



**Министерство образования и молодёжной политики
Рязанской области**

**Областное государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение «Ряжский колледж
имени Героя Советского Союза А.М. Серебрякова»**

**Специальность 08.02.05
Строительство и эксплуатация автомобильных дорог
и аэродромов**

**Профессиональный модуль ПМ 03.
Участие в организации работ по строительству
автомобильных дорог и аэродромов.**

Междисциплинарный курс МДК03.01

**Строительство автомобильных дорог
и аэродромов**

(Конспект)

Автор – А.Ф. ЛИТВИНОВ, преподаватель Ряжского колледжа.

Ряжск, 2019 год

“ Рассмотрен ”

цикловой комиссией специальных дисциплин (спец.08.02.05)

4 сентября 2019 года

Председатель:

_____ А.И.Курбатов

Составлен в соответствии с

Государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников специальности 08.02.05.

Заместитель директора по учебной работе:

_____ Н.В. Арсагова.

Оглавление

№ тем	Наименование темы	Страницы
	Введение	3
Раздел 1. Организация строительного производства		
	Основы организации и технологии дорожного и аэродромного строительства	5
	Общие положения по подготовке и организации строительного производства	7
	Документация по организации строительства и производству работ	7
	Материально-техническое обеспечение объектов строительства	8
1.5	Основные положения организации строительного производства поточным методом	10
Раздел 2. Технология и организация строительства автомобильных дорог и аэродромов		
2.1	Подготовительные работы	12
2.2	Строительство сооружений дорожного водостока и водосточно-дренажных систем аэродромов	14
2.3	Разбивочные работы	19
2.4	Разработка, перемещение и укладка грунтов в земляное полотно	20
2.5	Уплотнение грунтов	28
	Отделочные и укрепительные работы	31
2.7	Производство земляных работ в особых условиях	34
2.8	Подготовка поверхности земляного полотна и строительство дополнительных слоев оснований	40
2.9	Строительство оснований и покрытий из укрепленных грунтов	42
2.10	Строительство щебеночных и гравийных оснований и покрытий и мостовых	45
2.11	Строительство оснований и покрытий из каменных материалов, обработанных неорганическими вяжущими	48
2.12	Строительство оснований и покрытий из каменных материалов, обработанных органическими вяжущими	49
2.13	Строительство асфальтобетонных покрытий и оснований	52
2.14	Строительство поверхностей обработки покрытий	58
2.15	Строительство монолитных цементобетонных, армобетонных и железобетонных покрытий и оснований	60
2.16	Строительство сборных покрытий	66
2.17	Организация строительства автомобильных дорог и аэродромов поточным методом	67
2.18	Строительство дорожных одежд с использованием местных материалов	68
2.19	Производство работ по благоустройству автомобильных дорог и городских улиц	71
	Производственный контроль качества и приемка выполненных работ	77
2.21	Правила техники безопасности при строительстве автомобильных дорог и аэродромов	79
2.22	Охрана окружающей среды при строительстве автомобильных дорог и аэродромов	80
	Литература	81

Пояснительная записка

Написание конспекта вызвано тем, что существующее учебное пособие по дисциплине Каменев С. Н. Строительство автомобильных дорог и аэродромов 2010 года для СПО не достаточно соответствует действующей рабочей программе, разработанной в соответствии с Государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников специальности 08.02.05, кроме того их недостаточно в библиотеке.

После наименования каждой темы указано количество часов, отводимое на ее изучение, а также приведены изучаемые по ней вопросы, и указаны параграфы в действующем учебнике, если они там есть.

Материалы конспекта в дальнейшем следует обновлять, используя современные достижения науки и техники в отрасли.

Конспект позволяет студентам готовиться к контролю знаний, а студентам, пропустившим занятия по тем или иным причинам, освоить пропущенный материал.

Введение (2 часа)

В России проживает около 145 млн. человек. Россия занимает наибольшую площадь среди государств мира – 17 млн. кв. км или 30% всего евразийского континента, поэтому экономика страны в первую очередь зависит от эффективной работы транспорта. Это требует наличия огромной и разветвленной сети автомобильных дорог, обеспечивающих бесперебойную связь между населенными пунктами и районами России.

В соответствии с Законом «Об автомобильных дорогах... Российской Федерации» от 08.11.2007 г. автомобильные дороги по значению и собственности подразделяются на следующие категории:

- **Автомобильные дороги федерального значения.** Находятся в собственности Российской Федерации.
- **Автомобильные дороги регионального и межмуниципального значения.** Находятся в собственности субъектов России.
- **Автомобильные дороги местного значения.** Дороги в границах поселений (муниципального района, городского округа), не попадающие в другие категории. Находятся в собственности поселений.
- **Частные автодороги.** Дороги, находящиеся в собственности физических и юридических лиц.

Дорожное хозяйство – единый производственно-хозяйственный комплекс, включающий в себя все автомобильные дороги общего пользования Российской Федерации, более 3000 организаций различных форм собственности и подчиненности с общей численностью работающих более 750 тысяч человек.

Возглавляет дорожное хозяйство России Федеральное дорожное агентство (ФДА или Росавтодор) в системе Министерства транспорта Российской Федерации. Росавтодор выполняет функции государственного заказчика по объектам содержания, ремонта, реконструкции и строительства сети автодорог общего пользования.



Руководителем Росавтодора с сентября 2018 г является **Костюк Андрей Александрович.**

Протяженность сети автомобильных дорог общего пользования федерального, регионального и местного значения (т.е. находящихся в государственной собственности) в России на 2016 г. оценивается в 1,660 миллионов км, из них на дороги с твердым покрытием приходится только 1,16 миллиона в том числе:

федерального значения – 58,1 тыс. км;

регионального значения – 493,4 тыс. км.

Твердое покрытие имеют ~ около 90% дорог.

Кроме того, в нашей стране свыше 570,5 тыс. км автомобильных дорог и улиц муниципальных образований и поселений, которые не включены в сеть, но фактически выполняют функции автомобильных дорог общего пользования.

Примерная протяженность авт. дорог с твердым покрытием по категориям:				
	федеральные	региональные	всего:	%
1 категория	- 4183 км	- 1312 км	- 5500 км	1,1
2 категория	- 18368 км	- 10430 км	- 28800 км	5,5
3 категория	- 19429 км	- 89167 км	- 108600 км	21
4 категория	- 3830 км	- 297655 км	- 320000 км	58
5 категория	- 1227 км	- 73645 км	- 75000 км	14,4

Плотность дорожной сети общего пользования в России составляет около 0,04 км на 1 км² территории. Это значительно ниже, чем в экономически развитых странах мира, сопоставимых по размерам территории (например, в США – 0,67 км, во Франции, в Германии - 1,83 км).

Недостаточное развитие сети автодорог и их состояние таково, что средние скорости движения составляют около 30 км в час, т.е. менее чем в 2 раза, чем в Европе, а срок службы автомобилей почти на треть меньше. Это приводит к увеличению стоимости перевозок на 20-25 процентов. При таком техническом состоянии дорожной сети автомобиль на наших дорогах расходует почти в 1,5 раза больше горючего, чем в развитых зарубежных странах

Основу сети автомобильных дорог общего пользования образуют федеральные автомобильные дороги. При протяженности около 58,1 тыс. км (чуть более 8% от общей протяженности дорожной сети), они обеспечивают около 45-50% всех автомобильных перевозок. Состояние их таково, что более трети из них требуют реконструкции, около половины требуют усиления дорожных одежд.

Минимально необходимая протяженность сети автодорог с твердым покрытием, способная обеспечить надежную связь промышленных, сельскохозяйственных и культурных центров и населенных пунктов, должна составлять **не менее 1,7 миллионов километров**. Поэтому Правительством утверждена федеральная Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года, в которой намечены мероприятия по расширению сети автомобильных дорог и повышению их качества.

Согласно утвержденной в 2017 году госпрограмме «Развитие транспортной системы» заложен трехкратный рост темпов строительства и реконструкции транспортных артерий страны.

При изучении междисциплинарного курса используется различная литература:

Учебная:

1. Учебная: 1. Каменев С.Н. «**Строительство автомобильных дорог и аэродромов**». учебное пособие для СПО – Волгоград: ИД «Ин-Фолио», 2010 г. – 384 с.
2. Кубасов А.У. и др. « **Строительство, ремонт и содержание автомобильных дорог** », М.: Транспорт, 1985г. - 336 с.

Нормативная: 1. **СНиП 3. 06. 03 - 85**. Автомобильные дороги. Госстрой СССР - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986 г.

2. **СНиП 2. 05. 02 – 85**. Автомобильные дороги. Госстрой СССР - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986 г.
3. **ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы.** / Госстрой СССР- М.: Стройиздат, 1989г.
4. **ЕНиР. Сборник Е 17. Строительство автомобильных дорог.** Госстрой СССР - М.: Стройиздат, 1988 г.
5. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы (**ГЭСН – 2001**). Сборник 27 «Автомобильные дороги».

Справочная:

1. Справочник инженера дорожника (СИД). Строительство автомобильных дорог.
2. Справочник техника-дорожника.

Раздел 1.

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Тема 1.1

Основы организации и технологии аэродромного и дорожного строительства. (4 часа)

- Вопросы:**
- 1.Классификация дорожно–строительных работ.
 - 2.Сезонность дорожного строительства.
 - 3.Структура управления дорожным строительством.

Вопрос 1. **Классификация дорожно–строительных работ.**

Организация работ – увязка во времени всех ресурсов, т.е. кто, чем и когда выполняет работы.

Технология работ – порядок выполнения работ, т.е. из каких материалов, в какой последовательности и с какими требованиями выполняются работы.

Дорожные работы по характеру их производства разделяют на:

1. Заготовительные, по заготовке материалов, полуфабрикатов и изделий.
2. Транспортные, по перевозке ДСМ и других ресурсов от мест складирования, приготовления и добычи к месту строительства.
3. Строительно–монтажные работы (СМР) по строительству дороги и сооружений на ней.

Они являются наиболее сложными по организации их производства и технологии выполнения.

СМР по объему и равномерности распределения разделяют на:

Линейные – равномерно расположенные вдоль трассы (строительство дорожной одежды, невысоких насыпей и неглубоких выемок, водопропускных труб и обстановки дороги) – составляют 80 – 90% от СМР.

Сосредоточенные – имеющие большой объем на участке небольшой протяженности и выполняемые в течение длительного времени (отсыпка высоких насыпей, разработка глубоких выемок, строительство мостов, зданий и т.п.).

Вопрос 2. **Сезонность дорожного строительства.**

Круглый год по возможности выполнения строительных работ разделяют на следующие периоды:

- 1.Строительный сезон (от +5⁰С весной, до +10⁰С (+15⁰С) осенью).
- 2.Период пониженных температур от 0⁰С до +5⁰С весной и +10⁰С(+15⁰С) осенью.
- 3.Период отрицательных температур.

Продолжительность сезонного сезона в России в различных регионах составляет от 4 до 10 месяцев, поэтому возникает необходимость продолжить выполнение работ при пониженных и отрицательных температурах. Стоимость выполнения этих работ будет выше, однако при этом заняты рабочие и механизмы, сокращается продолжительность строительства, а следовательно снижается его стоимость.

Дорожные работы по возможности выполнения их в зимний период разделяют на 4 группы:

1. Выполняемые по той же технологии что и в теплый период: заготовка материалов, строительных оснований из каменных материалов, разработка выемок в несвязных грунтах.
2. Выполняемые по той же технологии что и в теплый период, с внесением несложных изменений: монтаж железно-бетонных элементов при строительстве мостов, зданий, строительство щебеночно-гравийных оснований, монтаж сборных покрытий и др.

3. Выполняемые по специальной технологии: строительство а/б покрытий, земляные работы в мерзлых грунтах и т.д. (удорожание составляет до 25%).
4. Работы, которые выполнять нельзя: укрепление грунтов и каменных материалов вяжущим, строительство поверхностной обработки и т.д.

Вопрос 3. Структура управления дорожным и аэродромным строительством.

В соответствии с Указом Президента РФ от 12.05.2008 г. «Вопросы системы и структуры федеральных органов исполнительной власти» функции по управлению автомобильным транспортом и дорожным хозяйством возложены на ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО (ФДС или Росавтодор), в системе Министерства транспорта РФ.

В 2009 г. создана Государственная компания «Российские автомобильные дороги» (Федеральный закон №145-ФЗ 17 июля 2009 г.). Сокращенное наименование – Автодор, которая руководит федеральными и региональными дорожными управлениями..

Управление автомобильными дорогами федерального значения (т.е. 58,2 тыс. км федеральных автодорог, 5687 мостов и путепроводов) осуществляется, как правило, управлениями (дирекциями) этих дорог. В эту систему входят:

1. 10 федеральных управлений автодорог;
2. 22 управления автомагистралей;
3. 4 дирекции по дорожному строительству.

Низовыми организациями, выполняющими работы по ремонту и содержанию федеральных дорог являются Федеральные государственные унитарные дорожные эксплуатационные предприятия (ФГУ ДЭП) - 195 шт.

Управление автомобильными дорогами регионального значения в каждой области или крае осуществляется региональными управлениями (министерствами) автомобильного транспорта и дорожного хозяйства, которые в свою очередь подчинены правительству или губернатору (правительству) своей области.

Работами по строительству, реконструкции, ремонту и содержанию этих дорог занимаются как государственные унитарные предприятия (например «Рязаньавтодор»), так и другие организации независимо от форм собственности и подчиненности. Они работают по договорам, как подрядные организации.

Низовыми дорожными организациями, которые непосредственно занимаются дорожными работами, являются ДРСУ, ДПМК и др.

Низовые организации располагаются, как правило, в областных и районных центрах, имеют соответствующую производственную базу (гаражи, мастерские, склады), АБЗ и ЦБЗ, карьеры, а так же располагают необходимыми машинами и механизмами, ИТР (инженерно- технические работники) и квалифицированными механизаторами и рабочими.

Эти организации могут выполнять работы по строительству (реконструкции), ремонту и содержанию дорог в теплый и в зимний период.

Примерная структура дорожной организации:



Тема 1.2.

Общие положения по подготовке и организации строительного производства. (2 часа)

Строительство автодорог складывается из 3 периодов:

1. подготовительный;
2. основной;
3. заключительный.

Подготовительный период выполняется с целью технической подготовки к строительству.

Его выполняют в 2 этапа: 1. организационный;
2. подготовительный.

Организационный этап выполняет заказчик (территориальная дирекция автодорог ФДС), решая при этом следующие вопросы:

1. Открытие финансирования.
2. Заключение договора с проектной организацией на составление рабочего проекта.
3. Согласование с землевладельцем или землепользователем вопроса на отвод земель под строительство дороги.
4. Согласование пересечений различных инженерных коммуникаций с их владельцами.
5. Определение подрядчика и заключение с ним договора (контракта).
6. Поставка материалов и других ресурсов (но чаще это делает подрядчик).

Подготовительный этап выполняется подрядчиком в течении 1-3 месяцев перед началом строительства.

Подготовительный этап разделяется на:

1. внеплощадочные работы;
2. внутриплощадочные работы.

Внеплощадочные работы включают:

- разработку проекта производства работ;
- строительство жилья, обслуживающих и вспомогательных предприятий;
- заключение договоров на приобретение и поставку материалов и других ресурсов.

Внутриплощадочные работы включают:

- геодезические работы по восстановлению трассы и выставлению реперов;
- расчистка дорожной полосы;
- обустройство и перестройка коммуникаций;
- устройство подъездных и объездных дорог.

Основной период заключается в строительстве автомобильной дороги и сооружений на ней.

Заключительный период включает работы по подготовке дороги к сдаче в эксплуатацию, и ликвидации временных дорог и временных складов, устранении недоделок, рекультивации карьеров и боковых резервов.

Тема 1.3.

Документация по организации строительства и производства работ. (4 часа)

Вопросы: 1. Документация по организации строительства и производству работ. (§ 1.2)
2. Технологические карты производства работ. (§ 4.4)

Вопрос 1. **Документация по организации строительства и производству работ.**

Проектная организация при разработке рабочего проекта разрабатывает раздел «Проект производства работ» (ПОС). «ПОС» включает общие вопросы организации строительства, сроки выполнения работ, необходимые ресурсы (ДСМ, машины, техника и рабочая сила и т.п.).

Основным документом «ПОС» является линейный календарный график, на котором отражена последовательность выполненных работ, и увязка их во времени.

Строительная организация разрабатывает на каждый строительный сезон ППР – проект производства работ, который используется мастерами и прорабами для организации выполнения определенного вида работ по требуемой технологии.

ППР состоит из пояснительной записки, рабочих чертежей, линейного календарного графика организации работ, технологических карт производства отдельных видов работ.

При строительстве дороги прорабы (мастера) ежедневно заполняют журнал производства работ (общий журнал работ) в котором указывают выполняемые работы, их объем, применяемые механизмы и материалы, отклонения от технологии и погодные условия.

