с учетом максимальной загрузки ведущей машины количество смен работы определяют необходимое количество машин и рабочей силы.

Расчет потребности в дорожных механизмах и рабочей силе рекомендуется вести в табличной форме (прил. О).

4.6. Комплектование машинно-дорожных отрядов (МДО)

Рабочие, занятые на работах по возведению земляного полотна, и машины, на которых производятся работы, сводятся в группы, бригады, отряды, представляющие собой производственные единицы, выполняющие вполне законченный технологический процесс, в котором взаимно увязаны следующие операции: разработка грунта в выемках и резервах; перемещение этого фунта в насыпь, кавальер или отвал; укладка его, разравнивание и уплотнение в насыпи.

Исходя из этого производится комплектование машинно-дорожных отрядов. Для выполнения линейных и сосредоточенных работ комплектуются, как правило, отдельные отряды, для выполнения линейных работ – один или несколько отрядов. Основанием для комплектования отрядов служат сводная таблица требуемых ресурсов на возведение земляного полотна, объемы земляных работ и производительность ведущей машины, которая определяется как частное от деления объемов работ на потребное количество машино-смен. Количество ведущих машин определяется делением потребности в машино-сменах на число смен работы машин в заданный период. Количество смен, за которое ведущая машина выполнит весь объем работ, определяется путем деления объема на производительность ведущей машины.

Отдельно комплектуется отряд по выторфовыванию болот и по засыпке их песчаным грунтом.

При комплектовании машинно-дорожных отрядов необходимо дополнительно учитывать рабочих, занятых управлением машинами и механизмами. Количество рабочих определяется в зависимости от вида машин или механизмов согласно РСН [11].

4.7. Возведение насыпей и разработка выемок скомплектованными МДО

При разработке данного вопроса необходимо учесть, что насыпи следует отсыпать на прочных основаниях, послойно, а разработку выемок и резервов вести так, чтобы обеспечить удобство производства работ, максимальную производительность механизмов и минимальный объем работ по последующей их отделке. При этом необходимо указать:

- 1) как подготовлено основание перед отсыпкой насыпи;
- 2) как отсыпаются в насыпи грунты, различные по своим свойствам;
- 3) как производится сопряжение двух соседних участков насыпи, отсыпаемых из различных по свойствам грунтов (если такие случаи имеются);
- 4) как производится разработка выемок и резервов грунта.

Следует описать технологические схемы работы звеньев и отрядов основных машин и механизмов в различных встречающихся в проекте условиях.

При решении этого вопроса необходимо также составить схему разравнивания грунта и профилирования верха насыпи. Каждое описание должно сопровождаться необходимыми схемами, чертежами, зарисовками.

4.8. Возведение земляного полотна на болоте

Способ возведения земляного полотна на болоте зависит от конструкции насыпи, типа болота, свойств болотных грунтов, капитальности дорожных сооружений, экономических факторов. Следует указать: какой способ возведения насыпи принят и почему; полное или частичное выторфовывание; устройство песчаных дрен; устройство дренажных прорезей или плавающей насыпи. Необходимо описать технологию и организацию работ по возведению насыпи скомплектованным звеном. Пояснения сопровождать схемами и рисунками.

При полном выторфовывании необходимо указать, как удаляется торф и отсыпается земляное полотно. Возможны два варианта возведения насыпи: 1) с головы на проектную высоту сразу же после выторфовывания; 2) с головы на высоту уровня болота плюс 0,5 м после выторфовывания, а оставшуюся часть насыпи – послойно по обычной технологии.

4.9. Выбор режима уплотнения земляного полотна

Выбор типа катков производится в зависимости от вида применяемого грунта по «Руководству по сооружению земляного полотна автомобильных дорог» [6]. Затем определяются необходимая толщина уплотнения грунта земляного полотна и количество проходов катка по одному следу. Для этого вычисляют требуемую степень уплотнения земляного полотна ($\rho_{тр}$, г / см³)

$$\rho_{тр} = K \cdot \rho_{max}, \quad (4.1)$$

где K – коэффициент требуемого уплотнения грунтов (см. прил. Б);

ρ_{max} – максимальная плотность грунта земляного полотна, г / см³.

Максимальную плотность грунта (г / см³) определяют на приборе стандартного уплотнения «СоюздорНИИ». В курсовом проекте ее рекомендуется вычислить по формуле

$$\rho_{max} = \frac{\rho(100 - V_v)}{100 + \rho W_o}, \quad (4.2)$$

где ρ – плотность зерен грунта земляного полотна, г / см³;

V_v – объем воздуха, зажатого в грунте, %;

W_o – оптимальная влажность грунта, %.

Для достижения максимальной плотности грунта значения ρ , V_v и W_o должны быть в пределах, указанных в прил. Н.

Толщина уплотняемого слоя определяется по [6] или прил. П.

Необходимое количество проходов катка на пневмошинах определяется по формуле

$$n = \frac{1}{\beta} \cdot \ln \cdot \frac{\rho_{\max} - \rho_n}{\rho_{\max} - \rho_{\text{тр}}},$$

где β – коэффициент, зависящий от массы катка; для катков массой более 20 000 кг принимается 0,3, для катков массой менее 20 000 кг – 0,25;

ρ_n – плотность грунта в начале уплотнения, г/см³ (может быть принята равной плотности в естественном залегании);

ρ_{\max} – максимальное значение плотности грунта земляного полотна, определенное по формуле (4.2) при оптимальной влажности грунта, г / см³;

$\rho_{\text{тр}}$ – требуемая плотность грунта земляного полотна, определяемая по формуле (4.1), г / см³.

Расчетное количество проходов катка принимается после сопоставления с требованиями [6].

4.10. Уплотнение грунта. Контроль качества уплотнения земляного полотна

Уплотнение грунтов производят укаткой, трамбованием или вибрированием. Выбор способа уплотнения зависит от вида грунта, его состояния и методов сооружения земляного полотна. Укаткой и трамбованием уплотняют почти все грунты, виброуплотнение эффективно только для несвязных или малосвязных грунтов.

Наиболее распространенными являются пневмоколесные катки, которыми уплотняют все виды грунтов.

Основным фактором, влияющим на условия и качество уплотнения, является влажность грунта. В процессе производства работ необходимо следить за влажностью и регулировать ее. К методам регулирования влажности относятся:

- 1) сохранение естественной влажности грунта, что достигается выбором соответствующего способа и скорости производства работ;
- 2) организация поливки грунта при влажности его $W_{\phi} < W_0$;
- 3) просушивание грунта при влажности его $W_{\phi} > W_0$.

Насыпи отсыпают и уплотняют послойно. Отсыпаемые слои выбирают таким образом, чтобы уплотняющие машины обеспечивали достаточное уплотнение на всю их толщину. При этом для равномерности уплотнения всей насыпи толщина слоев должна быть одинакова.

Очень важно, чтобы насыпь была уплотнена равномерно по ширине, т. к. неравномерное уплотнение грунта вызывает отдельные просадки насыпи. Для этого устанавливают определенную последовательность уплотнения по ширине насыпи, начиная от краев к середине.

При решении вопроса уплотнения грунта необходимо привести технологические схемы работы механизмов. При этом следует исходить из того, что грунт должен быть уплотнен до требуемой плотности, как указано в [17]. Описать принятый метод контроля плотности грунтов и частоту взятия проб.

4.11. Планировка поверхности земляного полотна и откосов

После окончания основных работ по возведению насыпи или выемки производят планировку поверхности земляного полотна и откосов. Она необходима для того, чтобы выровнять верхнюю часть земляного полотна и откосы в соответствии с проектными отметками, обеспечить требуемую ровность и создать необходимые условия для стока воды.

Планировку откосов насыпей производят после планировки поверхности земляного полотна; в выемках, наоборот, вначале планируют откосы, а потом – дно [18,19].