Журнал производства работ передается заказчику при сдаче дороги в эксплуатацию.

Технологическая карта, являясь составной частью ППР, используется мастерами и прорабами для организации строительства с требуемой технологией каждого вида работ.

Вопрос 2. **Технологические карты производства работ.**

Технологическая карта – это проектный документ, который определяет организацию и технологию работ для какого либо комплексного процесса.

В технологической карте отражены рациональные приемы работ с использованием современных достижений.

Технологические карты различают:

- типовые, разработанные институтами для каких-то средних условий;
- рабочие, привязанные к конкретным условиям строительства.

Технологическая карта, разработанная Росавтодором от 23.05.2003 г за № ОС-468-р, состоит из следующих разделов:

1. Область применения: указывается, на какой комплексный процесс работ, и для каких условий разработана технологическая карта.
2. Организация и технология производства работ. Раздел включает:
 - 2.1. требования к качеству выполнения предыдущего вида работ;
 - 2.2. распределение работ по захваткам, и технологические требования при их выполнении;
 - 2.3. технологическую последовательность процессов с расчетом объемов работ и потребных ресурсов (таблица);
 - 2.4. состав отряда;
 - 2.5. технологический план потока по устройству данного вида работ (чертеж);
 - 2.6. технологию операционного контроля качества выполняемых работ.
3. Безопасность труда.

Тема 1.4.

Материально-техническое обеспечение объектов строительства (8 часов)

- Вопросы:**
1. Порядок обеспечения материально-техническими ресурсами.
 2. Организация складского хозяйства. (с17-18)
 3. Организация транспортных работ. (§ 3,5)
 4. Механизация СМР.

5. Практическое занятие №1.

Вопрос 1. Порядок обеспечения материально-техническими ресурсами.

Материально-техническим обеспечением (МТО), занимаются в подготовительный период управления дорожной комплектацией (УДК), снабженческие посреднические структуры или сама строительная организация.

Возможность снабжения строительства автомобильной дороги материалами во многом зависит от наличия в районе строительства местных строительных материалов. А при их отсутствии их получают с ближайших действующих предприятий и карьеров по железной дороге, морским, речным или автомобильным транспортом.

МТО обеспечивают дорожное строительство готовыми материалами, изделиями и конструкциями промышленного производства, в числе которых конструкции для строительства мостов, труб, обстановки дороги, кирпич, битум, цемент, щебень, песок и т.д. Кроме этого обеспечение строительной техникой, оборудованием, запасными частями, транспортными средствами, ГСМ и т.д.

В состав этих работ входит:

1). Уточнение потребности необходимых материально-технических ресурсов с учетом потерь, а так же замены одних материалов другими.

Потери различают: транспортные, складские, при выполнении СМР. Общие нормы потерь составляют ориентировочно:

для щебня	- 1 – 2%
для гравия и песка	- 1,65 – 2,4%
для цемента	- 0,5 – 3%
для битума	- 1,0 – 1,45%

2). Заключение договоров с производителями или поставщиками на приобретение продукции и с транспортными организациями на ее поставку. Договора могут заключать сами строительные организации, а также юридические лица.

3). Организация складского хозяйства.

4). Организация приемки и выдачи продукции.

5). Организация работы построечного транспорта.

Вопрос 2. Организация складского хозяйства.

Поступающую на строительство продукцию можно сразу же с колёс использовать в строительстве автодороги, но это не всегда возможно, поэтому организуют складское хозяйство.

Складское хозяйство позволяет хранить поступающую в течение года продукцию до ее использования в строительный сезон.

Склады каменных материалов выполняют, как правило, открытыми, на спланированных укрепленных площадках.

Цемент, битум и другие материальные ценности хранят в закрытых складах.

Склады должны быть оборудованы механизмами для подогрева, рыхления материалов, а так же для выполнения погрузо-разгрузочных работ.

Поступающая на склад продукция должна сопровождаться документами:

1. накладная;
2. паспорт или сертификат качества;
3. товарно-транспортная накладная (для привлеченного транспорта);
4. счет – фактура.

Продукцию на склад оформляют приходным орденом. Учет продукции на складе и ее движение ведет бухгалтер материального стола.

Выдачу продукции со склада выполняют по требованию, или расходной накладной.

Вопрос 3. Организация транспортных работ.

Транспорт по назначению перевозок разделяют на:

1. внешний – от изготовителя к поставщику (железнодорожный, водный, автомобильный);
2. внутренний – со складов, АБЗ и т.д. к месту строительства (автомобильный);
3. технологический – по ходу технологического процесса (конвейерный, трубопроводный).

Большую часть перевозок выполняет автомобильный транспорт.

Автомобильный транспорт может быть использован:

1. собственный;
2. по найму;
3. автоколонны для обслуживания данной стройки.

Производительность автомобиля - самосвала в смену определяется по формуле:

$$П = \frac{T \times k_{вр} \times q}{\frac{2 \times L_{ср}}{V} + t}$$

где Т - продолжительность смены в часах (8 часов);
K_{вр} – коэффициент внутрисменной загрузки 0,8 – 0,9 (в расчетах 0,85);
q – количество груза в кузове самосвала, т или м³;
L_{ср} – средняя дальность транспортирования в один конец, км;
V – средняя скорость движения, км/час;
t – продолжительность погрузо-разгрузочных работ, в часах.

Количество автомобилей самосвалов в смену определяют по формуле:

$$N = \frac{Q}{П \times n}$$

где: Q – количество перевозимого груза, т или м³
n – количество смен для вывозки груза.

Вопрос 4. Механизация СМР.

При выполнении СМР комплектуют механизированные отряды дорожных машин, которые выполняют различные виды работ.

Ведущей машиной назначают ту, которая выполняет основные более дорогостоящие процессы работ, и она задает темп работы отряда. Ведущие машины для выполнения различных видов работ рекомендуются СНиП 3.06.03 – 85, приложение №1.

Вспомогательные машины выполняют сопутствующие работы. Их подбирают по производительности, так чтобы они обеспечивали работу ведущих машин, но не простаивали.

При составлении проекта производства работ (ППР) при комплектовании отряда машин производится технико-экономическое обоснование (ТЭО) – т.е. выбор более экономичного отряда.

Вопрос 5. Практическое занятие № 1.

(См. рабочую тетрадь по практическим работам.)

Тема 1.5.

Основные положения организации строительного производства поточным методом. (8 часов)

- Вопросы:**
1. Сущность поточного метода и его параметры. (§ 4.1-4.2)
 2. Линейный календарный график организации работ. (§ 4.5)
 3. Практическое занятие №2.

Вопрос 1. Сущность поточного метода и его параметры.

Строительство автодорог обычно ведется поточным методом, сущность которого заключается в том, что все СМР выполняются комплексным потоком (протяженность 3 – 7 км), состоящим из специализированных отрядов, выполняющих отдельные виды работ.



КОМПЛЕКСНЫЙ ПОТОК (3-7 км)

Специализированные отряды работают с определенной скоростью, в определенной технологической последовательности, с необходимыми технологическими разрывами и после прохода последнего отряда дорога готова к эксплуатации.

Организацию строительства поточным методом отражают на линейном календарном графике (ЛКГ).

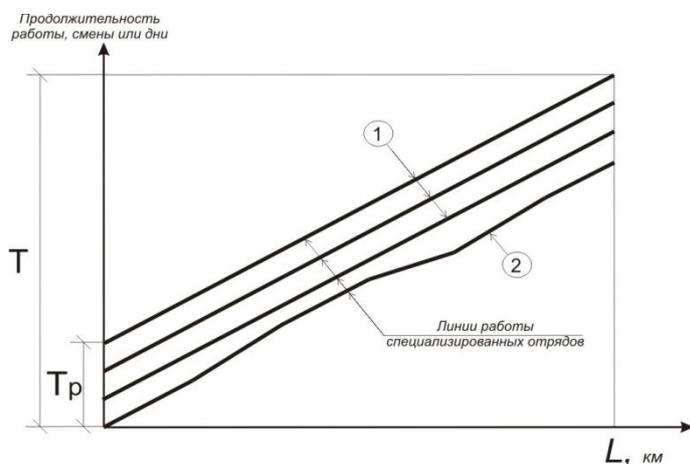


Рис. 1. Линейный календарный график организации выполнения работ поточным методом.

Поточный метод имеет следующие основные параметры:

1. Полное время действия потока (T) – время от начала работы первого до окончания работы последнего специализированного отряда.
2. Период развертывания потока (T_p) – время от начала работы первого до начала работы последнего специализированного отряда.

3. Скорость (успех) – участок дороги, выполняемый потоком (отрядом) за смену или сутки. Скорость определяется по формуле:

$$V = \frac{L}{T - T_p}$$

Отряды могут работать с постоянной скоростью (1 - строительство дорожной одежды) и с непостоянной скоростью (2 - земляного полотна, строительство труб).

4. Темп работы потока (отряда) – объем работы, выполняемой отрядом в смену (т, м², м³)

$$\text{Темп} = \frac{Q}{T - T_p}$$

где Q – общий объем работ

5. Захватка – участок дороги численно равный скорости потока, на котором выполняются определенные виды работ за смену.

Вопрос 2. **Линейный календарный график.**

Строительство автомобильной дороги поточным методом отражается на линейном календарном графике, где показывается работа специализированных отрядов, увязанная по времени – см. рис. 1.

Наклон линии работы отряда определяет ее скорость. Отряды могут работать с постоянной скоростью (прямая линия - 1) и с непостоянной скоростью (ломанная линия - 2).

Комплексный поток выполняет линейные работы, а сосредоточенные работы выполняются отдельными спец. отрядами, которые работают независимо от комплексного потока и должны быть закончены до его подхода.

Направление действия потока зависит от:

- 1) местоположения производственных предприятий и источников получения ДСМ;
- 2) местоположения сосредоточенных работ;
- 3) желания заказчика.

Задел – объем незавершенного строительства, необходимый для обеспечения работы последующих отрядов при перебое в работе.

Задел различают:

- 1) технологический (между смежными спец. отрядами);
- 2) сезонный (при перерывах в межсезонье).

Вопрос 3. **Практическая работа №2.**

(См. рабочую тетрадь по практическим работам)

Раздел 2.

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ

Тема 2.1. Подготовительные работы. (4 часа)

- Вопросы:**
1. Геодезические и разбивочные работы.
 2. Восстановление и закрепление трассы. (§ 5.1)
 3. Расчистка дорожной полосы. (§ 5.2, с. 44 - 45)
 4. Снятие и складирование растительного грунта. (§ 5.2, с. 45 - 46)

Вопрос 1. **Геодезические и разбивочные работы.**

Геодезические и разбивочные работы позволяют перенести на местность всех элементов строящейся дороги и закрепить их, кроме этого обеспечивают контроль за выполняемыми работами в процессе их строительства.

Этими работами занимается геодезическая служба, мастер, прораб, а так же ИТР ПТО.

Разбивочные работы выполняются согласно инструкции по разбивочным работам (ВСН 5 – 81) в следующей последовательности:

- 1) Подготовительные работы – подготовка рабочих чертежей, ведомостей и исполнительной документации (при составлении ППР).
- 2) Восстановление трассы и осей сооружений - восстановление начала трассы, вершины углов поворота, разбивка осей труб, мостов и т.д.
- 3) Создание опорных сетей строительства - выставление временных реперов через 1 – 2 км, а так же у труб, мостов, зданий, выемок.

4) Детальная разбивка сооружений – детальная разбивка кривых с выставлением кольев через 5 – 10 – 20м, закрепление подошвы насыпи, размеров котлованов под трубы, здания.

5) Геодезическое управление работой строительных машин – выставление копированных струн, вешек и т.п. обеспечивающих работу машин в автоматическом или ручном режиме.

6) Геодезический контроль за работами (операционный контроль) – контроль за работами в процессе их выполнения с целью приведения работ в соответствии с проектом (ширина, толщина, высота и т.д.).

7) Исполнительные съемки и приемка выполненных сооружений – проверка правильности выполненных параметров и объемов работ при сдаче их заказчиков.

Вопрос 2. Восстановление и закрепление трассы.

До начала сооружения земляного полотна необходимо выполнять подготовительные работы: восстановление и закрепление трассы, расчистку полосы отвода, детальную разбивку элементов земляного полотна, устройство временных и усиление существующих дорог, постройку временных сооружений, линий связи, электроснабжению и т.д.

Работы по восстановлению трассы выполняет проектная организация (по договору) и сдает их строительной организации (подрядчику) не позднее, чем за 15 дней до начала работ на данном участке.

При восстановлении трассы выполняется:

- 1) выносят все углы поворота и все пикеты на границу полосы отвода;
- 2) закрепляют вершины углов поворота и створных точек на длинных прямых;
- 3) разбивают круговые и переходные кривые, закрепляют начало и конец кривых, промежуточные точки;
- 4) разбивают и закрепляют оси искусственных сооружений, закрепляют пикеты и плюсовые точки;
- 5) проверяют отметки существующих реперов, а так же устанавливают дополнительные репера.

Вопрос 3. Расчистка дорожной полосы.

Перед началом строительства земляного полотна при выполнении внутриплощадочных подготовительных работ производят расчистку дорожной полосы от леса, кустарника, пней, корней, валунов, строений, а так же выполняют переустройство и обустройство инженерных коммуникаций (ЛЭП, кабели, нефтепроводы).

При больших объемах работ для их выполнения организуют специализированные отряды, а при небольших работами выполняют отрядом по устройству земляного полотна.

Работы по расчистке дорожной полосы выполняют в следующей последовательности:

1. срезка кустарника и мелкого леса;
2. валка деревьев и очистка стволов от сучьев;
3. вывозка стволов;
4. удаление сучьев;
5. удаление пней и корней;
6. снятие растительного грунта;
7. засыпка ям, получившихся после удаления пней;
8. планировка поверхности и уплотнение основания насыпи.

Работы по валке деревьев и трелевке стволов целесообразно выполнять зимой, а удаление пней и корней в весенне-летний период. Особое внимание уделяют охране труда, для этого сначала кусторезами и корчевателями - собирателями удаляют вокруг деревьев кустарник и мелкий лес.

Работу кусторезов и корчевателей – собирателей по удалению корней организуют по кольцевой схеме, начиная от оси дороги, постепенно смещаясь к границам дорожной полосы.

Салку деревьев можно выполнить несколькими способами:

1. спиливанием бензопилами;
2. бульдозерами и деревовалами, сначала подрезая корни дерева;
3. тракторами с тросами, закрепляя их на стволе на высоте 1-2 м от корня.

Валку деревьев выполняют участками (пасеками) длиной 50 –100 м. Пасеки могут быть на всю ширину дорожной полосы или наполовину (до оси).

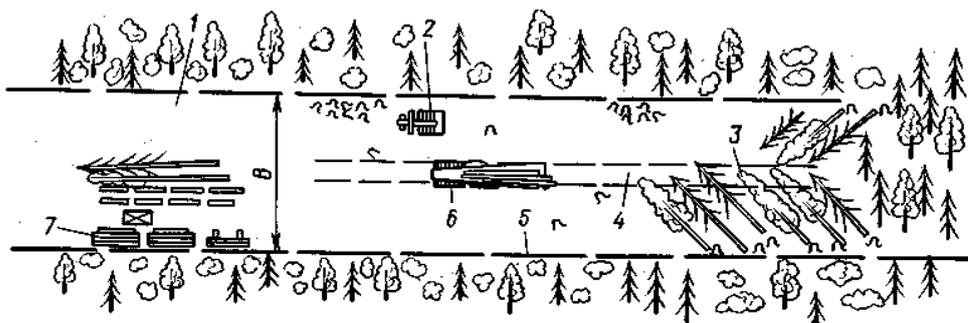


Рис. 2. Расчистка дорожной полосы от леса:

- 1 — разделочная площадка; 2 — корчеватель; 3 — поваленные деревья;
 4 — трелевочный валок; 5 — граница полосы отвода вырубki; 6 — трелевочный трактор; 7 — штабеля деревьев; B — ширина вырубki

Удаление пней и порубочных остатков выполняют бульдозерами, которые подрезают их корни и корчевателями – собирателями с узким отвалом.



Рис. 3.

Удаление порубочных остатков корчевателем-собирателем с узким отвалом.

Вопрос 4. Снятие и складирование растительного слоя.

Почвенно-растительный слой согласно Закону об «Охране земель» необходимо снимать на полную его толщину, со всей дорожной полосы перед началом строительства дороги и сохранять его до окончания строительства. Затем его используют для рекультивации и укрепления откосов земляного полотна.

Снимают растительный грунт, как правило, бульдозерами поперечными проходами от оси дороги (в учебнике рис. 5.2 а).

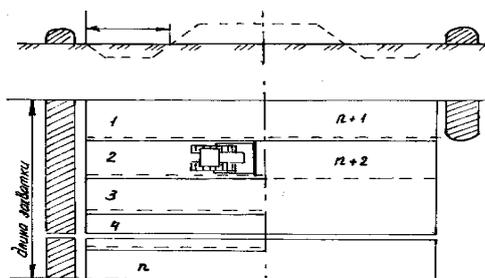


Рис. 4. Снятие растительного грунта бульдозером.

Снятие растительного грунта можно выполнять скреперами, транспортируя его туда, где он будет сохранен или использован.

Тема 2.2.

Строительство сооружений дорожного водоотвода и водосточно-дренажных систем аэродромов. (6 часов)

- Вопросы:**
1. Строительство водопропускных труб. (§ 6.1)
 2. Технология строительства боковых, нагорных и водоотводных канав. (§ 7.2)
 3. Строительство водосточно-дренажных систем аэродромов.

Вопрос 1. Строительство водопропускных труб.

Водопропускные трубы устраивают железобетонные круглого или прямоугольного сечения, реже металлические гофрированные. Раньше строились каменные и деревянные трубы.

Наиболее распространены круглые железобетонные трубы диаметром 1м, 1,2м, 1,5м и 2,0 м. Их устраивают из сборных элементов (звеньев) круглого сечения или с плоским опиранием нормальной длины 1-2 м и длинномерных длиной 3-5 м.

а)



б)



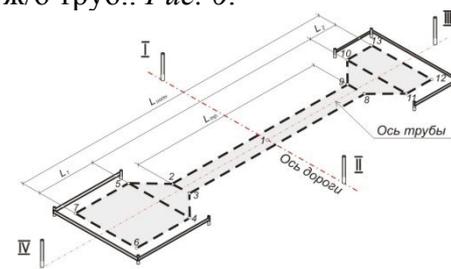
Рис. 5. Общий вид железобетонных труб с раструбным оголовком
а) круглого сечения б) прямоугольного сечения.

Прямоугольные трубы устраивают высотой 1,5 – 2,5м, шириной 1,5 – 4м.

Водопропускные трубы устраивают на основании из песчано-гравийной или щебеночной смеси, а при слабых грунтах на фундаменте из железобетонных блоков. По концам трубы устраивают ж/б оголовки раструбного реже порталного типа. Их различают: входной и выходной.

Последовательность строительства круглых ж/б труб.. Рис. 6.

1. Разбивка тела трубы и оголовков и закрепление их кольями. Устройство обноски.



2. Расчистка строительной площадки для складирования ж/б элементов и работы механизмов.



3. Устройство обводного русла.

4. Рытье котлована под тело трубы и оголовки экскаватором с обратной лопатой или бульдозером с недобором грунта на 10 – 15 см. Зачистка котлована вручную по отметкам.



5. Устройство основания из песчано-гравийной и щебеночной смеси или ж/б фундамента, придание ему продольного уклона с учетом кривой к строительного подъема. Уплотнение фундамента вибро - или пневмотрамбованием.



6. Транспортирование ж/б изделий бортовыми автомобилями и их складирование на строительной площадке.

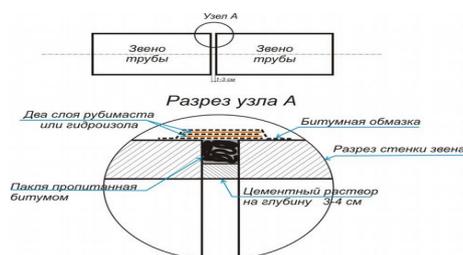
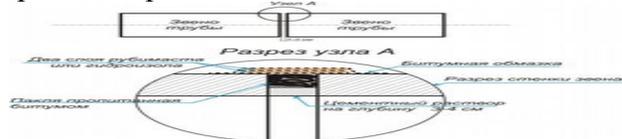


7. Монтаж трубы стреловыми кранами в следующей последовательности:

- выходной оголовок;
- тело трубы;
- входной оголовок.



8. Заделка швов между звеньями трубы с внутренней стороны на 3–4 см цементным раствором, затем с наружной паклей пропитанной битумом и оклейка двумя слоями рубимаста или другого кровельного материала шириной 25 – 30 см.



9. Гидроизоляция (обмазка) трубы с наружной стороны жидким битумом или битумной мастикой.



10. Укрепление (бетонирование) русла у входного и выходного оголовков и устройство водобойного колодца в конце бетонного лотка выходного оголовка.



11. Засыпка тела трубы. Сначала засыпают пазухи с трамбованием, затем засыпают тело трубы одновременно с обеих сторон слоями по 15 см с уплотнением каждого слоя трамбованием или укаткой.



12. Укрепление откосов насыпи у оголовков и лотка бетонными плитами на песчаном или песчано-гравийном основании.



Прямоугольные ж/б трубы устраивают аналогично из элементов прямоугольного сечения.

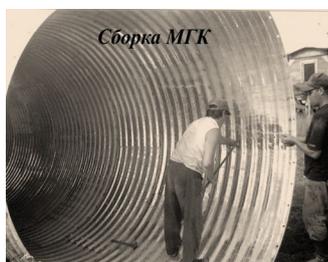
Металлические гофрированные трубы выполняют из оцинкованных гофрированных металлических листов толщиной 5 – 6 мм, которые соединяют между собой болтами. Сначала на базах из отдельных листов собирают секции трубы длиной 3 – 5 м, которые вывозят на место строительства и соединяют между собой болтами.

Трубу укладывают секциями на фундамент, соединяют между собой болтами, затем выполняют гидроизоляцию, т.е. поверхность трубы с внутренней и наружной стороны покрывают битумной мастикой.

По дну трубы для лучшего пропуска воды устраивают лоток из асфальтобетонной смеси.



Гофрированные металлические листы (элементы)



Сборка трубы из элементов



Укрепление откосов трубы

Рис. 7 Строительство металлических водопропускных труб.

Засыпку трубы выполняют грунтом одновременно с обеих сторон слоями 10-15 см, с уплотнением.

По концам тело трубы обрезают по уровню откоса или устраивают железобетонные оголовки или из габионов, а откосы укрепляют габионами или другими материалами.

Вопрос 2. **Технология строительства боковых, нагорных и водоотводных канав.**

При возведении земляного полотна должна быть создана такая система поверхностного водоотвода, при которой вся вода, притекающая к дороге и стекающая с ее поверхности, отводится в ближайшие водоемы.

В состав сооружений поверхностного водоотвода входят:

- боковые канавы: в выемках и вдоль насыпи высотой до 1,5 м;
- нагорные канавы;
- канавы, отводящие воду от выемок в водоемы;
- лотки на горных дорогах.

Очертание боковых канав принимают в зависимости от грунтов, объема стока воды, удобства механизированного производства работ.

Водоотводные канавы начинают разрабатывать с пониженных мест рельефа. За первые 2 – 3 прохода вырезанный грунт укладывают за наружную бровку канавы, затем на нож грейдера монтируют откосник требуемого очертания, зачищают откосы и дно канавы.

Последним проходом разравнивают грунт за наружной бровкой откоса.

а)



Рис. 8а. Нарезка кювета автогрейдером

б)



Рис. 8б. зачистка дна кювета по отметкам

При устройстве боковых канав в выемках грунт вывозят за ее пределы. Дно канавы должно иметь продольный уклон не менее 3 ‰.

Кювет, укрепленный посевом трав



Рис. 9а Укрепление дна кювета засевом трав

Рис. 9б Укрепление дна кювета матрасами Рено

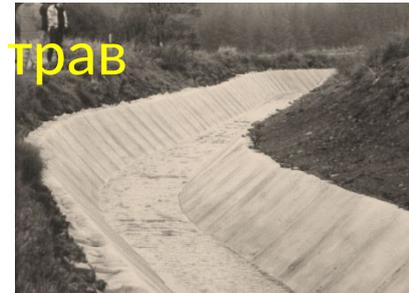


Рис. 9в Укрепление дна кювета бетонным полотном

При скорости течения воды 0,8 – 3 м/с водоотводные канавы укрепляют посевом трав, а при песчаных грунтах укрепляют вяжущими материалами. При скорости течения воды свыше 3 м/с канавы укрепляют сборными бетонными плитами, цементобетонной и асфальтобетонной смесью, бетонным полотном (из полотен заводского изготовления толщиной 8 см на основе цемента).

Вопрос 3. Строительство водосточно-дренажных систем аэродромов.

С поверхности летного поля поверхностную воду отводят по подземным сооружениям. Водосточно-дренажную систему аэродромов разделяют на:

1. Осушители – сооружение для сбора воды на поверхности и сброса ее в подземные сооружения (дождеприемники, дренажи).
2. Собиратели – подземные трубы, обеспечивающие подачу воды от осушителей к коллектору.
3. Коллектор – подземные трубы (ж/б диаметр более 0,6м) для отвода воды за пределы летного поля в пониженные места или в водоемы.

Наиболее сложная конструкция водосточно-дренажной системы у взлетно-посадочной полосы (ВПП). Она имеет примерно следующую конструкцию:

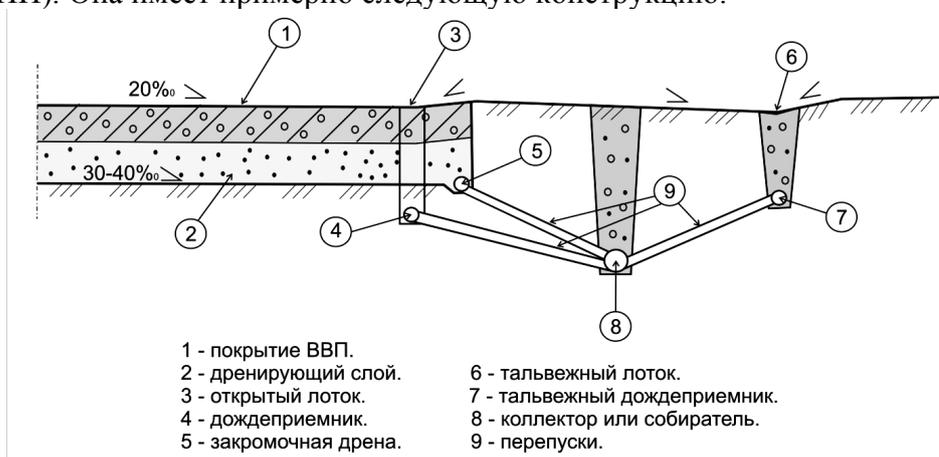


Рис. 10. Схема водосточно-дренажной системы ВВП

Открытые дождеприемники устраивают из бетонных или ж/б элементов, прямоугольного или круглого сечения, которые выполняют через 20 – 50м вдоль ВПП.

Закромочные дрены укладывают с обеих сторон ВПП по дну дренирующего слоя из ж/б или асбоцементных труб диаметром 10 – 20см.

Все сооружения подземного водоотвода должны быть ниже глубины промерзания грунта не менее 25 см.

Коллекторы и собиратели устраивают в следующей последовательности:

1. Разбивка и закрепление кольев через 10 – 15 м оси сооружения.
2. Рытье траншеи экскаватором с обратной лопатой.
3. Крепление стенок траншеи деревянными щитами.
4. Выравнивание дна по отметкам и его уплотнение виброплитами.
5. Устройство фундамента под трубу из бетона толщиной 10 – 15 см или из щебня толщиной 20 – 25см.
6. Строительство смотровых колодцев через 25 – 50м из ж/б звеньев диаметром не менее 1м.
7. Укладка ж/б труб и заделка швов.
8. Опресовка водой под давлением для проверки герметичности.
9. Засыпка сначала песком 20 – 60см, затем грунтом слоями по 10 – 15см с уплотнением.

Сброс воды в коллекторы и собиратели из осушителей выполняется по перепускам в смотровых колодцах.

Тема 2.3. Разбивочные работы. (4 часа)

- Вопросы:**
1. Состав разбивочных работ. (§ 5.3)
 2. Плановая разбивка земляного полотна. (§ 5.3)
 3. Высотная разбивка насыпей и выемок. (§ 5.3)

Вопрос 1. Состав разбивочных работ.

Перед началом строительства земляного полотна производят его разбивку, закрепляя на местности кольями через 10 – 15 м следующие элементы поперечного профиля:

- подошву насыпи;
- размеры резервов;
- размеры выемок.

Высотное закрепление земляного полотна можно выполнить перед началом или по мере его строительства.

Для выполнения разбивочных работ требуется следующая документация:

1. продольный профиль;
2. поперечные профили;
3. ведомость реперов;
4. график занимаемых земель.

Вопрос 2. Плановая разбивка земляного полотна.

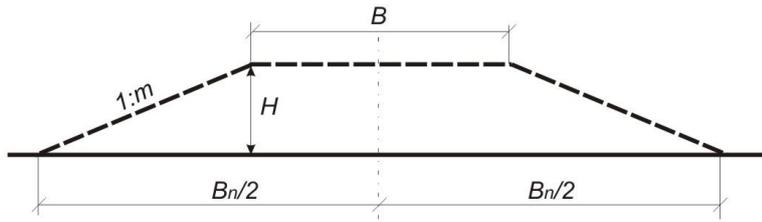
При плановой разбивке на местности закрепляют:

1. ширину подошвы насыпи;
2. ширину выемки по поверхности земли;
3. размеры резервов.

Расстояние от оси дороги до подошвы насыпи и верхней бровки выемки определяют по формулам (Рис. 11):

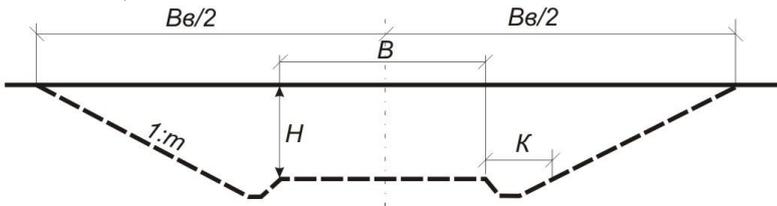
В равнинной местности:

а) насыпь:



$$B_n/2 = B/2 + m * h$$

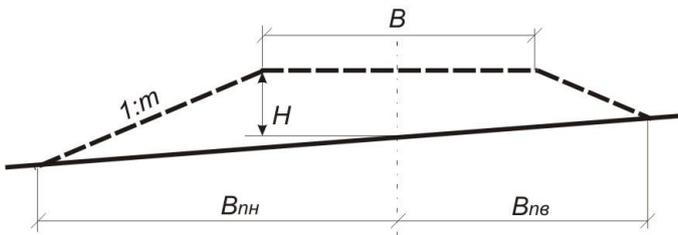
б) выемка:



$$B_в/2 = B/2 + m * h + K$$

При наличии косогора:

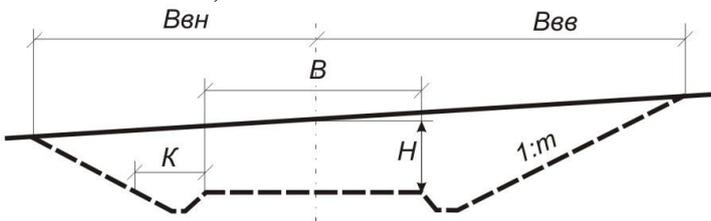
а) насыпь:



$$B_{нв} = \frac{n}{n+m} \left(\frac{B}{2} + m \times H \right)$$

$$B_{нн} = \frac{n}{n-m} \left(\frac{B}{2} + m \times H \right)$$

б) выемка:



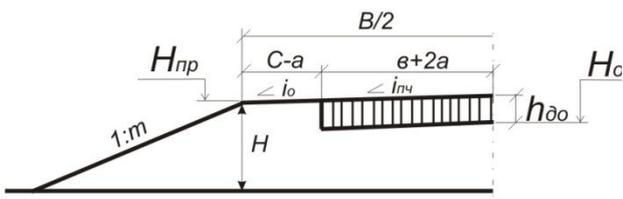
$$B_{вн} = \frac{n}{n+m} \left(\frac{B}{2} + m \times H + K \right)$$

$$B_{вв} = \frac{n}{n-m} \left(\frac{B}{2} + m \times H + K \right)$$

Рис. 11. Схемы разбивки земляного полотна.

Вопрос 3. **Высотная разбивка насыпей и выемок.**

Отсыпка земляного полотна выполняется, как правило, до низа дорожной одежды, а обочины отсыпаются позже при строительстве дорожной одежды. Поэтому необходимо знать отметку земляного полотна до низа дорожной одежды по оси.



$$H_o = H_{пр.} + (c - a) \times i_o + \left(\frac{b}{2} + a \right) \times i_{н.ч.} - h_{д.о.}$$

Рис. 12. Схема разбивки земляного полотна

Высотное закрепление насыпей большой высоты обычно выполняют высотными кольями, выставляемыми под нивелир по оси дороги.

Высотное закрепление невысоких насыпей можно выполнить вежами с крестовинами, которые выставляются за зоной производства работ, а контроль высотной отсыпки ведется с помощью ходовой визирки.

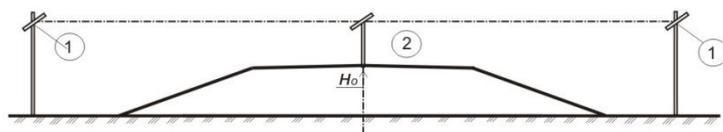


Рис. 13. Схема высотной разбивки невысокой насыпи.