Планировку поверхности насыпи и дна выемки – автогрейдерами, а планировку откосов насыпей и выемок выполняют бульдозерами и автогрейдерами с откосниками, экскаваторами-планировщиками (гидравлические одноковшовые экскаваторы с телескопической стрелой), экскаваторами-драглайнами с обычным ковшом или со специальным двухотвальным планировщиком.

По этому вопросу необходимо выбрать способы производства работ с их обоснованием, а также машины и механизмы для этого производства, привести технологические схемы их работы.

4.12. Укрепление откосов земляного полотна

После планировки поверхности земляного полотна и откосов целесообразно сразу укрепить откосы для защиты их от воздействия различных природных факторов.

Откосы земляного полотна под влиянием ветра, воды, перепада температур, вследствие изменения физических свойств грунтов могут разрушаться, размываться и т. д.

Конструкции укрепления откосов земляного полотна различны. Их выбирают с учетом размеров и уклона откосов, погодных-климатических и гидрологических условий района, свойств грунтов и других факторов.

Простейшим наиболее распространенным и экономичным типом укрепления откосов является создание дернового покрова путем посева трав.

В курсовом проекте необходимо выбрать и обосновать экономичные способы укрепительных работ (для откосов насыпей и выемок, дна кюветов) и описать технологическую последовательность производства работ по выбранному способу укрепления.

4.13. Построение линейного календарного графика организации работ по возведению земляного полотна

Основным принципом построения линейного календарного графика организации работ является обеспечение выполнения намеченных объемов работ в установленные сроки с разбивкой по отдельным видам. Линейный календарный график организации работ по возведению земляного полотна (см. прил. Р) показывает последовательность и сроки выполнения работ звеньями, бригадами, от-

рядами на отдельных участках. Продолжительность работы бригады на участке вычисляется делением объема работ на средневзвешенную производительность ведущей машины.

Дорожно-строительные работы выполняют в следующей технологической последовательности: 1) подготовительные работы; 2) сосредоточенные работы; 3) работы по строительству труб; 4) работы по возведению земляного полотна; 5) устройство присыпных обочин; 6) отделочные работы – и изображаются на графике в виде линий.

Линейный календарный график организации производства работ состоит из двух частей: самого графика и расположенной под ним сетки. Все данные, на основании которых строится линейный календарный график, заносятся в графы этой сетки. В ее левую часть выписываются виды дорожно-строительных работ и наименования дорожно-строительных подразделений.

В графах сетки приводятся объемы работ, приходящиеся на тот или иной участок (километр), и количество рабочих смен дорожно-строительного подразделения, осуществляющего работы на этом участке.

Календарные сроки строительства (месяц с количеством рабочих смен, приходящихся на него) располагаются на вертикальной оси слева от графика.

Между верхней частью самого графика и сеткой вычерчивается ситуационный план трассы автомобильной дороги с нанесением на его карьеров и дорожных сооружений.

4.14. Контроль качества земляных работ и правила их приемки

4.14.1. Общие положения

Контроль качества земляных работ осуществляют в соответствии с [16, 18, 19, 23].

Возведение земляного полотна сопровождается определением фактического планового и высотного положения его осей и бровок, а также крутизны откосов относительно их проектных геометрических параметров.

Правильность расположения земляного полотна в плане и профиле обеспечивается полнотой и точностью разбивочных работ, выполняемых по знакам выноски проекта на местность и реперам с помощью геодезических инструментов.

Проверку крутизны откосов выполняют с помощью переносных лекал-шаблонов или известных ускоренных способов контроля крутизны откосов (эклиметром, рейкой и др.).

При контроле ведут журнал, в котором записывают дату проверки, проектные, фактические параметры земляного полотна, их отклонения, объемы выполненных работ, а также выводы и предложения по оценке качества данных работ. По результатам контроля составляют исполнительную схему земляного полотна. Мастер или производитель работ на основе этой схемы и данных журнала в случае допустимых отклонений дает разрешение на производство последующих работ, при значительных отклонениях назначает срок для их устранения. Результаты контроля используются для выявления отклонений фактического объема земляных работ от проектного.

Уплотнение катками слоев земляного полотна необходимо осуществлять от краев к середине, при этом каждый след от предыдущего прохода катка должен перекрываться при последующем проходе не менее 1/3.

Скорость движения катка следует принимать равной 1,5–2 км/ч на первых 2–3 проходах; к концу укатки она должна достигнуть максимальной рабочей скорости, указанной в паспорте.

Число проходов катка и толщина уплотняемого слоя с учетом коэффициента запаса на уплотнение грунта устанавливается по результатам пробного уплотнения, которые должны заноситься в общий журнал работ.

До начала работ по сооружению земляного полотна следует проверить соответствие принятых в проекте и действительных показателей состава (крупности частиц, пластичности глинистых грунтов) и состояния (влажности, плотности) грунтов в карьерах, резервах, выемках, естественных основаниях.

При наличии в зоне работ склонов и откосов круче 1 : 3, а также слабых грунтов следует проверять нивелированием отсутствие осадков и сдвигов земляного полотна в период строительства.

4.14.2. Операционный контроль

При операционном контроле качества сооружения земляного полотна следует проверять [22]:

- 1) правильность размещения осевой линии поверхности земляного полотна в плане и высотные отметки;
- 2) толщину снимаемого плодородного слоя грунта;
- 3) плотность грунта в основании земляного полотна;
- 4) влажность используемого грунта;
- 5) толщину отсыпаемых слоев;
- 6) однородность грунта в слоях насыпи;
- 7) плотность грунта в слоях насыпи;
- 8) ровность поверхности;
- 9) поперечный профиль земляного полотна (расстояние между осью ибровкой, поперечный уклон, крутизну откосов);
- 10) правильность выполнения водоотводных и дренажных сооружений, прослоек, укрепления откосов и обочин.

Допускаемые отклонения контролируемых геометрических параметров и плотности грунта земляного полотна приведены в прил. С.

При операционном контроле качества земляных работ в зимних условиях дополнительно следует контролировать размер и содержание мерзлых комьев, а также качество очистки поверхности от снега и льда.

При операционном контроле качества сооружения земляного полотна на болотах дополнительно надо контролировать: полноту выторфовывания, режим отсыпки, величину осадки, геометрические размеры вертикальных прорезей, дрен и коэффициент фильтрации песка в них.

Проверку правильности размещения оси земляного полотна, высотных отметок, поперечных профилей земляного полотна, обочин, водоотводных и дренажных сооружений и толщин слоев следует производить через 100 м (в трех точках на поперечнике), как правило, в местах размещения знаков рабочей разбивки с помощью геодезических инструментов и шаблонов.

Плотность грунта следует контролировать в каждом технологическом слое по оси земляного полотна и на расстоянии 1,5–2,0 м от бровки, а при ширине слоя более 20 м – также в промежутках между ними.

Контроль плотности грунта необходимо производить на каждой сменной захватке работы уплотняющих машин, но через 200 м при высоте насыпи до 3 м и через 50 м при высоте насыпи более 3 м.

Контроль плотности верхнего слоя следует производить через 50 м.

Дополнительный контроль плотности необходимо производить в каждом слое засыпки пазух труб, над трубами, в концах и в местах сопряжения с мостами.

Контроль плотности следует производить на глубине в 1/3 толщины уплотняемого слоя, но не менее 8 см.

Отклонения от требуемого значения коэффициента уплотнения в сторону уменьшения допускаются не более чем в 10 % определений от их общего числа и не более чем на 0,04.

Контроль влажности используемого грунта следует производить, как правило, в месте его получения (в резерве, карьере) не реже одного раза в смену и обязательно при выпадении осадков.

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

Ровность поверхности земляного полотна контролируется нивелированием по оси и бровкам в трех точках, на поперечнике через 50 м. Поверхность основания земляного полотна и промежуточных слоев насыпи в период строительства не должна иметь местных углублений, в которых может застаиваться вода.