1. вежи с крестовинами
2. ходовая визирка.

$$H_s = H_o + h_{xe}$$

Крутизна заложения откосов зависит от категории дороги и высоты насыпи:

Для дорог 1 – 3 категории $m = 4$, если $h \leq 3$ м,
 $m = 1,5$, если $3\text{ м} < h \leq 6$ м.

Для дорог 4 – 5 категории $m=3$, если $h \leq 2$ м,
 $m=1,5$, если $2\text{ м} < h \leq 6$ м.

При высоте насыпи более 6 м, верхняя часть высотой 6 м имеет заложение 1:1,5, а нижняя оставшаяся часть 1:1,75.

Заложение откосов выемок глубиной до 1 м – 1: (8-10), глубиной более 1 м – 1:1,5.

Тема 2.4 Разработка, перемещение и укладка грунтов в земляное полотно. (16 часов)

- Вопросы:**
1. Общие требования к сооружению земляного полотна. (§ 7.1 и § 7.4)
 2. Устройство земляного полотна бульдозерами. (§ 7.6)
 3. Устройство земляного полотна скреперами. (с.62-65)
 4. Устройство земляного полотна грейдер элеватором. (§ 7.7)
 5. Разработка выемок экскаватором. (§ 7.9)
 6. Устройство земляного полотна с применением гидромеханизации. (§ 7.10)
 7. Практическое занятие № 3.

Вопрос 1. Общие требования к сооружению земляного полотна.

Строительство земляного полотна складывается из следующих процессов:

1. Снятие растительного грунта.
2. Устройство сооружений для отвода поверхностных и грунтовых вод.
3. Подготовка основания насыпи (выравнивание и уплотнение).
4. Разработка грунта в выемках, карьерах или боковых резервах, послойная отсыпка насыпи, с разравниванием и уплотнением каждого слоя.
5. Планировка поверхности и откосов земляного полотна и их укрепление.
6. Рекультивация карьеров и боковых резервов.

Отсыпку насыпи независимо от применяемых машин выполняют горизонтальными слоями толщиной 0,2 – 0,6 м, начиная с пониженных мест, с уплотнением каждого слоя.

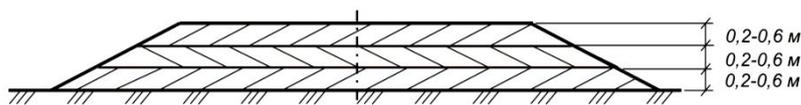


Рис. 14. Схема послойной отсыпки насыпи

При пересечении болот и глубоких узких оврагов допускается отсыпка насыпей способом «с головы» (см. рис. 15), когда нижняя часть насыпи отсыпается наклонными слоями из несвязного грунта, а верхняя (1 – 2 м) - горизонтальными слоями с уплотнением.

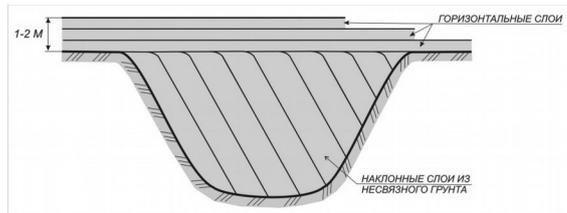


Рис. 15. Схема отсыпки насыпи способом «с головы».

Разработку выемок бульдозерами, скреперами, грейдер-элеваторами выполняют сразу на всю ширину ярусами высотой 0,3 – 0,8 м.

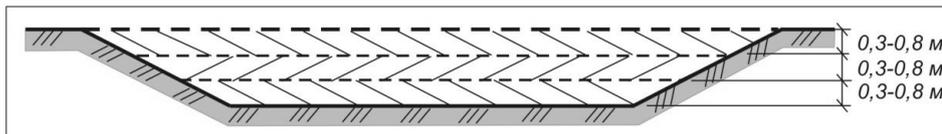


Рис. 16. Схема разработки мелких выемок ярусами.

Разработку выемок глубиной более 3 м выполняют, как правило, экскаваторами двумя способами:

- 1) Лобовым забоем, когда экскаватор разрабатывает выемку сразу на всю ширину и глубину.
- 2) Продольными проходками, когда экскаватор разрабатывает глубокую выемку за несколько продольных проходок по ширине и глубине выемки.

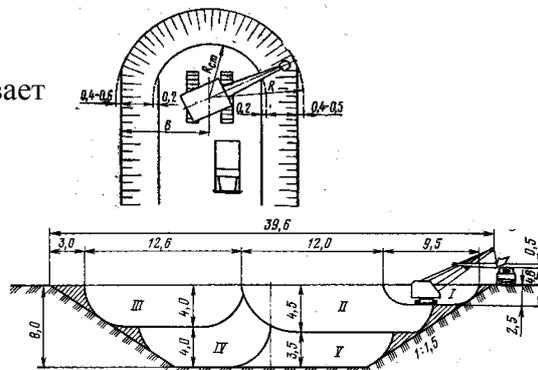


Рис. 17. Схемы разработки выемок экскаватором

Грунты по трудности разработки классифицируют на 4 группы:

- 1 группа - Слабые и легко разрабатываемые грунты;
- 2 группа - Плотные и несвязные грунты, разработка которых затруднена;
- 3 группа - Плотные трудно разрабатываемые грунты с включением каменных материалов;
- 4 группа - Скальные грунты.

Грунты второй и особенно третьей группы перед разработкой рекомендуется рыхлить (навесными или прицепными рыхлителями), а скальные грунты четвертой группы рыхлят взрыванием. Глинистые грунты рыхлят непосредственно перед их разработкой.

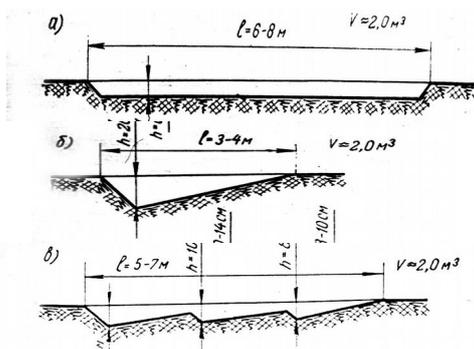
Вопрос 2. Устройство земляного полотна бульдозерами.

В дорожном строительстве бульдозер применяют для разработки грунта в выемках и боковых резервах с перемещением его до 80 м для отсыпки насыпей до 1,5 – 3 м, а также для разравнивания грунта, для планировочных и отделочных работ, для снятия растительного грунта и рекультивации.

Рабочий цикл бульдозера состоит из следующих процессов:

- 1) зарезание грунта;
- 2) перемещение грунта;
- 3) укладка грунта;
- 4) обратный холостой ход.

Зарезание грунта бульдозером можно выполнить по трем схемам:



- 1) прямоугольная – применяется в мягких и частично разрыхленных грунтах;
- 2) клиновья - (то же);
- 3) гребенчатая - применяется в тяжелых грунтах.

Рис. 18. Схемы зарезания грунта.

Разработку грунта в резерве выполняют, как правило, послойно - траншейным способом, начиная от подошвы насыпи.

Между траншеями оставляют стенки толщиной 0,8 – 1 м, которые позже после разработки траншей перемещают в насыпь.



Рис. 19. Послойно-траншейная разработка грунта бульдозерами.

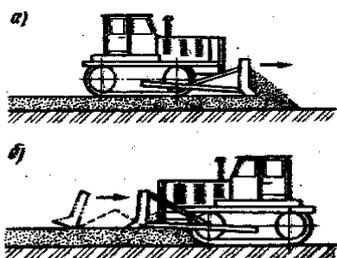
Стенки траншеи препятствуют потере грунта при его перемещении. Глубину траншеи назначают такой, чтобы получить в насыпи слой требуемой толщины или на полную глубину резерва.

Потери грунта при его перемещении в насыпь можно уменьшить при совместном его перемещении несколькими бульдозерами.



Рис. 20.
Совместное перемещение грунта одновременно несколькими бульдозерами.

Укладку грунта в насыпь производят слоем требуемой толщины двумя способами:



- 1) « от себя », т.е. от подошвы насыпи к оси дороги;
- 2) « на себя », т.е. от оси дороги к подошве насыпи.

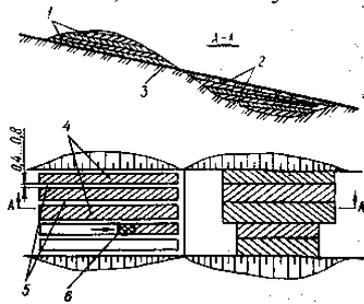
Рис. 21. Способы укладки грунта в насыпи.



При использовании универсальных бульдозеров работу организуют круговыми проходами вдоль отсыпаемой насыпи участками длиной не менее 300 м. При этом за 1 – 3 прохода производится зарезание грунта в резерве, затем несколькими круговыми проходами происходит перемещение его в насыпь.

Рис. 22. Схема работы универсального бульдозера.

Разработку выемок бульдозером выполняют наклонными ярусами траншейным способом, начиная с участков ближе расположенных к смежной насыпи.



- 1 - наклонные ярусы;
- 2 - горизонтальные слои;
- 3 - дно выемки;
- 4 - траншеи;
- 5 - стенки между траншеями;
- 6 - перемещение грунта бульдозером по траншее.

Рис. 23. Схема разработки выемки с перемещением грунта в смежную насыпь.

При перемещении грунта в отвалы выемку разрабатывают траншейным способом поперечными проходами от оси.

Последовательность процессов по устройству насыпи из боковых резервов бульдозером:

- 1) разбивочные работы;
- 2) снятие растительного грунта (бульдозер);
- 3) уплотнение основания насыпи (каток);
- 4) разработка грунта в резерве и перемещение его в первый слой насыпи (бульдозер);

5) разравнивание первого слоя насыпи (бульдозер);

6) уплотнение первого слоя (каток);

Процессы 4 – 6 повторяются для каждого слоя насыпи

7) планировка верха земляного полотна и резервов (автогрейдер);

8) рекультивация (бульдозер).

Вопрос 3. Устройство земляного полотна скреперами.

В дорожном строительстве применяют прицепные и самоходные скреперы с ковшем вместимостью до 15 – 20 м³ при дальности перемещения грунта прицепными скреперами до 600 м и самоходными до 3 км.

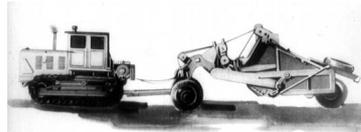


Рис. 24. Скреперы:

а) прицепной;

б) самоходный.

Скреперами можно разрабатывать выемки и грунтовые резервы и отсыпать насыпи любой высоты, а так же досыпать до проектной отметки насыпи, отсыпаемые другими механизмами. Рабочий цикл скрепера и схемы зарезания грунта такие же, как у бульдозера (см. вопрос №2).

Чтобы обеспечить полный набор ковша скрепера при зарезании грунта используют **толкачи** (бульдозеры).



Рис. 25 Зарезание грунта с использованием толкача.

Толкач обслуживает звено из 6 – 8 скреперов.

Работу толкача можно организовать по следующим схемам:

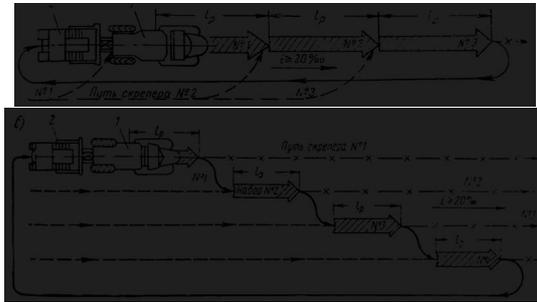
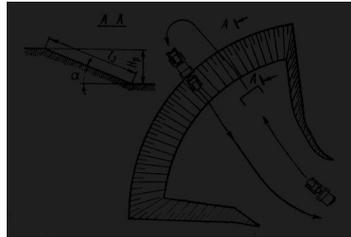


Рис. 26. Схемы работы толкача.

При работе одиночных скреперов набор грунта можно выполнять по шахматной схеме, которая обеспечивает более полный набор ковша.

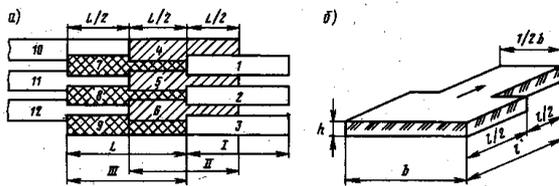


Рис. 27. Шахматная схема набора грунта.

Следующие ряды зарезаний скрепер выполняет в промежутках между предыдущим рядом зарезаний. При этом набор ковша сначала происходит на полную его ширину, а затем на оставшуюся между смежными проходами скрепера. Для этого ему требуется меньше тягового усилия.

Движение скрепера при перемещении грунта из боковых резервов в насыпь по съездам выполняют по следующим схемам:



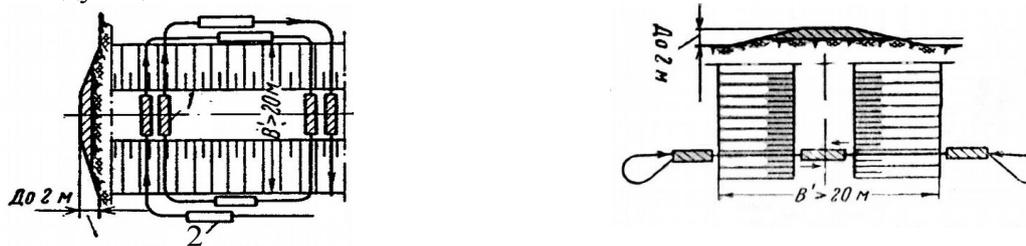
1. по эллипсу;

2. по восьмерке;

3. зигзагом

Рис. 28. Схемы движения скрепера

При пологих откосах 1:3 – 1:4 въезд скрепера на насыпь может выполняться по откосам по следующим схемам:



1. по спирали

2. поперечно-челночной.

Рис. 29. Схемы движения скрепера при движении по откосу.



При крутых откосах въезд скрепера на насыпь и съезд с нее выполняют по съездам, которые наращивают по мере отсыпки насыпи, а после окончания работ их бульдозером заталкивают на насыпь. Съезды устраивают через 50 – 200 м.

Рис. 30. Въезд скрепера на насыпь по съезду.

Выемки скреперами разрабатываются наклонными ярусами в сторону смежной насыпи. Движение скрепера выполняют круговыми проходами (рис. 7.9 разобрать).

Технологический процесс устройства насыпи такой же как и у бульдозера (см. вопрос 2), однако разработку грунта (процесс №4) выполняют скрепером.

Вопрос 4. Устройство земляного полотна грейдер-элеваторами.

Грейдер-элеватор применяют для отсыпки насыпи высотой до 1,5 – 3 м из грунта боковых резервов, а так же для разработки выемок и грунтовых карьеров с погрузкой грунта в транспортные средства.

Грейдер-элеваторы применяют в связных грунтах естественной влажности и в равнинной местности.



Рис. 31. Схема работы грейдер-элеватора

Грейдер-элеватор работает круговыми проходами вдоль отсыпаемой насыпи, одновременно выполняя зарезание грунта (дисковым плугом), перемещение его в насыпь и укладку ленточным конвейером.

Работу грейдер элеватором выполняют, как правило, на двух смежных захватках длиной не менее 300 м. При этом на первой происходит отсыпка насыпи, а на второй – разравнивание и уплотнение отсыпаемого слоя. Затем их меняют местами.

Между смежными участками оставляется разрыв длиной около 20 м для переезда грейдер- элеватора из одного резерва в другой.

Схема разработки грунта в резерве и укладки его в насыпь грейдер элеватором.

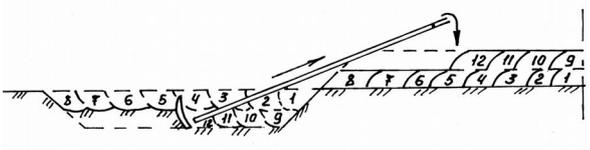


Рис. 32. Схема работы грейдер-элеватора

1. Дисковый плуг.
2. Ленточный конвейер.

Разработка грунта в резерве производится послойно, начиная от внутренней бровки. Укладку грунта выполняют от оси к бровкам.

В состав грейдер элеваторного отряда включают скреперы или бульдозеры, которые выполняют следующие работы:

- 1) засыпают разрывы в насыпи;
- 2) досыпают насыпь до проектной отметки;
- 3) засыпают среднюю часть широкой насыпью или перемещают грунт в среднюю часть насыпи.

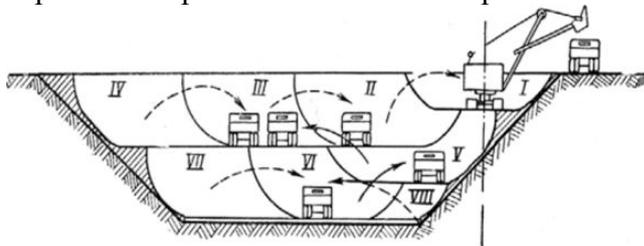
Технологический процесс устройства насыпи такой же, как и у бульдозера (см. вопрос 2), однако разработку грунта (процесс №4) выполняют грейдер-элеватором. Кроме того, добавляются работы по засыпке резервов, досыпки насыпи и т.д.