4.14.3. Приемка выполненных работ

При приемке выполненных работ надлежит произвести освидетельствование работ в натуре, контрольные замеры, проверку результатов производственных и лабораторных испытаний грунтов, записей в общем журнале работ и специальных журналах по выполняемым отдельным видам работ и предъявить техническую документацию в соответствии с [14, 18, 19].

Приемку с составлением актов освидетельствования скрытых работ надлежит производить по выполнении следующих работ:

- 1) снятия мохового или дернового слоя, выторфовывания, корчевки пней, устройства уступов на косогорах, замены грунтов или осушения основания, устройства свайных или иных типов оснований под насыпями, устройства теплоизолирующих слоев;

2) устройства водоотвода и дренажей, укрепления русел у водоотводных сооружений;

3) возведения и уплотнения земляного полотна и подготовки его поверхности для устройства дорожных одежд.

При осуществлении приемочного контроля следует проверять соответствие фактических значений проектным по параметрам, приведенным в прил. С.

4.14.4. Оценка качества устройства земляного полотна

Оценку качества устройства земляного полотна следует производить на основе расчета комплексного показателя по формуле

$$P = \frac{a_1 S_1 + a_2 S_2 + a_3 S_3 + a_4 S_4 + a_5 S_5}{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5},$$

где P – комплексный показатель;

S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 – соответственно оценка качества подготовки основания земляного полотна, возведения насыпей, разработки выемок, устройства водоотвода, присыпных обочин и укрепительных работ в баллах;

a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 – коэффициенты значимости видов работ, принимаемые соответственно 0,7; 1,0; 0,9; 0,8; 0,7.

Оценку качества устройства земляного полотна в баллах по рассчитанному комплексному показателю P следует производить в зависимости от значений этого показателя:

при $P = 4,61–5,0$ – «отлично» (5 баллов);

$P = 3,91–4,6$ – «хорошо» (4 балла);

$P = 3,0–3,9$ – «удовлетворительно» (3 балла).

При необходимости определения средней оценки качества каждого из перечисленных выше видов работ, выполненных в разное время или в разных местах на сдаваемом участке земляного полотна, следует использовать комплексный показатель P , рассчитываемый по формуле

$$P = \frac{5C_1 + 4C_2 + 3C_3}{C_1 + C_2 + C_3},$$

где C_1, C_2, C_3 – сметные стоимости объемов данного вида работ, принятых соответственно с оценками «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

Оценку качества в баллах по рассчитанному комплексному показателю следует производить в зависимости от значений показателей P , приведенных выше.

4.15. Охрана труда и природы при производстве земляных работ

4.15.1. Общие требования

Строительство автомобильных дорог, включая подготовительные работы, строительство труб и возведение земляного полотна должно производиться в соответствии с утвержденными проектами организации работ и действующими производственными инструкциями, составленными с учетом требований техники безопасности и промышленной санитарии.

До начала дорожных работ должны быть сооружены подъездные пути и внутрипостроечные проезды, допускающие свободный проезд транспортных средств к строящимся объектам.

Опасные для движения участки и зоны подземных путей и внутриобъездных проездов следует ограждать или выставлять на их границах дорожные знаки (для водителей), а также предупредительные надписи (для пешеходов), видимые в дневное и ночное время.

К управлению дорожными машинами допускаются лица, достигшие 18 лет, имеющие удостоверение на право управления данной машиной, знающие требования безопасного ведения работ.

Машинисты должны быть снабжены инструкцией, содержащей основные требования техники безопасности при управлении машиной, а также указания об установленных системах сигнализации, предельных нагрузках, допускаемых скоростях работы машины и возможности совмещения операций. Они должны работать в спецодежде и спецобуви, предусмотренных отраслевыми нормами. Запрещается во время работы надевать одежду внакидку.

Каждая машина должна быть закреплена за определенным машинистом, о чем рекомендуется составлять акты или отдавать приказы.

Перед вводом в эксплуатацию новых и отремонтированных машин и агрегатов производится их освидетельствование и испытание (обкатка). Машина или установка не может быть пущена в эксплуатацию без разрешения главного инженера или главного механика дорожной организации.

Машины и оборудование (установки) должны находиться в технически исправном состоянии и быть оборудованы звуковой, световой или комбинированной сигнализацией.

Запрещается работать на машинах и механизмах с неисправными или снятыми ограждениями движущихся частей.

На машине или в зоне ее работы следует вывесить предупредительные надписи, знаки, плакаты и инструкции по технике безопасности.

Работа в темное время суток должна производиться при искусственном освещении. При плохой видимости машины должны иметь собственное освещение рабочих органов и механизмов управления.

Рабочее место должно быть удобным и обеспечивать хороший обзор фронта работы, защиту от атмосферных осадков и солнечных лучей. В зимнее время кабины машин должны быть утеплены.

Работа двух или нескольких самоходных или прицепных машин, идущих друг за другом, допускается с соблюдением дистанции не менее 20 м.

Во время работы дорожных машин запрещается:

- 1) находиться посторонним лицам в зоне действия (на захватке) машины, также на ее площадке управления, раме, рабочих органах, кожухах;
- 2) отцеплять прицепную машину до полной остановки тягача;
- 3) сходить с площадки управления и входить на нее;
- 4) находиться в непосредственной близости перед движущейся машиной, между тягачом и прицепной машиной, а также позади машины или агрегата;
- 5) осматривать пневматические колеса и удалять предметы, застрявшие между покрышками.

Запрещается движение и работа дорожных машин на откосах и косогорах с крутизной, больше допустимой для данного типа машины.

Крупные камни и валуны следует удалять с помощью средств механизации (бульдозеров, рыхлителей, корчевателей-собирателей) или взрывным способом.

Перестраивать подземные сооружения (трубопроводы, кабели, коллекторы), переносить опоры (столбы) воздушных линий связи и электропередач, сносить и переносить строения можно только с письменного разрешения организации, ответственной за их эксплуатацию. В непосредственной близости от существующих линий подземных коммуникаций земляные работы должны проводиться под наблюдением ответственного лица (прораба или мастера), а поблизости от кабелей, находящихся под напряжением, кроме того, и под наблюдением работника электрохозяйства.

Вблизи действующих подземных коммуникаций (электрокабелей, напорных трубопроводов, газопроводов) запрещается пользоваться ударными инструментами (ломами, кирками, клиньями, пневматическими инструментами). Разрабатывать грунт разрешается лопатами без резких ударов.

Работа и перемещение дорожных машин вблизи линий электропередачи должны производиться под непосредственным руководством инженерно-технического работника.

Запрещается работа экскаваторов, стреловых кранов, погрузчиков и других машин под проводами действующих линий электропередачи любого напряжения.

Перед транспортированием дорожных машин на прицепах-тяжеловозах или на железнодорожной платформе под гусеницы или колеса необходимо подложить башмаки (спереди и сзади). Рабочий орган следует опустить, а машину прикрепить к платформе при помощи растяжек.

Перед движением дорожных машин и оборудования через мосты нужно убедиться в том, что грузоподъемность моста и его техническое состояние обеспечивают безопасный проезд, а габариты соответствуют габаритам данного типа машины или оборудования.

Длительная остановка дорожных машин разрешается только на обочине, в крайнем правом по ходу положении.

Запрещается оставлять дорожную машину без присмотра с работающим двигателем. По окончании работы нужно поставить дорожную машину в отведенное для этого место, заглушить двигатель, включить муфту сцепления, поставить рычаг коробки передач в нейтральное положение, затормозить машину, опустить рабочие органы на землю.

4.15.2. Подготовительные работы и машины для их выполнения

Подготовительные работы должны предшествовать работам по строительству земляного полотна. Параллельное проведение подготовительных и земляных работ запрещается за исключением случаев, специально предусмотренных проектом организации работ.

Устраивать временный водоотвод и предварительно осушать участок (отвод поверхностных вод и понижение уровня грунтовых вод) надо в последовательности, предусмотренной проектом организации работ. Не допускается застаивание воды на участках, подготовленных к земляным работам.