Вопрос 5. Разработка выемок экскаватором.

В дорожном строительстве применяют экскаваторы с обратной, реже прямой с лопатой с ковшем вместимостью 0,3 – 5 м³.

Разработку неглубоких выемок выполняют лобовым способом сразу на всю ширину и глубину выемки. Транспортные средства подъезжает к экскаватору сзади по дну выемки. При этом угол поворота стрелы от 90° до 180° (рис. 7.10).

Разработку глубоких выемок начинают с устройства «пионерной траншеи» скрепером или бульдозером, которая предназначена для движения транспортных средств при разработке первого забоя экскаватором.



Транспортные средства располагаются рядом с экскаватором в разных уровнях. Угол поворота стрелы экскаватора около 90°. При разработке последующих траншей транспортные средства располагается в одном уровне с экскаватором в предыдущей траншее.

Для обеспечения бесперебойной работы экскаватора требуемое количество автомобилей самосвалов определяется по формуле:

$$n = \frac{P_{\text{экск}}}{P_{\text{сам}}}$$

Вопрос 6. Устройство земляного полотна с применением гидромеханизации.

Средствами гидромеханизации можно намывать насыпи подходов к мостам, регуляционные сооружения, островки (под опоры мостов) и т.д.

Гидромеханизацию можно применять при наличии следующих условий:

1. местные водоемы;
2. несвязные грунты;
3. линия электропередачи;
4. при объеме работ более 100000 м³.

Гидромеханизированные работы складываются из следующих основных видов работ:

- а) размыв грунта;
- б) транспортирование пульпы (смесь воды и грунта);
- в) намыв насыпи.

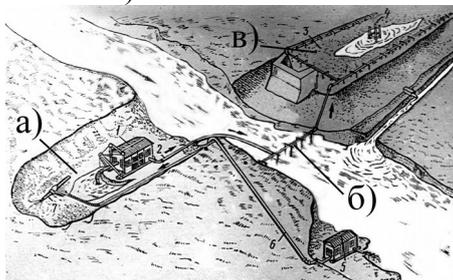


Рис. 33. Схема выполнения гидромеханизированных земляных работ.

1. насосная станция для пульпы;
2. пульпопровод;
3. карта намыва;
4. водосбросный колодец (в центре карты намыва);
5. насосная станция для воды;
6. водопровод;
7. гидромонитор.

Размыв сухого грунта выполняют гидромониторами встречным или попутным забоем (рис. 7.12 учебника). Размытый грунт собирается в приямок (зумпф).

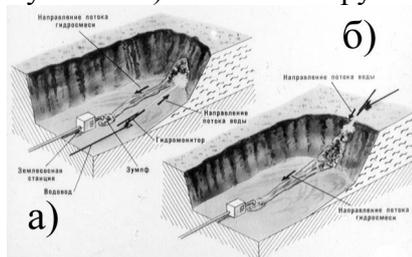


Рис. 34. Схемы размыва грунта.

- а) встречным забоем;
- б) попутным забоем.

Разработка грунта под водой выполняется с помощью земснарядов или землесосных установок. Разрыхленный грунт засасывается насосными установками и подается в пульпопровод.

Пульпа из зумпфа насосными установками подается к намываемой насыпи по пульпопроводам (металлическим трубам диаметром 40 см, длиной 4 – 6 м). Пульпопровод различают:

- 1) магистральный – от зумпфа до намываемой насыпи;
- 2) распределительный – по периметру намываемой насыпи.

Его периодически собирают по мере намыва яруса и разбирают после его намыва.

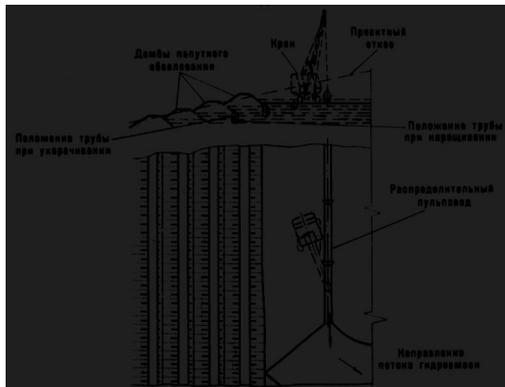


Рис. 35. Устройство валов обвалования.

Намыв насыпи выполняют участками длиной по 150 – 300 м, которые называются картами намыва.

В середине карты намыва устраивается водосборный колодец и лоток для отвода воды (см. рис. 24).

Перед намывом каждого яруса по периметру карты намыва бульдозером устраивают валы обвалования высотой 1 – 1,5 м (рис. 34).

Намыв насыпи выполняют поочередно на двух картах. На первой – устройство валов обвалования. На второй – монтаж распределительного пульпопровода и намыв яруса (от краев к середине), и демонтаж с пульпопровода. Затем работы меняют местами.

Насыпь намывают с запасом на осадку 0,2 – 0,5 м и шире требуемой на 0,2 – 0,4 м в каждую сторону. Излишки грунта удаляют при выполнении планировочных работ.

Вопрос 7. Практическое занятие № 3. (См. рабочую тетрадь по практическим работам.)

Тема 2.5. Уплотнение грунтов. (6 часов)

- Вопросы:**
1. Необходимость уплотнения грунтов. (§ 10.1)
 2. Производство работ по уплотнению грунтов. (§ 10.2-10.3)
 3. Контроль уплотнения грунтов. (§ 10.4)

Вопрос 1. **Необходимость уплотнения грунтов.**

Уплотнение грунтов земляного полотна выполняют, чтобы исключить возможность его осадку под действием автотранспорта и природных факторов. Такую плотность в России определяют на приборе стандартного уплотнения при оптимальной влажности и называют максимальной (оптимальной) влажностью.

Оптимальной называют такую влажность, при которой достигается наибольшее уплотнение при минимальных затратах на уплотнение.

Степень уплотнения грунтов земляного полотна оценивают коэффициентом оптимального уплотнения, который представляет собой отношение фактической плотности грунта в насыпи к оптимальной, полученной при стандартном уплотнении.

$$K_1 = \frac{\rho_{\text{факт}}}{\rho_{\text{опт}}}$$

где: $\rho_{\text{факт}}$ - фактическая плотность грунта в насыпи;
 $\rho_{\text{опт}}$ - оптимальная плотность, полученная при стандартном уплотнении.

Значение коэффициента оптимального уплотнения определено СНиП 2. 05. 02. – 85, таблица 22 и зависит от:

1. типа покрытия;
2. дорожно - климатической зоны;
3. расположения слоя по высоте насыпи;
4. условий подтопления.

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА УПЛОТНЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ПО СНиП2.05.02-85

Элементы земляного полотна	Глубина расположения слоя от поверхности покрытия, м	Наименьший коэффициент уплотнения грунта при типе покрытия					
		Капитальные			Облегченные и переходные		
		Дорожно-климатическая зона					
		I	II,III	IV,V	I	II,III	IV,V
Рабочий слой	до 1,5	0,98-0,96	1,0-0,98	0,98-0,95	0,95-0,93	0,98-0,95	0,95
Неподтаплив. часть насыпи	Св. 1,5 до 6 Св. 6	0,98-0,96	1,0-0,98	0,98-0,95	0,95-0,93	0,98-0,95	0,95
		0,95	0,98	0,95	0,93	0,95	0,90
Подтапливаем. часть насыпи	Св. 1,5 до 6 Св. 6	0,96-0,95	0,98-0,95	0,95	0,95-0,93	0,95	0,95
		0,96	0,98	0,98	0,95	0,95	0,95
В рабочем слое выемки ниже зоны сезонного промерзания	До 1,2 До 0,8	-	0,95	-	-	0,95-0,92	-
		-	-	0,95-0,92	-	-	0,90

Например, для условий Рязанской области при капитальном типе покрытия, значение коэффициента оптимального уплотнения будет:



Рис. 36. Требуемая плотность уплотнения грунтов земляного полотна в Рязанской области.

Для определения объемов земляных работ необходимо профильный объем увеличивать на величину коэффициента относительного уплотнения (K_1), который представляет собой отношение плотности грунта в насыпи к естественной плотности грунта.

где:

$$K_1 = \frac{\rho_{нас}}{\rho_{ест}}$$

где: $\rho_{нас}$ - плотность грунта в насыпи;

$\rho_{ест}$ – естественная плотность грунта.

Значение K_1 определено СНиП 2.05.02 – 85, приложение № 2, таблица 14. Значение коэффициента для глинистых грунтов >1 , для скальных <1 .

Вопрос № 2. Производство работ по уплотнению грунтов.

Уплотнение земляного полотна можно выполнить уплотняющими средствами четырех типов. (Рис. 37):

1. Катки статического действия



– катки пневматические, решетчатые, кулачковые. Можно уплотнять связные, несвязные и комковатые грунты слоями 0,2 – 0,6 м. Катки на пневмомашине более универсальные и поэтому более распространены. Решетчатые и кулачковые катки могут применяться при укатке связных и комковатых грунтов.

2. Катки вибрационного действия



- катки и плиты, для уплотнения несвязных и малосвязных грунтов толщиной до 0,6 м.

3. Катки комбинированные



- пневмокотки с вибрационным вальцом, для уплотнения несвязных и малосвязных грунтов и слоев дорожной одежды толщиной до 0,4 – 0,6 м.

4. Катки и машины ударного действия



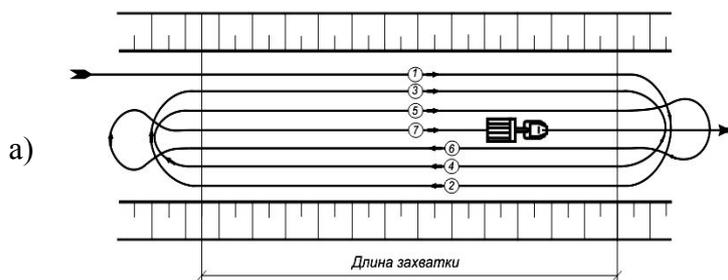
- прицепные катки с квадратными вальцами и трамбующие плиты на экскаваторах или тракторах (применяются в стесненных условиях и в зимнее время при уплотнении слоями до 1 – 2 м).

Рис. 37. Типы уплотняющих машин.

Перед началом уплотнения необходимо произвести увлажнение грунта из поливочной машины, если его влажность ниже оптимальной, или просушить, если его влажность выше оптимальной.

Уплотнение грунта катками можно выполнять двумя способами:

1. Круговыми проходами по ширине уплотняемого слоя. (Рис. 38 а).
2. Челночными проходами. (Рис. 38 б).



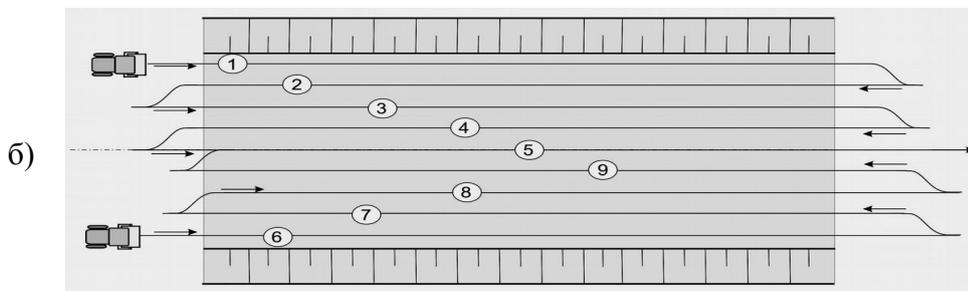


Рис. 38. Последовательность уплотнения грунта:
а) круговыми проходами б) челночными проходами

Первые проходы каток выполняет вдоль бровок слоя, затем постепенно смещается к оси, перекрывая предыдущий проход на 1/3 ширины укатываемой полосы.

Укатку начинают со скоростью не более 2 км/ч, а после обжатия грунта со скоростью 5 – 10 км/ч.

При высоте насыпи до 1,5 м первые проходы каток выполняет вдоль бровок слоя, затем - постепенно смещаясь к оси, перекрывая предыдущий проход на 1/3 укатываемой полосы. После этого проходы можно продолжать от оси к бровкам.

При высоте насыпи более 1,5 м первые проходы начинают, отступив от бровок около 2 м, затем смещаются сначала к бровкам, а затем к оси, перекрывая предыдущие проходы на 1/3 укатываемой полосы.

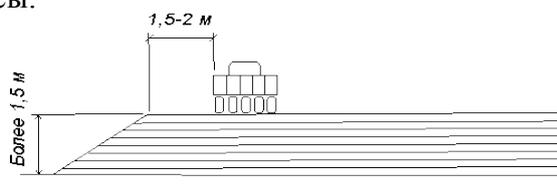


Рис. 39. Последовательность уплотнения при высоте насыпи более 1,5 м.

Следует обеспечить одинаковое количество проходов катка по одному следу по ширине слоя.

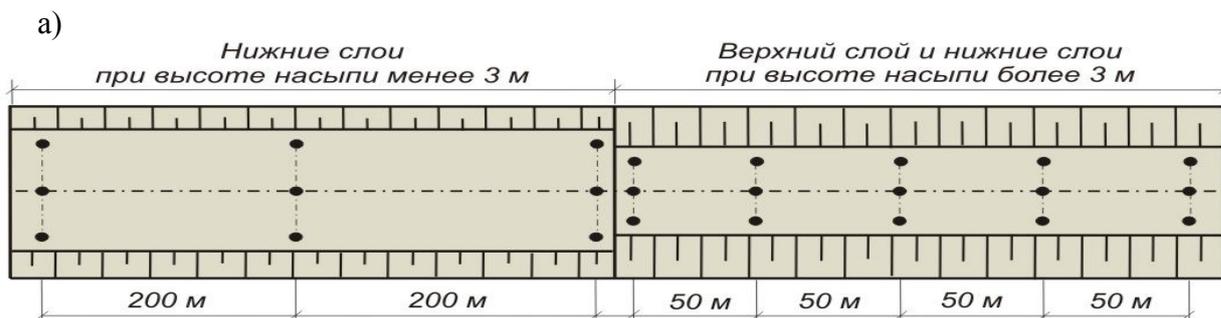
Укатку зимой выполняют, как правило, на участках ограниченной длины, чтобы закончить уплотнение до замерзания грунта. Уплотнение можно выполнять катками, но лучше трамбованием. Количество мерзлых комьев размером до 15 – 30 см должно быть не более 20% при укатке и 30% при трамбовании.

Уплотнение грунта в стесненных условиях (сопряжение моста с насыпью, конуса береговых опор, засыпку труб) выполняют виброплитами или трамбованием.

Уплотнение откосов высоких насыпей выполняют вибрационным катком, который навешивают на экскаватор драглайн вместо ковша. Укатку выполняют снизу вверх по откосу.

Вопрос №3. Контроль уплотнения грунтов.

Для контроля уплотнения грунта лаборатория отбирает пробы из каждого уплотняемого слоя и основания насыпи. Пробы отбирают на каждой сменной захватке: из верхнего слоя – через 50 м, а из нижних слоев: при $H \leq 3$ м – через 200 м, при $H > 3$ м – через 50 м.



На каждом поперечнике пробы отбирают по оси дороги и в 1,5 – 2 м от бровок – 3 штуки, а при ширине слоя более 20 м дополнительно в промежутках между ними – 5 штук.

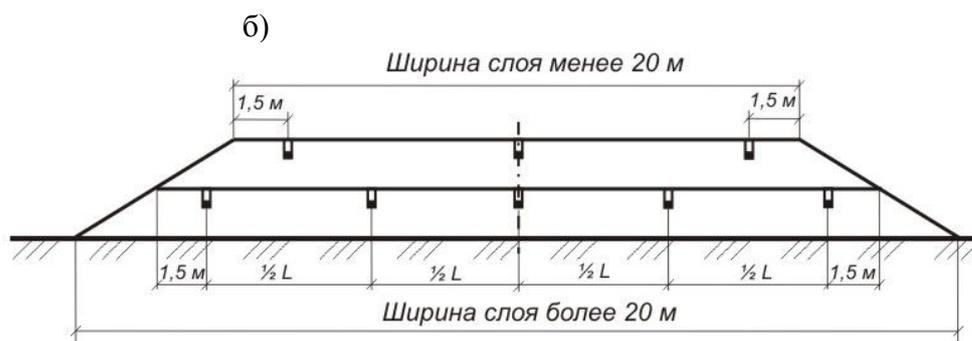


Рис. 40. Схемы отбора проб для контроля уплотнения.
а) вдоль насыпи; б) поперёк насыпи.

Контроль плотности следует производить на глубине равной $\frac{1}{3}$ толщины уплотняемого слоя, но не менее 8 см.