Расположение и конструкция ограждения участка строительства земляного полотна должны предусматриваться проектом организации работ, а в случаях, не предусмотренных проектом, выполняться по чертежам, утвержденным главным инженером строительства.

Перед механизированным корчеванием пней и рыхлением грунта необходимо проверить исправность корчевательных машин, наличие у них защитных ограждений и предохранительных приспособлений.

Перед пуском корчевательной машины администрация обязана принять меры, чтобы на корчующем участке не было посторонних лиц. Во время работы или остановки корчевательной машины под нагрузкой запрещается смазывать ее части или выполнять мелкий ремонт.

Во время работы тракторных корчевательных машин и лебедок, установленных на тракторе, необходимо соблюдать следующие требования:

1) крепление канатов на якорном и корчующем пнях должно быть надежным, исключая возможность их случайного соскальзывания при натяжении, для чего на пнях делают зарубки достаточной глубины, препятствующие скольжению канатов;

2) применяемые канаты должны быть исправны, а их диаметры – не меньше 20–30 мм;

3) у корчевательной машины могут находиться только лица, непосредственно связанные с ее работой.

Весь фронт работ кустореза во избежание несчастных случаев должен быть предварительно очищен от камней, пней, а также деревьев, диаметр которых на линии среза превышает 20 см. Пни диаметром более 20 см должны быть выкорчеваны.

Поднимать и опускать нож кустореза разрешается только после остановки трактора.

В процессе работы кустореза необходимо следить за исправностью ограждения, предохраняющего машиниста от ударов срезаемыми деревьями и кустами. Во время работы машины с обеих сторон устанавливаются красные флажки.

Если кусты и деревья, попавшие в гусеницы и другие части агрегата, не отбрасываются при движении трактора, то машинист обязан немедленно остановить машину и удалить их. Подсобным рабочим запрещается находиться позади работающей машины.

Одновременная работа двух кусторезов на одном участке разрешается отдельными полосами или с отводом самостоятельного участка. Расстояние между участками или машинами должно быть не менее 40 м. Подсобные рабочие, оттаскивающие срезанные деревья, должны находиться не ближе 25 м от места работы кустореза.

Работа кустореза запрещается в следующих случаях:

- 1) если на участке имеются деревья, сильно искривленные или наклоненные навстречу движению машины;
- 2) на заболоченных участках (до их осушения);
- 3) в сильно пересеченной местности (овраги и ложбины) после ливневых дождей до просыхания грунта;
- 4) в темное время суток, а также при видимости меньше 50 м.

Для перегона кустореза на новое место необходимо поднять его носовую часть на 30 см от поверхности грунта, проверить надежность его крепления к трактору и убедиться в отсутствии препятствий на пути следования (валуны, крупные камни, стволы толстых деревьев, ямы).

Не разрешается корчевание бульдозером сухих, сгнивших на корню деревьев.

4.15.3. Земляные работы и землеройно-транспортные машины

При производстве механизированных работ по строительству земляного полотна надо установить особое наблюдение за участками работ, где возможны оползни и обрушения грунта.

Опасные места должны быть ограждены и снабжены соответствующими надписями.

Запрещается выполнять земляные работы подкопом.

При обнаружении в разрабатываемом грунте, грунтовых забоях или откосах крупных камней, валунов или других предметов, мешающих движению или работе землеройной машины, необходимо остановить машину и удалить препятствия.

Запрещается подталкивать грунт к откосам и обочинам бульдозером.

Крутизна откосов разрабатываемых выемок устанавливается проектом. Запрещается находиться у подошвы откосов, имеющих крутизну более проектной.

Перед началом работ каждой смены откос выемки должен осматриваться техническим персоналом. При обнаружении трещин вдоль верхних бровок, нависших козырьков грунта и других признаков возможного обрушения необходимо сбросить грунт вниз, не ожидая самопроизвольного обрушения.

При ручной разработке грунтов рабочие должны находиться один от другого на таком расстоянии, чтобы не задевать друг друга инструментами.

Ковш скрепера разрешается очищать от налипшего на него грунта только после полной остановки трактора, применяя для этого лопату или скребок; другие способы очистки ковша не допускаются.

В процессе работы категорически запрещается садиться на скрепер или становиться на его раму. Посторонним лицам запрещается находиться в непосредственной близости к работающей машине.

Не допускается приближение тракторных скреперов к откосу выемки на расстояние менее 0,5 м и к откосу свежесыпанной насыпи – на расстояние менее 1,0 м.

Запрещается перемещать грунт на подъем или под уклон более 30° и разгружать скрепер, двигая его назад под откос.

При устройстве высоких насыпей и разработке глубоких выемок для движения груженых скреперов должны быть устроены въезды и съезды с уклонами, не превышающими 100 % необходимой ширины.

Запрещается работа скреперов в мокрых глинистых фунтах, в дождливую погоду.

При работе бульдозеров всех типов необходимо соблюдать следующие правила:

1) в случае обнаружения в разрабатываемом грунте крупных камней, пней или других предметов остановить бульдозер и удалить с его пути препятствия, чтобы не вызвать аварию;

2) запрещается перемещать грунт бульдозером на подъем или под уклон более 30°;

3) сбрасывая грунт под откос отвалом бульдозеров, не выдвигать последний за бровку откоса насыпи;

4) не поворачивать бульдозер с загруженным или заглубленным отвалом;

5) не работать в глинистых грунтах в дождливую погоду.

При работе бульдозера в пересеченной местности или при переездах по плохой дороге скорость его не должна быть выше второй скорости трактора.

Запрещается работа автогрейдера на участках, где имеются деревья, пни и крупные камни.

При развороте автогрейдера в конце профилируемого участка, а также на крутых поворотах, движение их должно осуществляться на минимальной скорости.

Разравнивать грунт на свежесыпанных насыпях высотой более 1,5 м необходимо с особой осторожностью и под наблюдением ответственного лица, расстояние между бровкой земляного полотна и внешними (по ходу) колесами

автогрейдера должно быть не менее 1,0 м (в зависимости от конкретных условий производства работ).

Установка откосника и удлинителя, вынос ножа в сторону для срезки откосов, а также перестановка ножа должны выполняться двумя рабочими, снабженными брезентовыми рукавицами.

Экскаваторы (особенно на пневматических шинах) во время работы должны устанавливаться на спланированной площадке и во избежание самопроизвольного перемещения закрепляться переносными опорами. Запрещается подкладывать под гусеницы или катки гусениц бревна, камни и другие предметы для предупреждения смещения экскаватор во время работы.

При работе экскаватора запрещается:

- 1) находиться под его ковшом или стрелой;
- 2) проводить какие-либо другие работы со стороны забоя;
- 3) пребывать посторонним лицам в радиусе действия экскаватора плюс 5 м;
- 4) запрещается также работать в местах, где провода линий электропередач находятся в радиусе действия экскаватора.

Во время перерывов в работе независимо от их причин и продолжительности стрелу одноковшового экскаватора следует отвести в сторону от забоя, а ковш опустить на землю. Очищать ковш следует, опустив его на грунт.

Путь, по которому передвигается экскаватор в пределах объекта производства работ, должен быть заранее выровнен и спланирован, а на слабых грунтах усилен щитами или настилом из досок, брусьев, шпал.

Во время движения одноковшового экскаватора его стрелу необходимо устанавливать строго по направлению хода, а ковш приподнимать над землей на 0,5–0,7 м. Запрещается передвижение экскаватора с нагруженным ковшом.

Переезд через искусственные сооружения (мосты, трубы) экскаватора с ковшом емкостью более 0,4 м³ допускается после проверки прочности этих сооружений и получения разрешения соответствующих организаций.

Погрузка грунта и других сыпучих материалов в кузов автомобилей и тракторные прицепы при помощи экскаватора должна производиться в положении, исключающем перемещение ковша над кабиной автомобиля или трактора; грузить рекомендуется со стороны заднего или бокового борта. Людям запрещается находиться во время погрузки между экскаватором и транспортным средством.

При пробивке пионерной траншеи необходимо следить, чтобы при повороте хвостовая часть экскаватора не задевала боковую стенку забоя, а ковш был поднят выше ее.

При работе драглайна необходимо:

- 1) не допускать значительных отклонений ковша от направления проекций продольной оси стрелы, которые могут произойти при забрасывании ковша на повороте;

- 2) если на пути ковша при его заполнении встречается препятствие, его следует обойти или принять меры к его устранению. Запрещается преодолевать препятствия резким рывком ковша.

4.15.4. Машины для уплотнения грунтов

При уплотнении грунта самоходными и прицепными катками, а также другими машинами (скреперами, автогрейдерами), расстояние между ними должно быть не менее 2 м.

Одноосный каток на пневматических шинах с балластным кузовом разрешается прицеплять к тягачу только при неразгруженном кузове. Поднимать переднюю часть катка необходимо только при помощи подъемного устройства (домкрата). Задний домкрат катка должен быть установлен таким образом, чтобы дышло катка поднялось до уровня прицепного устройства тягача. При прицепке катка рабочим запрещено находиться сзади кузова и в кузове.

В процессе укатки прицепным катком любого типа запрещается движение тягача задним ходом.

При укатке высокой насыпи расстояние между ее бровкой и ходовыми частями тягача не должно быть менее 1,5 м. Эта величина уточняется ответственным лицом в зависимости от конкретных условий производства работ.

Запрещается отцеплять загруженный одноосный каток на пневматических шинах. Для этого он должен быть предварительно разгружен.

Транспортировать катки на пневматических шинах необходимо на прицепе к автомобилю.

При изменении направления движения самоходных катков всех типов необходимо подавать предупредительный сигнал (свисток).

При уплотнении грунта трамбуемыми плитами, смонтированными на экскаваторах, необходимо соблюдать следующие требования:

- 1) в радиусе 5 м от действующей трамбуемой плиты не должно быть людей;
- 2) экскаватор или трактор должен перемещаться по слою грунта, уже уплотненному, с места прежней его стоянки;
- 3) экскаватор не должен приближаться к краю отсыпанной насыпи ближе 3 м, считая от бровки насыпи до гусеницы, а трактор со смонтированной на нем трамбуемой плитой – ближе 0,5 м.

При уплотнении грунтов вибраторами надо соблюдать следующие требования:

- 1) не прижимать вибраторы к поверхности грунта руками; перемещение вибраторов вручную при виброуплотнении производить с помощью гибких тьег;
- 2) выключать вибратор при перерывах в работе и переходах рабочих с одного места работы на другое;
- 3) выключать вибратор уплотняющей машины при ее прохождении по твердому основанию.

4.15.5. Охрана природы при возведении земляного полотна

При возведении земляного полотна и разработке резервов грунта необходимо предусмотреть мероприятия по защите и сохранению плодородных зе-

мель, в частности решить вопросы сохранения и использования растительного грунта, который был снят при возведении земляного полотна, пересадки ценных и декоративных пород деревьев, имеющих на расчищаемой полосе, в заранее назначенные места и сроки, установленные с учетом агротехнических требований.

Рациональное использование земли и биологических ресурсов при разработке карьеров – важная задача охраны природы. Если вскрышной слой, покрывающий площадь резерва, представляет собой почву (растительный гумусированный слой земли), сохранение его является важнейшим условием рационального природоиспользования.

Почва является ценнейшим народнохозяйственным ресурсом, на создание которого природе потребовались тысячелетия. Без почвенного слоя земля не способна к биологической активности. Поэтому необходимо строго выполнять требования ТНПА и проектов по сохранению почвы (растительного слоя), которую предварительно снимают и в специально отведенных местах складывают без загрязнения и перемешивания ее с другими материалами.

Одним из важнейших направлений в области охраны природы является рекультивация земель, нарушенных в результате промышленной деятельности человека, и возвращение их народному хозяйству для дальнейшего использования.

Вопросы рекультивации решаются для каждого карьера с учетом геологических и экономических факторов, почвенно-климатических зон и ландшафта местности.

Целью рекультивации является приведение земель в состояние, пригодное для использования в интересах сельского, лесного, водного хозяйства, промышленного, гражданского, дорожного строительства.

Горно-техническая рекультивация предусматривает сдачу земель пользователям для последующей биологической рекультивации и должна предусматриваться при проектировании и в процессе эксплуатации не позднее года после окончания разработки карьера.

В состав горно-технической рекультивации земель включается: снятие плодородного слоя почвы и хранение его во временных отвалах; планировка отвалов с целью образования удобных для рекультивации местности и строительства подъездных дорог; дренирование и другие мелиоративные мероприятия; отсыпка на рекультивированную поверхность плодородного слоя почвы и его планировка.

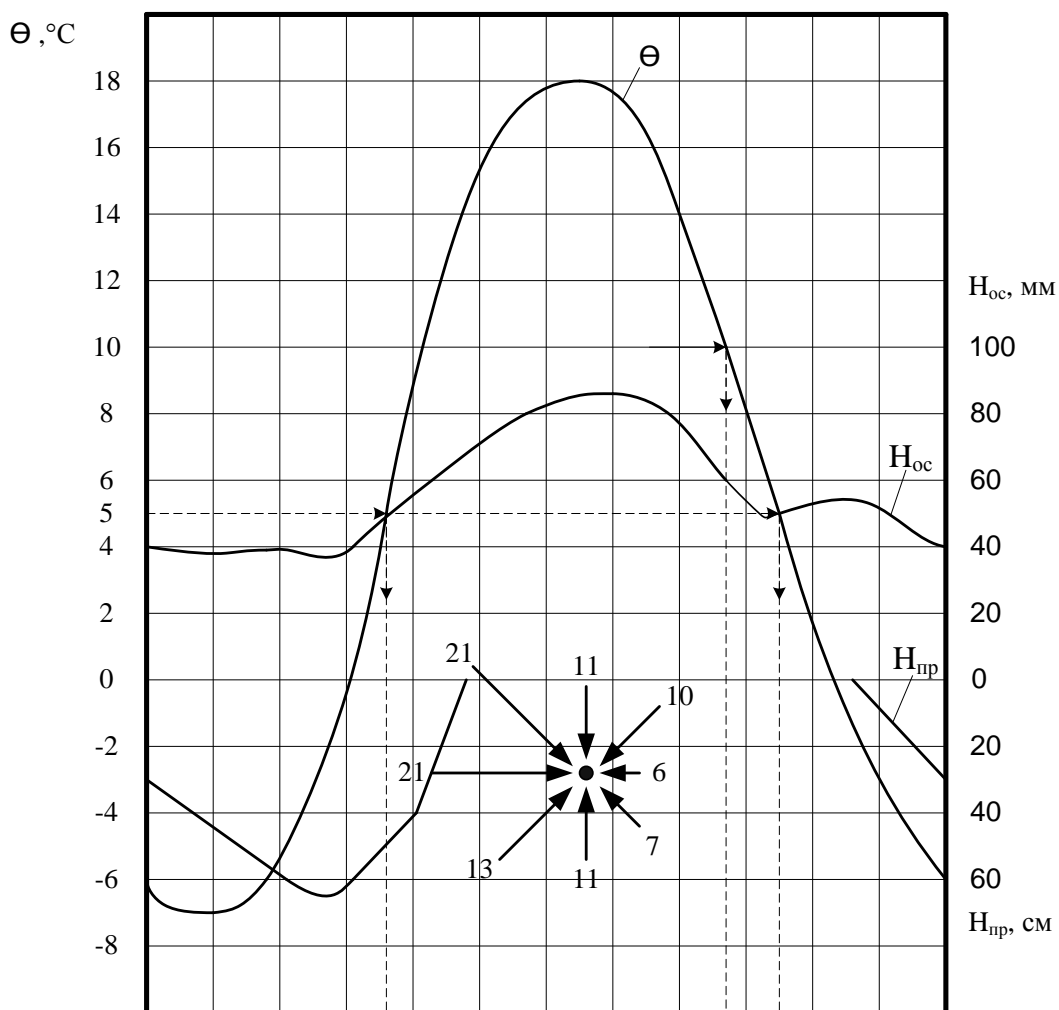
Горно-техническую рекультивацию земель проводят организации, разрабатывающие месторождения своими силами и за свой счет.