Отобранные пробы испытывают и определяют фактическую плотность, затем определяют коэффициент оптимального уплотнения и сравнивают его с требуемым.

Разрешается уменьшение значения $K_{о.у.}$ на 0,04, но не более чем у 10% от числа отобранных проб.

Результаты испытаний заносятся в журнал контроля уплотнения земляного полотна.



В настоящее время стали широко использовать приборы динамического нагружения, основанные на оценке величины сопротивления грунта вдавливанию прибора в грунт. Они позволяют очень быстро и достаточно точно определить коэффициент оптимального уплотнения.

Рис. 41. Ручной пенетromетр РП-1 динамического нагружения

На производстве используют методику пробного уплотнения, которая позволяет определить минимально требуемое количество проходов катка для получения требуемого коэффициента оптимального уплотнения при определенной толщине слоя, влажности грунта и виде грунта.

Современные катки оснащаются системой автоматического контроля уплотнения.

Тема 2.6.

Отделочные и укрепительные работы. (10 часов)

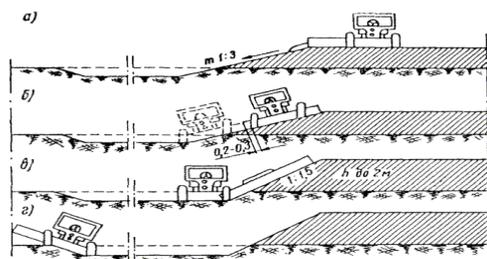
- Вопросы:**
1. Планировка земляного полотна. (§ 11.1)
 2. Укрепление откосов земляного полотна. (§ 11.2)
 3. Практическое занятие № 4.

Вопрос №1. Планировка земляного полотна.

Планировочные работы выполняют сразу после устройства земляного полотна, чтобы привести его в соответствии с рабочим проектом, обеспечить водоотвод и придать ему эстетический вид.

Как правило, отсыпку насыпей производят с небольшим запасом по высоте и ширине, а разработку выемок - с недобором, чтобы при выполнении планировочных работ срезать излишки грунта.

Планировку насыпи выполняют в следующей последовательности:



- а) верх земляного полотна;
- б) откосы насыпи сверху вниз;
- в) откосы резерва сверху вниз.
- г) дно резерва, разравнивая срезанный грунт и придавая продольный уклон

Рис. 42. Последовательность планировки насыпи.

Планировку выемки выполняют в следующей последовательности:

1. откосы;
2. дно выемки от оси. Излишки грунта удаляют одновременно с нарезкой или с устройством кювета.

Перед началом планировки откосов через 10 – 15 м закрепляют кольями бровку земляного полотна, отмеряя расстояние до бровки земляного полотна от оси дороги или от кромки проезжей части.

Планировку верха земляного полотна и его профилирование (придание ровности и поперечного уклона) выполняет обычно автогрейдер. Планировку откосов невысоких насыпей с заложением откоса 1:3, 1:4 можно выполнять автогрейдерами или прицепными грейдерами продольными проходами вдоль насыпи.

Планировку крутых откосов можно выполнять:

1. бульдозерами (поперек насыпи при рабочем ходе сверху вниз),
2. бульдозерами и автогрейдерами с откосниками (продольными проходами),
3. планировщиками с телескопической стрелой, экскаваторами драглайн и другими машинами.



Рис. 43. Планировка откосов земляного полотна.
 1) бульдозером; 2) автогрейдером; 3) откосником на бульдозере; 4) экскаватором драглайн; 5) экскаватором с планировочным ковшом; 6) планировочным ковшом с телескопической стрелой; 7) экскаваторами с обратной лопатой

Крутизну откосов проверяют шаблоном с уровнем.



Рекультивацию выполняют растительным грунтом, который перемещают из боковых отвалов и укладывают слоем толщиной:

1. на обочины и откосы насыпи 10-15 см (для засева травами);
2. на дно и откосы резервов, откосы выемок не менее 30 см (для использования в сельском хозяйстве).

Перемещение растительного грунта обычно выполняют:



При невысоких насыпях обычно выполняют бульдозерами;



При высоких насыпях растительный грунт завозят автотранспортными средствами и распределяют по откосу планировщиками.

Рис. 44. Перемещение растительного грунта на откосы и обочины.

Вопрос № 2. Укрепление откосов земляного полотна.

Чтобы предотвратить размыв и выдувание грунта в земляном полотне обочины и откосы укрепляют:

- 1) засевом трав (не подтапливаемые насыпи);
- 2) ж/б решетками, ячейки которых заполняют растительным грунтом или щебнем (подтапливаемые насыпи);
- 3) геотекстильными материалами (дорнит и т.д., которые укладывается поперечными полотнищами) и покрываются растительным грунтом;
- 4) георешетками, ячейки которых заполняют растительным грунтом, щебнем или бетоном;
- 5) бетонными плитами размером 1х1 м, которые укладывают на основании из песка или песчано-гравийной смеси, а швы омоноличивают раствором или герметиком.
- 6) одерновкой из заготовленных пластов дерна, укладывая на слой растительного грунта.

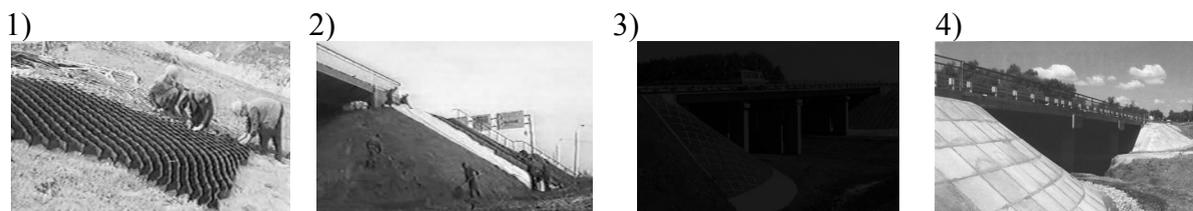


Рис. 45. Укрепление откосов земляного полотна:

1) георешетками; 2) геотекстилем; 3) ж/б или георешетками; 4) бетонными плитами

Наиболее распространено укрепление гидропосевом трав, когда по откосу гидросеялкой (ДЭ – 16) разбрызгивается смесь, состоящая из:

1. битумной эмульсии;
2. семян различных видов трав;
3. удобрений;
4. опилок или рубленой соломы.

Кроме этого добавляют: гидравлическую мульчу и противозерозионные комплексы, добавки для быстрого и уверенного роста, натуральные и полимерные закрепители, синтетические волокна и др. материалы

Битум из смеси выступает на поверхность и создает защитную пленку, которая закрепляет смесь от смывания дождем и создает парниковый эффект, способствующий прорастанию семян.

Укрепление откосов ж/б решетками и георешётками обычно применяют при высоких не подтапливаемых насыпях. Крепят их к откосам металлическими костылями. Ячейки их заполняют растительным грунтом, щебнем или бетоном.

Укрепление железобетонными плитами выполняют на основании из песка, ПГС или щебня, а швы омоноличивают раствором или герметиком.

Монтаж плит выполняют стреловым краном горизонтальными рядами снизу вверх. Осадку плит выполняют виброплитами или трамбованием, затем уже омоноличивают швы.

Вопрос 3. Практическое занятие № 6.
(См. рабочую тетрадь по практическим работам.)

Тема 2.7.

Производство земляных работ в особых условиях. (10 часов)

- Вопросы:**
1. Классификация болот и типы насыпи на них. (§ 8.1)
 2. Устройство насыпей на болотах с полным или частичным выторфовыванием. (§ 8.2 – 8.3)
 3. Устройство насыпей на болотах с использованием вертикальных дрен, дренажных прорезей и армирующих прослоек из геотекстиля. (§ 8.7)
 4. Устройство насыпей на болотах, на плаву. (§ 8.6)
 5. Устройство земляного полотна в зимний период. (§ 9.1)
 6. Разработка крупнообломочных и скальных грунтов и устройство из них насыпей.

Вопрос № 1. Классификация болот и типы насыпи на них.

Болотные грунты согласно СНИП 2.05.02 – 85 классифицируют на:

- 1 тип – сплошные торфяные, состоящие из торфа плотной консистенции, который способен выдержать насыпи высотой до 3 м без бокового выдавливания.
- 2 тип – сапропелевые, состоящие из торфа плотной консистенции, который имеет прослойки из органического ила. Возможно выдавливание торфа из под насыпи высотой до 3 м.
- 3 тип – сплавинные, состоящие из жидкого торфа с плавающей торфяной коркой (сплавиной). Под насыпями до 3 м происходит обязательное выдавливание болотных грунтов.

В зависимости от типа болота и его глубины, капитальности покрытия и экономической целесообразностью возможны различные способы устройства насыпи на болотах:

1. На поверхности болота с использованием болотных грунтов 1 и 2 типа в качестве естественного основания. Для ускорения уплотнения торфа под насыпью в толще торфа устраивают вертикальные, дренажные прорезы или укладывают (армируют) геотекстильные материалы (рис 45, 2 и 3).
2. С полным или частичным выторфовыванием на болотах 1 и 2 типа (рис 45, 1 и 4).
3. На плаву, на поверхности болот 3 типа при покрытиях с низшими и переходными типами.
4. С опускаем до минерального дна (вместе со сплавинной или предварительно ее удалив) на болотах 3 типа (рис 45, 6).

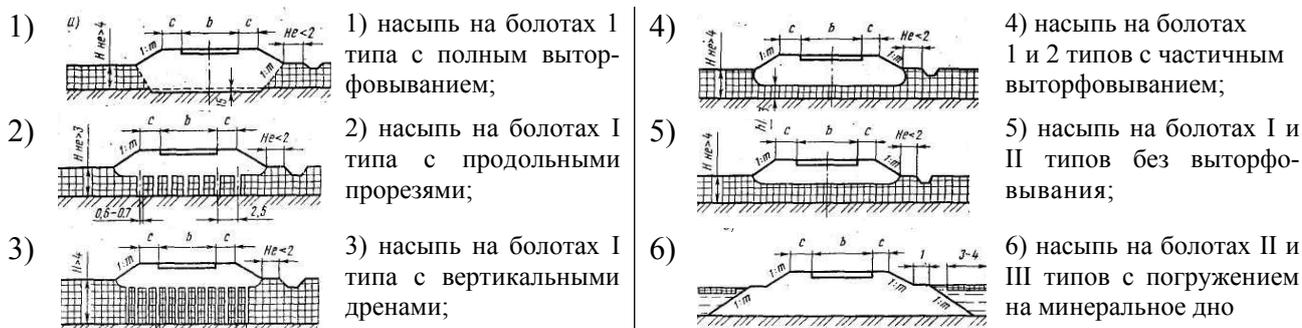


Рис. 46. Конструкции поперечных профилей земляного полотна на болотах.

Вопрос № 2. Устройство насыпей на болотах с полным или с частичным выторфовыванием.

Выторфовывание выполняют на полную глубину болота при капитальных покрытиях до 4 м и при облегченных до 2 м. При большей глубине выполняют частичное выторфовывание.

Выторфовывание можно выполнять механическим или взрывным способами.

При механическом способе выторфовывание осушенных болот можно производить бульдозерами, перемещая разработанный торф в обе стороны от оси и укладывая его в валик, а обводненных болот – экскаваторами драглайн.

Выторфовывание экскаваторами драглайн можно выполнять двумя способами:

1. «на себя», когда рытье траншей выполняется экскаватором, стоящим на поверхности болота;

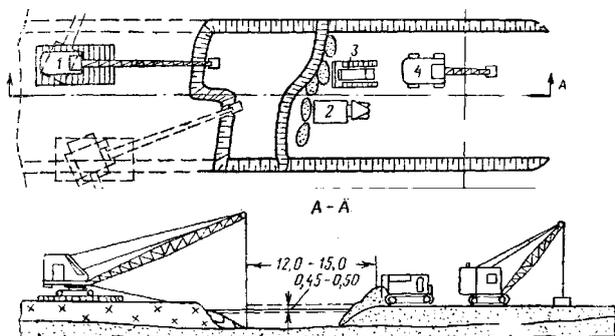


Рис. 47. Схема выторфовывания способом «от себя».

1 – экскаватор-драглайн;
2 – автосамосвал; 3 – бульдозер;
4 – экскаватор с трамбующей плитой.

2. «от себя», экскаватором, стоящим на голове отсыпаемой насыпи (поперечные траншеи перед насыпью). Применяются, когда невозможно движение экскаватора по поверхности болота.

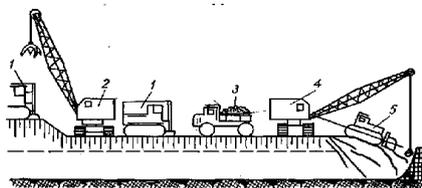


Рис. 48. Схема выторфовывания способом «на себя».

1 – машина для трамбования грунта;
3 – автосамосвал;
4 – экскаватор-драглайн;
5 – бульдозер.

Засыпку полученных траншей требуется выполнить в ту же смену несвязным грунтом, так чтобы насыпь возвышалась над поверхностью болота не менее 0,5 м. Досыпку насыпи до полного объема можно выполнять из связных грунтов.

Для выдавливания торфа, оставшегося под насыпью, выполняют обкатку тяжелыми катками или устраивают пригрузку (досыпают верхнюю часть насыпи выше проектной отметки на 1 – 3 м, а затем, после осадки насыпи, ее удаляют).

Взрывным способом выторфовывание можно производить различными методами:

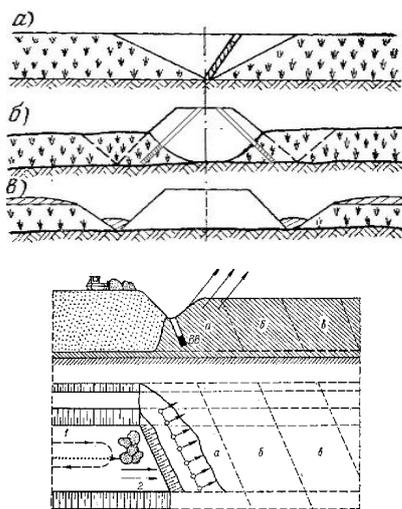


Рис. 49. Схемы выторфовывания взрывным способом продольными и поперечными траншеями.

1. Закладываем заряды в толщу торфа и взрываем их продольными траншеями, которые после взрывания тут же заполняются грунтом с поверхности болота.
 а) закладка зарядов ВВ и взрывание средней траншеи;
 б) засыпка полученной траншеи и закладка зарядов ВВ для крайних траншей;
 в) взрывание и засыпка крайних траншей.
2. Закладываем заряды в толщу торфа с головы отсыпаемой насыпи, и взрываем торф поперечными траншеями, которые заполняются с головы отсыпаемой насыпи.
 а, б, в, - последовательность устройства траншей;
 1 – подвозка грунта для засыпки траншей;
 2 – засыпка траншей бульдозером.

3. Закладываем заряды в толще торфа под насыпью, отсыпанной на поверхности болота. При взрывании зарядов, торф отжимается в стороны, а грунт насыпи заполняет образовавшиеся траншеи.

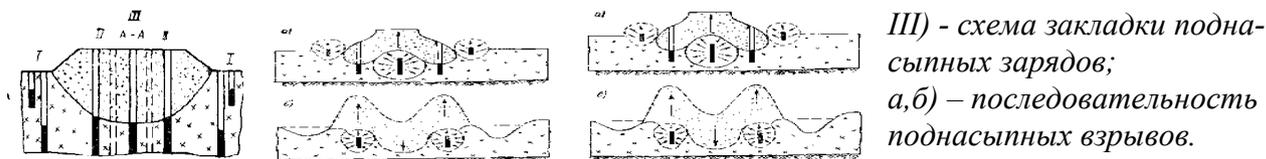


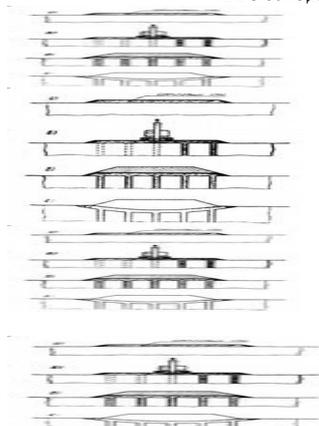
Рис. 50. Схемы выторфовывания взрывным способом поднасыпными взрывами.

Вопрос №3. Устройство насыпей на болотах с использованием вертикальных дрен, дренажных прорезей и армирующих прослоек из геотекстиля.

Более экономичный способ устройства насыпи на болотах – отсыпка их на поверхности болота. Для обеспечения консолидации торфа под насыпью за несколько месяцев устраивают вертикальные дрены, дренажные прорези и армирующие прослойки из геотекстиля.

Вертикальные дрены – столбы из песка или рулонов геотекстиля под насыпью диаметром 30 – 60 см, которые располагают по прямоугольной или шахматной сетке на расстоянии 1,5 – 4 м друг от друга. Их применяют на болотах 1 и 2 типа при глубине более 3 – 4 м.