В местах размещения временных площадок для стоянок дорожно-строительных машин и передвижных полевых баз производственно-бытового назначения следует предусмотреть защиту растительного слоя, растительности, водотоков, водоемов, подземных вод и воздушного бассейна от загрязнения сточными водами, отходами ГСМ, отработанными газами и пылью, образующейся при работе дорожно-строительных машин.

Литература

1. Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности: Закон Республики Беларусь от 2 декабря 1994 г. № 3434-ХІІ : с изм. и доп.
2. Горельшев, Н. В. Технология и организация строительства автомобильных дорог / Н. В. Горельшев [и др.]. – М. : Транспорт, 1992.
3. Некрасов, В. К. Строительство автомобильных дорог: в 2 ч. / В. К. Некрасов [и др.]. – М. : Транспорт, 1980. – Ч. 1.
4. Строительство автомобильных дорог : справочник инженера-дорожника / под ред. В. А. Бочина. – М. : Транспорт, 1980.
5. Повышение надежности автомобильных дорог / под ред. И. А. Золотаря. – М. : Транспорт, 1977.
6. Руководство по сооружению земляного полотна автомобильных дорог. – М. : Транспорт, 1982.
7. Каменецкий, Б. И. Организация строительства автомобильных дорог / Б. И. Каменецкий, И. Г. Кошкин. – М. : Транспорт, 1983.
8. Батраков, О. Т. Организация дорожно-строительных работ (примеры) / О. Т. Батраков, В. М. Сиденко. – М. : Транспорт, 1966.
9. Могилевич, В. М. Организация и технология дорожно-строительных работ в зимнее время / В. М. Могилевич. – М. : Высш. школа, 1971.
10. Строительная климатология: СНБ 2.04.02–2000.
11. Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции и работы: сборник 1: Земляные работы: книги 1 и 2: РСН 8.03.101–2007.
12. Леонович, И. И. Дорожная климатология / И. И. Леонович. – Минск, 1994.
13. Расчетные нормативы для составления проектов организации строительства : в 10 ч. – М. : Стройиздат, 1973. – Ч. 10 : Расчетные показатели для составления проектов организации строительства.
14. Организация строительного производства : ТКП 45-1.03-161–2009.
15. Мосты и трубы. Правила устройства : ТКП 45-3.03-192–2010.
16. Технический надзор в строительстве. Порядок проведения : ТКП 45-1.03-162–2009.
17. Строительство. Земляные сооружения. Контроль степени уплотнения грунтов : СТБ 2176–2011.
18. Автомобильные дороги. Правила устройства : ТКП 059–2012.
19. Автомобильные дороги. Земляное полотно. Правила устройства : ТКП 313–2011.
20. Автомобильные дороги. Нормы проектирования : ТКП 45-3.03-19–2006.
21. Геодезические работы в строительстве. Правила проведения : ТКП 45-1.03-261–2006.
22. Автомобильные дороги. Порядок проведения операционного контроля при строительстве, ремонте и содержании : ТКП 234–2009.
23. Авторский надзор за строительством автомобильной дорог. Правила проведения : ТКП 315–2011.
24. Нормы продолжительности строительства объектов транспорта и транспортной инфраструктуры : ТКП 45-1.03-213–2010.
25. Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции и работы : сборник № 30 : Мосты и трубы : РСН 8.03.130–2007.

График климатических характеристик



Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Простои по метеоусловиям				5	5	6	5	6	4			
Линейные работы												
Работы с органическими вяжущими												
Работы с минеральными вяжущими												
Сосредоточенные работы												

Значение минимального требуемого коэффициента уплотнения (К)

Часть земляного полотна	Глубина слоя от поверхности покрытия, м	Усовершенствованные покрытия капитального типа		Усовершенствованные покрытия облегченного и переходного типов	
		II–III	IV–V	II–III	IV–V
Насыпи: верхняя; нижняя неподтапливаемая; нижняя подтапливаемая;	до 1,5	1,0–0,98	0,98–0,95	0,88–0,95	0,95
	1,5–6,0 более 6,0	0,95–0,98	0,95	0,95	0,95–0,90
	1,5–6,0 более 6,0	0,98–0,95 0,98	0,95–0,98	0,95–0,95	0,95
Выемки и естественные основания низких насыпей: в слое сезонного промерзания; ниже слоя сезонного промерзания	до 1,2*	1,0; 0,98	0,98; 0,95	0,98; 0,95	0,95
	до 1,2*	0,95	0,95; 0,92	0,95; 0,92	0,90

Примечание. *В IV и V дорожно-климатических зонах следует принимать 0,8 м. Большие значения коэффициента оптимального уплотнения следует принимать в случаях цементобетонных и цементогрунтовых покрытий и оснований, а также усовершенствованных облегченных покрытий.

Значение коэффициента относительного уплотнения K_1

Способ возведения насыпи и мероприятия по уплотнению	Коэффициент оптимального уплотнения	Коэффициент относительного уплотнения			
		пески всех видов, супеси, пылеватые суглинки	суглинки, глины	рыхлые и лесовидные грунты, чернозем	каменные материалы
Послойная отсыпка средствами с применением искусственного уплотнения	1,0	1,10	1,05	1,20	0,8–0,9
	0,95	1,05	1,00	1,15	
	0,90	1,00	0,95	1,10	

Ведомость объемов подготовительных работ

Характеристика полосы отвода	Пикетное положение		Длина участка, м	Ширина полосы отвода, м	Площадь, га	Число деревьев на 1 га	Количество деревьев, шт.
	от ПК+	до ПК+					
Лес редкий крупный	0+00	4+00	400	23	0,92	70	64
Лес мелкий густой	12+00	16+00	400	23	0,92	960	883
Лес густой крупный	25+00	28+00	300	23	0,69	300	207
Итого	–	–	1100	–	2,53	–	–
Корчевка пней	0+00	4+00	400	23	0,92	70	64
	12+00	16+00	400	23	0,92	960	883
	25+00	28+00	300	23	0,69	300	207
Итого	–	–	1100	–	–	–	–
Кустарник средний	0+00	4+00	400	23	0,92	–	–
	4+00	6+00	200	23	0,46	–	–
	12+00	22+00	1000	23	2,3	–	–
	25+00	28+00	300	23	0,69	–	–
Итого	–	–	1900	–	4,37	–	–
Корчевка корней, срезанного кустарника и мелко-лесья: лес; кустарник; лес, кустарник; лес	0+00	4+00	400	19	0,76	–	–
	4+00	6+00	200	19	0,38	–	–
	12+00	22+00	1000	19	1,90	–	–
	25+00	28+00	300	19	0,57	–	–
Итого	–	–	1900	–	3,61	–	–
Засыпка ям после корчевки пней	0+00	4+00	–	–	–	–	64
	12+00	16+00	–	–	–	–	883
	25+00	28+00	–	–	–	–	207
Итого	–	–	–	–	–	–	1154

Ведомость удаления растительного слоя

Характеристика полосы отвода	Пикетное положение		Длина участка, м	Ширина подошвы насыпи, м	Площадь, га	Объем растительного грунта, м ³
	от ПК+	до ПК+				
Удаление растительного слоя: лес; кустарник; пашня; лес; кустарник; выгон; лес; луг; пашня	0+00	4+00	400	19	0,76	1520
	4+00	6+00	200	19	0,38	760
	10+00	12+00	200	19	0,38	608
	12+00	16+00	400	19	0,76	1520
	16+00	22+00	600	19	1,14	2280
	22+00	25+00	300	19	0,57	570
	25+00	28+00	300	19	0,57	1140
	28+00	30+00	200	19	0,38	380
	30+00	36+00	600	19	1,14	1824
	Итого	–	–	3200	–	6,08

Примечание.