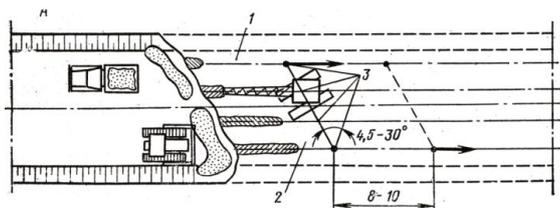
Последовательность работ по устройству вертикальных дрен:



1. устройство дренирующего слоя 0,3 – 1,5м из песка;
2. устройство вертикальных дрен с поверхностью дренирующего слоя с помощью лидер-обсадной трубы на экскаваторе;
3. досыпка насыпи до полного объема с пригрузкой;
4. формирование, т.е. уплотнение торфа под весом насыпи и пригрузки или обкатка тяжелыми катками (4 – 6 месяцев);
5. отделка насыпи после консолидации, и ее окончательная укатка.

Рис. 51. Устройство вертикальных дрен.

Дренажные прорезы – продольные траншеи в слое торфа под насыпью, заполненные песком. Их устраивают на болотах 1 и 2 типов при глубине до 4 м.

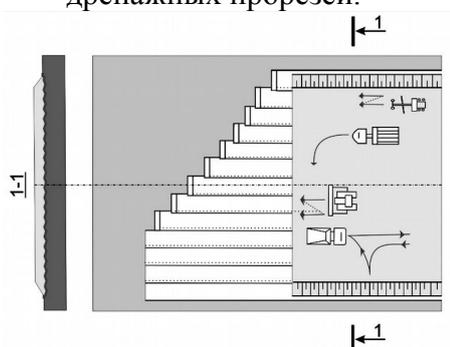


Траншею устраивают экскаватором - драглайном, который движется по поверхности болота способом «на себя». Затем производится отсыпка дренирующего слоя и одновременно заполняются траншеи песком. Далее – смотри вертикальные дрены п. 3 – 5.

Рис. 52. Устройство дренажных прорезей.

Армирование геотекстилем (ДОРНИТ, ГЕОТЕКС и т.п). Геотекстиль можно применять:

1. укладывая на поверхности болота под насыпью (раскатывая продольными или поперечными полотнищами);
2. укладывая рулонами в пробуренные отверстия в качестве вертикальных дрен;
3. укладывая вертикальными полотнищами в вырытые в слое торфа траншеи в качестве дренажных прорезей.



Геотекстиль должен выходить за пределы земляного полотна на 0,5 м. Засыпку геотекстиля обычно выполняют автовозкой способом «от себя» слоем требуемой толщины.

Рис. 53. Устройство насыпей с армирующей прослойкой из геотекстиля на поверхности болота.

Для повышения жёсткости армирующей прослойки по слою геотекстиля раскладывают георешётку и заполняют ячейки песком, щебнем или несвязным грунтом.



Раскладка и закрепление георешеток



Засыпка георешеток и уплотнение

Рис. 54. Устройство армирующего слоя георешётками.

Вопрос № 4. Устройство насыпей на болотах на плаву.

При переходе через болота в лесной местности на дорогах 4 и 5 категории при экономической целесообразности допускается располагать земляное полотно на порубочных лесных остатках, настилах из бревен и т.д. Основой такой конструкции является настил, распределяющий давление от подвижного состава на достаточно большую поверхность, в результате чего давление не вызывает большого сжатия и осадки болотных грунтов. Деревянные настилы можно применять при слабых болотных грунтах при небольших нагрузках.

При наличии в районе проложения дороги больших лесных массивов применяют настилы из лесных материалов (хворостяные, жердевые, бревенчатые), которые покрывают слоем дренирующего грунта.

На болотах 3 типа

Рис. 55. Устройство насыпей на поверхности болота с использованием настилов.

Современные конструкции предполагают использование геосинтетических решеток типа Прудон 494, с засыпкой их грунтом или песком (см. вопрос №4). Такая конструкция хорошо распределяет нагрузки от автотранспорта на большую площадь основания.

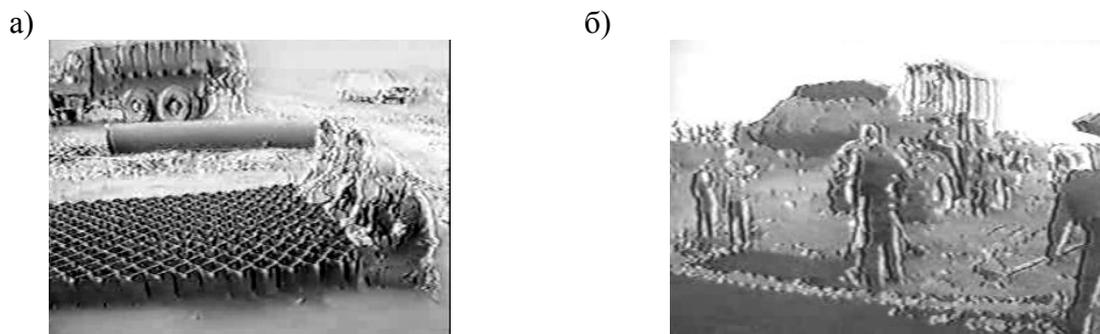


Рис. 56. Устройство насыпей на поверхности болота с использованием георешеток.
а) раскладка и закрепление георешеток; б) засыпка георешеток грунтом.

Вопрос № 5. Устройство земляного полотна в зимний период.

В зимний период можно производить разработку сухих несвязных и скальных грунтов обычным способом и связных грунтов, которые готовят для разработки с осени. Из этих грунтов зимой можно отсыпать насыпи, с учетом некоторых особенностей.

Для разработки связных грунтов в зимний период с осени выполняют подготовительные работы, уменьшающие их промерзание:

1. выполнение водоотвода;
2. вспашка и рыхление;
3. утепление шлаком, соломой, опилками или слоем полимерной пены. В Сибири и на севере с наступлением морозов можно наносить полимерную пену слоем толщиной 20 – 40 см;
4. снегозадержание с использованием щитов, лапника, веток.

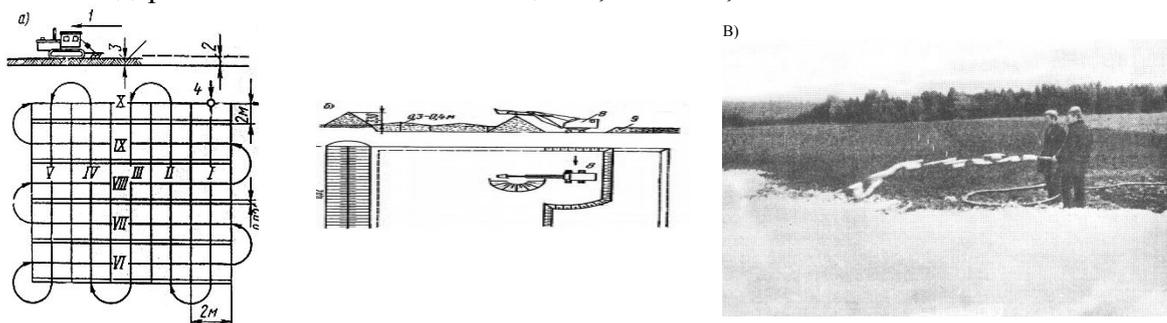


Рис. 57. Утепление грунта:

а) вспашкой на глубину до 30-40 см; б) перелопачивание экскаватором на глубину до 1,5 м; в) нанесение полимерной пены на поверхность грунта.

Зимой перед началом разработки грунта сначала удаляют утепляющий материал, а затем рыхлят и удаляют промерзший слой.

Рыхление мерзлого грунта выполняют:

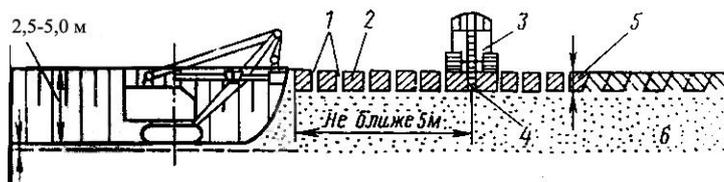
- 1) механизированным способом (падающие клинья, грузы);
- 2) взрывным способом (пробуривая в промерзшем слое шпур).



Рис. 58. Рыхление мерзлого грунта:

- а) грузы на экскаваторе (ракеты, клин-бабы и др.);
 б) трехклинным мерзлорыхлителем.

Разрыхленный грунт бульдозером удаляют в стороны и начинают разработку находящегося ниже талого грунта. Разработку выполняют круглосуточно, а при перерывах в работе забой утепляют.



- 1) прорезанные траншеи в мерзлом грунте;
 2) блоки мерзлого грунта;
 3) бар машина на тракторе для резания мерзлого грунта (4);
 б) талый грунт.

Рис. 59. Разработка промерзшего и талого грунта.

Работу выполняют обычно экскаваторами с ковшом вместимостью не менее 0,5 м³, реже скреперами. Кузов самосвала и ковш скрепера периодически смачивают соевым раствором, чтобы к нему не примерзал талый грунт.



Талый грунт укладывают в земляное полотно узким фронтом и тут же уплотняют. Количество мерзлых комьев размером до 15 – 30 см должно быть не более 20% при укатке, и 30% при трамбовании.

Перед строительством дорожной одежды такое земляное полотно должно полностью оттаять и дать естественную осадку.

Вопрос №6. Разработка крупнообломочных и скальных грунтов и устройство из них насыпей.

Крупнообломочные грунты, полученные в результате взрывания скальной породы, разрабатывают, как правило, экскаваторами с прямой лопатой. Взрывание скальной породы и ее разработка подробно изучаются в дисциплине «Производственные предприятия». Устройство насыпи из них выполняют так же, как из глинистых грунтов.

Для уплотнения грунтов используют пневмокатки, решетчатые катки, катки вибрационного действия или комбинированные. Для уменьшения трения между частицами при уплотнении производят поливку водой. Размер камня не должен превышать 2/3 толщины слоя.

Тема 2.8.

Подготовка поверхности земляного полотна и строительство дополнительных слоев основания. (8 часов)

- Вопросы:**
1. Подготовка поверхности земляного полотна. (§ 14.2)
 2. Устройство дополнительных слоев основания. (§ 14.3)
 3. Практическое занятие № 5.

Вопрос № 1. Подготовка поверхности земляного полотна.

Конструктивный поперечный профиль дорожной одежды в зависимости от типа покрытия и дорожно-климатической зоны может быть:

1. Бескорытный – когда дренирующий слой устраивается на всю ширину земляного полотна.

2. Корытный – когда дорожная одежда устраивается на ширину проезжей части и краевых полос.

3. Серповидный – когда покрытие переходного типа устраивается на всю ширину земляного полотна.

Наиболее распространенной в условиях средней полосы России и Сибири является бескорытный профиль.

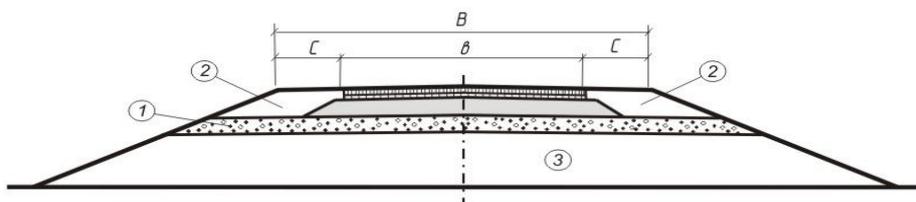


Рис. 60. Конструкция бескорытного поперечного профиля.

1 – дренирующий слой; 2 – насыпная обочина;

3 – земляное полотно до низа дорожной одежды.

Отрядом по строительству земляного полотна производится его отсыпка до низа дорожной одежды.

Верху земляного полотна придается поперечный уклон 30 – 40 % для отвода воды.

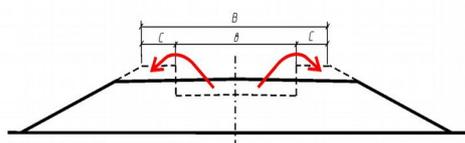
Поскольку по земляному полотну будет идти движение построечного транспорта, и будет происходить его разрушение, то перед строительством дорожной одежды производится его профилирование и дополнительная укатка.

Насыпные обочины могут устраиваться:

1. до строительства дорожной одежды;
2. по мере ее строительства;
3. после ее строительства.

Насыпные обочины можно отсыпать из боковых резервов без нарушения подстилающего слоя грейдер - элеватором или скрепером, но чаще выполняют из привозного грунта автовозкой. Грунт обочин разравнивается послойно и уплотняется.

При корытном профиле земляное полотно так же отсыпается до низа дорожной одежды, и обочины устраиваются так же как при бескорытном профиле.



Если дорожная одежда устраивается через значительный промежуток времени, то земляное полотно можно отсыпать в полном объеме, а полуприсыпные обочины устраивают перед строительством дорожной одежды.

При этом нарезку корыта выполняют автогрейдером, перемещая грунт на обочины. Дно корыта и обочины профилируют и уплотняют.

При серповидном профиле верх земляного полотна профилируется с уклоном 40 – 50 % и уплотняется.

Вопрос №2. Устройство дополнительных слоев оснований.

Дополнительные слои основания выполняют в качестве подстилающего, дренирующего или изолирующего слоя, используя местные, дешевые каменные

материалы: песок, песчано-гравийную смесь, древесу, ракушечник, шлак, а в южных районах – грунты, укрепленные вяжущими.

В условиях средней полосы России чаще используют крупнозернистый и среднезернистый песок, и, как исключение, мелкозернистый песок с коэффициентом фильтрации не менее требуемого (не менее 2,5 м/сутки).

Последовательность процессов по строительству подстилающего слоя из песка:

1. Вывозка песка автосамосвалами, и его выгрузка в кучи по оси или в несколько рядов по ширине земляного полотна.

Расстояние между кучами разгрузки песка определяется по формуле:

$$l = \frac{V \times n}{b \times h \times k}$$

где V – объем материала в кузове, m^3 ;

n – число рядов куч по ширине слоя;

b и h – ширина и толщина слоя в метрах;

k_1 – коэффициент уплотнения: для песка $k_1=1.05 - 1.1$,
для гравия и щебня $k_1=1.23 - 1.3$,
для шлака $k_1=1.3 - 1.6$.

2. Разравнивание песка из куч и его профилирование автогрейдером. Ровность проверяют трехметровой рейкой, замеряя просветы под ней, а поперечные уклоны рейкой или шаблоном с уровнем.
3. Поливка песка водой поливочной машиной ПМ – 130.
4. Уплотнение пневмо-, вибро- или комбинированными катком. Укатка начинается вдоль кромок слоя круговыми или челночными проходами, постепенно смещаясь к оси, с перекрытием предыдущих проходов, а затем наоборот. Перекрытие предыдущего прохода должно быть не менее 20 – 30 см. Укатку начинают при скорости 2 – 3 км/ч, а после обжатия песка скорость 5 – 10 км/ч.



Песок не технологичен, т.е. по песчаному слою нельзя пропускать движение построеного транспорта, поэтому вышележащие слои укладывают способом «от себя».

Рис. 61. Укладка щебёночного основания способом «от себя»

Целесообразнее подстилающий слой устраивать из других материалов (щебень, гравий и т.п.). Технология их строительства такая же, как из песка.

По окончании работ производится приемка верха земляного полотна (корыта), а затем подстилающего слоя, которая оформляется **актом на скрытые работы**. При приемке комиссия проверяет соответствие выполненных работ по проекту. При этом согласно ВСН 19 – 89 допускаются следующие отклонения:

- высотные отметки по оси ± 50 мм (± 10 мм);
- ширина слоя (корыта) ± 10 см;
- поперечные уклоны $\pm 10\%$ ($\pm 5\%$);
- ровность (просветы под трехметровой рейкой) – 10 мм для песка;
- толщина слоя 10% (5%) от h .

Цифры в скобках относятся, если используются машины с автоматикой.

Вопрос 3. Практическая работа № 5.

(См. рабочую тетрадь по практическим работам.)

Тема 2.9.

Строительство оснований и покрытий из укрепленных грунтов. (8 часов)

- Вопросы:**
1. Область применения укрепленных грунтов. (§ 16.1)
 2. Технология строительства цементогрунтовых слоев на дороге с использованием дорожной фрезы. (с. 136-137)
 3. Технология строительства цементогрунтовых слоев на дороге с использованием грунтосмесительных машин ДС-178 и ДС-160.
 4. Технология строительства цементогрунтовых оснований и покрытий из готовых смесей, приготовленных смесителем ДС – 50. (с. 137)
 5. Особенности укрепления грунтов органическими вяжущими. (§ 16.3)
 6. Контроль качества работ. (§ 16.5)

Вопрос №1. **Область применения укрепленных грунтов.**

Грунты, укрепленные вяжущими материалами можно применять в конструкции дорожной одежды в качестве подстилающих слоев, оснований и покрытий, т.к. они обладают высокой прочностью и долговечностью. Толщина слоя от 12 до 25 см.