1. В примере ширина полосы отвода принята равной ширине подошвы насыпи плюс по два метра с каждой стороны. Высота насыпи 1,5 м, толщина дорожной одежды 0,6 м. Заложение откосов насыпи 1 : 1,5.

$$12 + (1,5 + 0,6) \cdot 1,5 \cdot 2 = 18,3 + 2 \cdot 2 = 22,3 \text{ м.}$$

Принимаем ширину полосы отвода равной 23 м.

2. Растительный грунт снимается на ширину насыпи понизу или выемки поверху.

$$B'' = 12 + (1,5 + 0,6) \cdot 1,5 \cdot 2 = 18,3 \text{ м.}$$

Принимаем $B'' = 19$ м.

3. Толщина удаляемого слоя растительного грунта составляет в см:

- на задернованных участках – 8–12;
- пахотных землях – 15–18;
- залесенных участках (кустарник, лес) – 15–25.

4. Объем удаляемого растительного грунта определяется умножением площади слоя на его толщину.

Расчет потребности в материально-технических ресурсах при строительстве железобетонных труб

Пикетное положение трубы	Диаметр трубы, м	Длина трубы, м	Тип фундамента	Звенья, оголовки		Число отрядов-смен	Гидроизоляция, м ³	Рытье котлована, м ³	Подушка из гравия, щебня, м ³	Засыпка котлована, м ³	Монолитный бетон, м ³	Цементный раствор, м ³	Планировка откосов, м ²	Земляные работы, м ³	Затраты труда, чел. дн.	Ссылка на нормативный документ
				железобетон, м ³	арматура, кг											
Строительство трубы																
6+00	1,5	21,0	–	$\frac{0,72}{15,12}$	$\frac{66,7}{1400,7}$	$\frac{0,09}{1,89}$	$\frac{5,6}{117,6}$	$\frac{0,8}{16,8}$	$\frac{0,9}{18,9}$							Расчетные показатели ч. 10, т. 33
13+00	1,25	18,0	–	$\frac{0,52}{0,36}$	$\frac{13,3}{239,4}$	$\frac{0,07}{1,26}$	$\frac{4,7}{84,6}$	$\frac{0,6}{10,8}$	$\frac{0,8}{14,4}$							
Строительство оголовков																
6+00	1,5	21,0	–	14,6	773,4	5,7	78,4	74	16	48	3,2	0,4			ч. 10, т. 38	
13+00	1,25	18,0	–	11,4	425	4,9	61,8	56	13	36	2,2	0,4				
Укрепление русел и откосов																
6+00	1,5	21,0	–		0,129					5,9	6		58,4	9,5	8,2	ч. 10, т. 41
13+00	1,25	18,0	–		0,108					4,9	5,1		49	8,3	7,3	
Итого:				50,48	2838,737	13,75	342,4	157,6	73,1	84	16,5	0,8	107,4	17,8	15,5	

Примечание. Строительство железобетонных труб выполняется за 14 смен одним отрядом.

Выбор ведущих машин для возведения земляного полотна

Элементы земляного полотна	Высота насыпи, м	Рекомендуемая дальность перемещения грунта, м	Рекомендуемая длина захватки (минимальная), м	Тип ведущих машин
Насыпи из выемок при продольном перемещении грунта	в зависимости от условий	до 100	не регламентируется	Бульдозеры универсальные
Насыпи из выемок при продольном перемещении грунта	не регламентируется	от 100 до 500	не регламентируется	Скреперы прицепные
Насыпи из выемок при продольном перемещении грунта	то же	от 300 до 3000	то же	Скреперы самоходные
То же	то же	свыше 3000	то же	Экскаваторы с транспортными средствами
Выемки глубиной свыше 2 м с перемещением грунта в кавальеры	—	до 50	—	Экскаватор с дальнейшим перемещением грунта в кавальер бульдозером

Ведомость объемов работ по возведению земляного полотна

Наименование работ	Единица измерения	Количество
Бульдозерные работы: разработка грунта II группы бульдозером с перемещением до 30 м	м ³	
То же до 50 м	м ³	4270
Скреперные работы: разработка грунта II группы скрепером вместимостью ковша 8 м ³ с транспортировкой до 100 м	м ³	2947
То же до 200 м	м ³	383
Экскаваторные работы: разработка грунта II группы экскаватором емкостью ковша 10 м ³ с перемещением до 100 м	м ³	–
То же до 200 м	м ³	–
То же до 300 м	м ³	–
То же до 400 м	м ³	–
То же до 500 м	м ³	–
То же до 600 м	м ³	–
Экскаваторные работы: разработка грунта I группы экскаватором емкостью ковша 1 м ³ с автовозкой до 1 км пр. об.	м ³	29 059 / 1928
То же до 2 км пр. об.	м ³	20 146 / 4710
То же до 3 км пр. об.	м ³	22 528 / 3170
То же до 4 км пр. об.	м ³	16 533 / 1902
Перемещение грунта из недобора на расстояние 1 км	м ³	436
Разработка и поперечное перемещение грунта автогрейдером в кюветах	м ³	1198
Выторфовывание экскаватором в отвал	м ³	83 000
Уплотнение грунта с поливкой водой (50 % общего объема)	м ³	47 912
То же без поливки водой (50 % общего объема)	м ³	47 912
Планировка верха земляного полотна	м ²	67 400
Планировка откосов насыпи	м ²	11 880
Планировка откосов выемок	м ²	2800
Нарезка и планировка кюветов	м ³	1198

Ведомость сосредоточенных резервов грунта

Местоположение резерва		Расстояние резерва от оси дороги, м	Участок, обслуживаемый резервом		Характеристика резерва				Условия разработки резерва и транспортировки грунта
от ПК	до ПК		от ПК	до ПК	площадь, га	Характеристика участка и род грунта	Максимально возможная глубина разработки, м	Запас грунта, м ³	
10+00	13+00	1000	40+00	6,9	6,9	Неудобия песок	2,5	170,051	Разработка возможна круглогодично скреперами и экскаваторами, вывоз по временному подъезду (полевая дорога)

**Ведомость подсчета объемов работ по реконструкции
сосредоточенных резервов**

Расположение резерва		Длина резерва, м	Ширина резерва, м	Площадь резерва, м ²	Площадь откосов резерва, м ²	Необходимый объем растительного грунта, м ³
от ПК	до ПК					
10+00	13+00	300	230	69 000	2800	17 950

Ориентировочные значения ρ , V_v , W_0

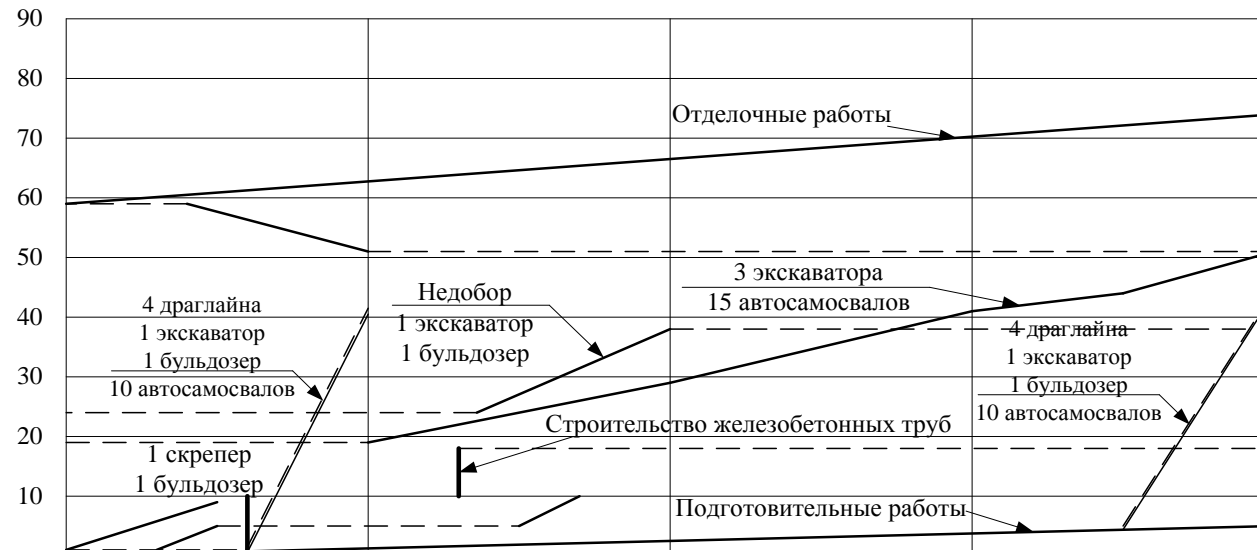
1. Оптимальная влажность для некоторых грунтов:	
пески мелкие и пылеватые	8–13 %
супеси легкие и тяжелые	8–15 %
суглинки легкие	12–18 %
тяжелые и тяжело-пылеватые суглинки	14–20 %
пылеватые, тяжелые пылеватые, легкие пылеватые суглинки	15–22 %
глины пылеватые и песчанистые	16–26 %
глины жирные	20–30 %
2. Плотность зерен грунтов:	
супесь пылеватая	2,660 г /см ³
супесь легкая	2,680 г /см ³
суглинок легкий пылеватый	2,690 г /см ³
суглинок легкий	2,700 г /см ³
суглинок тяжелый	2,710 г /см ³
глина пылевая	2,720 г /см ³
глина жирная	2,740 г /см ³
3. Содержание воздуха (V_v) при W_0 :	
супесь	8–10 %
суглинок	4–5 %
тяжелый суглинок	3–4 %
глина	4–6 %

**Ориентировочные значения толщины уплотняемого слоя
и числа проходов уплотняющих машин**

Тип уплотняющих машин	Оптимальная толщина слоя в плотном теле, см		Необходимое число проходов	
	связный грунт	несвязный грунт и каменный материал	связный грунт	несвязный грунт и каменный материал
Кулачковый каток массой 9 т	$\frac{20-25}{15-20}$	–	$\frac{6-8}{8-12}$	–
Моторный каток массой 8–13 т	–	$\frac{30-35}{20-30}$	–	$\frac{4-6}{6-8}$
Каток на пневмошинах массой 12–15 т	$\frac{15-20}{10-15}$	$\frac{20-25}{15-20}$	$\frac{6-8}{8-12}$	$\frac{4-6}{6-8}$
Каток на пневмошинах 25–30 т	$\frac{30-35}{20-25}$	$\frac{35-40}{25-30}$	$\frac{6-8}{8-10}$	$\frac{4-6}{6-8}$
Каток на пневмошинах 40–50 т	$\frac{35-40}{25-30}$	$\frac{45-50}{35-40}$	$\frac{6-8}{8-10}$	$\frac{4-6}{6-8}$
Решетчатый каток массой 25–30 т	$\frac{35-40}{25-30}$	$\frac{40-50}{35-40}$	$\frac{6-8}{8-10}$	$\frac{3-5}{5-6}$
Самоходный каток на пневмошинах массой 16–18 т	$\frac{25-30}{15-20}$	$\frac{30-35}{20-30}$	$\frac{6-8}{8-10}$	$\frac{4-6}{6-8}$
Самоходный каток на пневмошинах 30–35 т	40–45	40–60	6–8	4–6

Примечание. Даны оптимальные толщины слоев и число проходов машин, необходимое для уплотнения грунта: в числителе – до плотности не менее $0,95 \rho_{d \max}$, в знаменателе – до $(1 + 0,98) \rho_{d \max}$.

Линейный календарный график возведения земельного полотна



План трассы	Лес редкий	Кустарник	Болото	Пашня	Лес мелкий	Кустарник	Выгон	Лес густой	Луг	Пашня	Болото
	крупный		Болото	0,65 км	густой	средний	Выгон	крупный	Луг	Пашня	Болото
Подготовительные работы	Валка леса – 2,53 га, очистка от кустарника – 4,37 га, снятие растительного слоя – 6,08 га и другие работы / 5										
Строительство ж/б труб	Круглая труба d = 1,5 м – 21 п. м. / 9; d = 1,25 м – 18 п. м. / 8										
Бульдозерные работы, м ³ /смен		2020/4									
Скреперные работы, м ³ /смен	3330/8										
Экскаваторные работы, м ³ /смен			16 476/8		21 725/10			26 701/12		68 31/3	16 533/7
Выторфовывание, м ³ /смен			41 500/40								41 500/40
Засыпка грунтом, м ³ /смен			45 650/40								45 650/40
Отделочные работы, м ³ /смен					83 320/15						

**Допускаемые отклонения контролируемых геометрических параметров
и плотности грунта земляного полотна**

Конструктивный элемент, вид работ и контролируемый параметр	Допускаемые отклонения от проектных значений
1. Земляное полотно	
1.1. Подготовка основания земляного полотна	
1.1.1. Толщина снимаемого плодородного слоя грунта	Не более 5 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до ± 40 %, остальные – до ± 20 %
1.1.2. Снижение плотности естественного основания	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до 20 %, остальные должны быть не ниже проектных значений
1.2. Возведение насыпей и разработка выемок	
Снижение плотности слоев земляного полотна	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до 2 %, остальных должны быть не ниже требуемых
1.2.2. Высотные отметки продольного профиля	Не более 5 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до ± 100 мм, остальные – до ± 50 мм
1.2.3. Расстояние между осью и бровкой земляного полотна	Не более 5 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до ± 20 мм, остальные – до ± 10 мм
1.2.4. Поперечные уклоны	Не более 5 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений от 0,015 до 0,30, остальные – до $\pm 0,010$
1.2.5. Уменьшение крутизны откосов	Не более 5 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до 20 %, остальные – до 10 %
1.3. Устройство водоотвода	
1.3.1. Увеличение поперечных размеров кюветов, нагорных и других канав (по дну)	Не более 5 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до 10 см, остальные – до 5 см
1.3.2. Глубина кюветов, нагорных и других канав (при условии обеспечения стока)	Не более 5 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до ± 10 см, остальные – до ± 5 см
1.3.3. Поперечные размеры дренажей	
1.3.4. Продольные уклоны дренажей	Не более 5 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до $\pm 0,002$, остальные – до $\pm 0,001$
1.3.5. Ширина насыпных берм	Не более 5 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до ± 30 см, остальные – до ± 15 см
1.4. Устройство присыпных обочин	
1.4.1. Снижение плотности грунта в обочинах	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до 2 %, остальные должны быть не ниже проектных значений
1.4.2. Толщина уплотнения	Не более 5 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений от 22 до 30 мм, остальные – до ± 15 мм
1.4.3. Поперечные уклоны обочин	Не более 5 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до $-0,015$ до 0,030, остальные – до $\pm 0,010$

Учебное издание

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Методические указания
к курсовому проекту по дисциплине «Строительство автомобильных дорог»
для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги»,
специализации 1-70 03 01-01 «Строительство дорог и аэродромов»

Составители :
ВЕРБИЛО Иосиф Николаевич
КРАВЧЕНКО Сергей Егорович
КУПРИЯНЧИК Анатолий Антонович и др.

Редактор *Т. В. Кипель*
Компьютерная верстка *А. Г. Занкевич*

Подписано в печать 03.09.2012. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 5,70 + 1,40 вкл. Уч.-изд. л. 2,23 + 0,27 вкл. Тираж 150. Заказ 387.
Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет. ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.