Грунты.

Наиболее пригодны для укрепления крупнообломочные и несвязные грунты даже слабых пород; хорошими грунтами для укрепления являются супесчаные и суглинистые грунты, близкие к оптимальному составу, глинистые грунты с числом пластичности до 17, а при большем числе пластичности их улучшают их гранулометрическими добавками из песка.

Грунты перед их перемешиванием с вяжущим должны быть измельчены так, чтобы комьев крупнее 5 мм было не более 25%, а крупнее 10 мм не более 10%.

Вяжущие

Минеральные: цемент, известь, золы уноса, гранулированные шлаки.

Органические: - битум СГ и МГ – 15/25, 25/40, 40/70;

- дегти – Д1, Д2, Д3;

- битумные эмульсии, отходы химической промышленности;

Стабилизаторы глинистых грунтов:

- Роундбонд.
- RRR – 235 – Special и др.
- СГГ (по ТУ 5744-001-58330067-2010)
- «Статус», «Статус-2», «Дорзин»
- Модификатор ДорЦем ДС-1.
- Стабилизатор грунта «АНТ» и др.

Стабилизаторы глинистых грунтов позволяют укреплять переувлажнённые болотные и глинистые грунты.

Расход вяжущего 4 – 30% от массы грунта. Расход вяжущего тем больше, чем больше в грунте глинистых и пылеватых частиц, а так же чем меньше активность вяжущего.

Машины для перемешивания:

Машины сначала измельчают грунт, а затем перемешивают его с вяжущим и водой.

Обработку грунта вяжущим можно выполнить на дороге следующими машинами:

1. дорожными фрезами ДС – 74, ST 200, Attila-2300, RSP-АТТ-230 и др;
2. грунтосмесительными машинами типа ДС – 178 и ее аналогами;
3. комплектом ДС – 160;
4. бетоноукладочным комплектом ДС – 110.

Перемешивание грунта с вяжущим можно выполнить на ЦБЗ или карьерным смесителем ДС – 50, получая готовую смесь. Качество смеси при этом значительно лучше, чем при перемешивании на дороге.

Вопрос №2. **Технология строительства цементогрунтовых слоев на дороге с использованием дорожной фрезы.**

Дорожная фреза обрабатывает полосу шириной 2,2 м и 2,4 м, поэтому по ширине покрытия требуется 3 – 4 прохода фрезы. Фреза сначала за несколько проходов по одному следу выполняет измельчение грунта, а затем за несколько проходов перемешивание его с вяжущим и водой.



Рис. 62. Дорожные фрезы ДС – 74 и ST 200;

Последовательность процессов по устройству цементогрунтовых оснований:

1. Вывозка грунта автотранспортом или скреперами, его разравнивание и профилирование автогрейдером.
2. Рыхление грунта и его измельчение дорожной фрезой за 2 – 4 прохода по 1 следу.
3. Вывозка цемента и его введение в грунт цементораспределителем ДС – 9 или ДС – 72.
4. Перемешивание грунта с цементом фрезой за 2 – 3 прохода по 1 следу.
5. Вывозка воды и ее розлив по основанию (ПМ – 130).
6. Перемешивание смеси до готовности за 2 – 4 прохода фрезы по 1 следу.
7. Профилирование готовой смеси автогрейдером под шаблон.
8. Уплотнение пневмокатками.
9. Розлив пленкообразующего материала (битумная эмульсия, лак помароль) автогудронатором.
10. Формирование (набор прочности) в течение 5 – 15 суток. Движение закрыто.

Вопрос №3. Технология строительства цементогрунтовых слоев на дороге с использованием грунтосмесительной машины.

Грунтосмесительная машина позволяет за 1-2 прохода по одному следу произвести измельчение грунта, перемешивание его с вяжущим и водой, а также выполнить предварительное уплотнение готовой смеси. В нашей стране выпускается грунтосмесительная машина ДС-178, а также используются их зарубежные аналоги.



ая машина ДС – 178 имеет емкость и дозатор для воды, ремешивания грунта и вибробрус для предварительного на автоматической системой определяющей курс и высоту 3,5 м, глубина до 24 см.

в по строительству основания:

1. Вывозка грунта и его профилирование.
2. Разбивочные работы. Установка копирных струн на обочине.
3. Рыхление и измельчение грунта за 1 проход машины.
4. Вывозка цемента и его распределение цементораспределителем ДС – 72.
5. Вывозка воды и ее перекачка в бункер машины.
6. Перемешивание грунта с цементом и водой и предварительное уплотнение основания вибробрусом за второй проход машины.
7. Укатка основания.
8. Розлив пленкообразующего материала автогудронатором.
9. Формирование в течение 5- 15 суток.

Введение цемента в грунт и его перемешивание с грунтом можно выполнить стабилизатором грунта.

Рис. 64.



Вопрос №4. **Технология строительства цементогрунтовых оснований и покрытий из готовых смесей, приготовленных смесительной установкой ДС – 50.**

Смесительную установку ДС – 50 устанавливают в карьерах песка или у притрассовых складов песка так, чтобы дальность транспортирования готовой смеси не превышала 10 км.

Последовательность процессов:

1. Транспортирование цемента и воды к смесителю.
2. Приготовление смеси и ее выгрузка в самосвалы.
3. Вывозка смеси на дорогу и ее выгрузка.
4. Разравнивание и профилирование смеси грейдером или распределение распределителем (асфальтоукладчиком).
- 5 – 7. Смотри процессы 7 – 9 для машины ДС – 178.



Смесительная установка ДС-50



Распределение смеси распределителем



Уплотнение основания виброкатком.

Рис. 65. Строительство цементогрунтового основания из готовой смеси.

Вопрос №5. **Особенности укрепления грунтов органическими вяжущими.**

При укреплении грунтов органическими вяжущими работы выполняют теми же машинами, которые использовались при укреплении минеральными вяжущими. Технология работ аналогична укреплению грунтов минеральными вяжущими, однако имеется ряд особенностей:

1. При перемешивании фрезой или автогрейдером вяжущие разливают в 2 или 3 приема и перемешиваются после каждого розлива. Смесь считается готовой, когда имеет равномерный темно-коричневый цвет без сгустков вяжущего и комьев грунта. Для перемешивания требуется 60-80 круговых проходов автогрейдера или 15-20 проходов дорожной фрезы.
2. При перемешивании грунтосмесительными машинами вяжущие вводятся через распределительную систему воды, и перемешивается за 1 проход.
3. Формирование слоя происходит под движением транспорта в течение 3 – 4 месяцев.

Первые 3 – 4 недели выполняются следующие мероприятия:

- ограничивается скорость (не более 30 км/ч);
- движение регулируется по ширине слоя (ставят барьеры);

- производится периодическое профилирование основания автогрейдером.

Вопрос №6. **Контроль качества работ.**

Необходимо проверять плотность и влажность верхней части земляного полотна, зерновой состав крупнообломочных и песчаных грунтов. У глинистых грунтов определяют число пластичности. Проверяют засоление грунтов легко растворимыми солями.

При перемешивании контролируют точность дозирования вяжущих и равномерность распределения их по грунту.

Проверяют ровность поверхности и поперечный профиль в процессе уплотнения, и после уплотнения, а также соблюдение режима ухода за укрепленным грунтом.

Контролируют прочность при сжатии образцов из приготовленных смесей. Определяют влажность обрабатываемых грунтов и готовой смеси перед ее уплотнением.

Температуру и вязкость битумов и дегтей измеряют и контролируют в каждом битумовозе. В битумной эмульсии проверяют содержание битума и ее однородность.

Степень уплотнения определяют в 3 точках по ширине слоя: по оси и на расстоянии 0,5 м от кромок слоя. Определяют физико-механические свойства кёрнов, взятых из уплотненного слоя через каждые 500 м.

Отклонения показателей прочности, испытанных в лаборатории образцов, должно быть не более допустимых.

Тема 2.10.

Строительство щебеночных и гравийных оснований и покрытий.

(8 часов)

- Вопросы:**
1. Строительство щебеночных оснований и способом заклинки. (§ 15.1)
 2. Строительство оснований и покрытий из песчано-гравийных и щебеночных смесей. (§15.2)
 3. Строительство щебеночных оснований обработанных на не полную глубину пескоцементной смесью.
 4. Особенности работ при отрицательных температурах воздуха. (§ 15.5)
 5. Контроль качества работ § 15.6
 6. Практическая работа № 6.

Вопрос №1 **Строительство щебеночных оснований и способом заклинки.**

Щебеночные покрытия и основания устраивают толщиной 12-30 см, причем при толщине более 18 см – в два слоя: $h_{\text{ниж}} = 0,6 h$, $h_{\text{верх}} = 0,4 h$.

Строительство щебеночных оснований и покрытий выполняют из фракционированного (сортового) щебня:

покрытие	основание	$\left\{ \begin{array}{l} 5 - 10 \text{ мм} \\ 10 - 20 \text{ мм} \\ 40 - 70 \text{ мм} \end{array} \right.$	$\left. \begin{array}{l} \text{заклинка} \\ - \text{основной слой} \end{array} \right\}$		

Распределение щебня по толщине слоя:

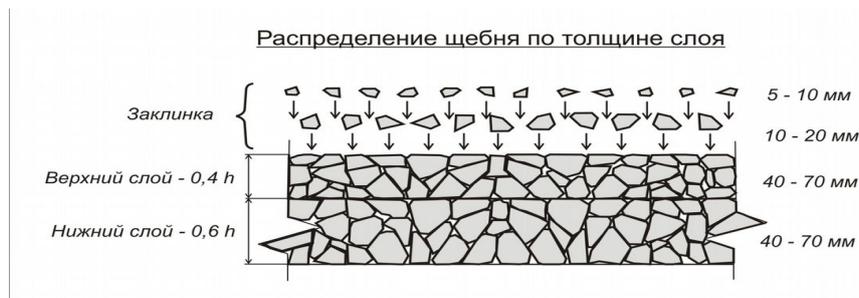


Рис. 66. Схема распределения щебня по толщине слоя.

Последовательность процессов по строительству двухслойного щебеночного основания:

1. Разбивочные работы. Выставление кольев через 10-15 м по кромкам слоя.
2. Вывозка щебня 40-70 мм для нижнего слоя и его выгрузка в кучи или в бункер щебнеукладчика.
3. Разравнивание щебня из куч автогрейдером и его профилирование под шаблон. Гораздо быстрее и более качественно производится его укладка щебнеукладчиками типа ДС-116, R600С и др.
4. Самоходные укладчики щебня оснащены приемным бункером, распределительным и уплотняющим устройствами, что обеспечивает первоначальное уплотнение щебня вибробрусом.



Вывозка щебня способом «от себя»



Разравнивание щебня из куч.



Укладка щебня щебнеукладчиком R600С.

Рис. 67. Строительство щебеночного основания

Основание под асфальтобетонное покрытие устраивается шире покрытия по 0,3 м с каждой стороны (рис. 65).

0,3 м

Рис. 68. Схема уширения щебёночного основания под асфальтобетонное покрытие.

5. Укатка легким моторным катком или виброкатком без вибратора (1 период) за 5-15 проходов по одному следу. Первые проходы выполняют вдоль кромок слоя, постепенно смещаясь к оси, перекрывая предыдущий проход на 10-20 см. Первые проходы каток выполняет со скоростью 2-5 км в час, последующие 5-10 км в час. После обжатия щебня, когда щебенки займут устойчивое положение, контролируют ровность (просвет под трехметровой рейкой) и поперечные уклоны. Укатку легким катком (1 период) заканчивают когда:
 1. щебенки займут устойчивое положение в слое;
 2. отсутствует волна перед катком;
 3. отсутствует след после прохода легкого катка (5-6 т).
5. Розлив воды по основному (нижнему) слою (30% от общего объема).
6. Укатка тяжелым катком более 10 т или виброкатком с включённым вибратором (2 период) в той же последовательности, как и легким. Укатку заканчивают (смотри легкий каток), а так же если щебенка диаметром до 40 мм, брошенная под валец раздавливается.
- 7– 11. Устройство верхнего слоя – процессы 2-6 повторяются.

12. Вывозка щебня 10-20 мм для заклинки и его выгрузка в кучи или в бункер щебнераспределителя.

13. Разравнивание щебня 10-20 мм из куч автогрейдером и разметание дорожной щеткой слоем в одну щебенку или распределение навесными или самоходными щебнераспределителями типа ДС-49, Т-224, ШР-450, ШР-360.



Рис. 69. Распределение расклинивающей фракции с использованием щебнераспределителя.

14. Розлив воды.

15. Укатка тяжелым катком за 5-10 проходов по одному следу.

При строительстве щебеночного покрытия дополнительно производится вывозка, распределение и уплотнение с поливкой водой щебня 5-10 мм (процессы 12-15 повторяются).

При строительстве однослойных покрытий и оснований исключаются процессы 2-6. Щебеночное покрытие формируют под движением транспорта в течение 3-4 недель при этом:

1. ограничивают скорость (25-30 км в час);
2. регулируют движение по ширине;
3. наматают дорожными щетками назад на покрытие вырванный из него колесами щебень;
4. периодически поливают водой.

Вопрос №2. Строительство оснований и покрытий из песчано-гравийных и щебеночных смесей

Щебеночные смеси (рядовой щебень фракции 5-70 мм или 5-120 мм) можно применять в качестве оснований под переходные покрытия и нижних слоев оснований под облегченные и капитальные покрытия.

Песчано-гравийные смеси оптимального состава применяют в качестве переходных покрытий и нижних слоев оснований 4 и 5 дорожно-климатических зонах. Такие слои устраиваются по принципу наибольшей плотности, когда, крупные щебенки создают каркас, а мелкие заполняют поры между ними.

Последовательность процессов аналогична строительству нижнего слоя щебеночного основания – см. процессы 1-6.

Покрытие формируют под движением 3-4 недели (см. выше)

Вопрос №3. Строительство щебеночных оснований обработанных не на полную глубину пескоцементной смесью.

В современных конструкциях используют щебеночные (гравийные) материалы даже слабых пород, обработанных пескоцементной смесью, которая приготавливается в смесителях типа ДС-50. Она может быть сухой и увлажняется водой на месте строительства или влажной.

Пескоцементную смесь распределяют слоем требуемой толщины по основному материалу автогрейдером. Обработку пескоцементной смесью можно выполнить двумя способами:

1. Вдавливание пневмо-, вибро- или кулачковыми катками в основной слой.
2. Перемешивание с материалом основного слоя на требуемую толщину дорожной фрезой или автогрейдером. Сухую пескоцементную смесь при выполнении работ увлажняют (ПМ-130).

Поверхность готового слоя профилируют автогрейдером, окончательно уплотняют, сверху разливают пленкообразующий материал и выдерживают 5-10 суток.

Вопрос №4 Особенности работ при отрицательных температурах воздуха.

Для производства работ в зимний период необходимо подготовить с осени нижележащие слои на всем участке:

- перед началом работ нижележащий слой очищают от снега и льда (снегоочистители, бульдозер, автогрейдер), а окончательную очистку выполняют дорожными щетками.
- укатку легкими катками выполняют, так же как и в теплое время, а при укатке тяжелыми катками производят поливку раствором хлористых солей.

Заклинку и окончательное уплотнение выполняют в теплое время.

Вопрос №5 Контроль качества работ.

Контроль качества выполняют в три этапа:

1. При входном этапе контролируют качество материалов (крупность, зерновой состав, наличие глинистых и пылеватых частиц, количество лещадок).
2. При операционном контроле на месте производства работ контролируют ширину и толщину слоя, ровность и поперечные уклоны, требуемую степень уплотнения.
3. При приемочном этапе проверяют:

а) высотные отметки по оси	± 50 (10) мм
б) ширину слоя	± 10 см
в) поперечные уклоны	± 10 (5) ‰
г) просвет под 3-х метровой рейкой	– 10 (5) мм
а для дорог 4 и 5 категории	– 15 мм
д) толщина слоя	± 15 (10) мм

Рис. 70. Контроль ровности и поперечного уклона щебёночного основания

**Контроль
ровности и
поперечного
уклона
выполняют с
помощью 3х
метровой рейки**

Вопрос 6. Практическая работа № 6.
(См. рабочую тетрадь по практическим работам.)

Тема 2. 11.

Строительство оснований и покрытий из каменных материалов, обработанных неорганическими вяжущими. (1 час)

Современные конструкции дорожных одежд предусматривают слои слоев дорожной одежды из местных каменных материалов слабых пород (щебень, гравий, ракушечник, доменный шлак), укрепленных минеральными вяжущими (цемент, золы уноса, гранулированные шлаки).

Перемешивание каменных материалов с вяжущим рекомендуется выполнять в смесительных установках типа ДС-50. Готовая смесь вывозится на дорогу и распределяется с помощью укладчиков, а при их отсутствии автогрейдером. Дальность транспортирования готовой смеси и продолжительность времени на выполнение работ зависит от применяемого вяжущего. При использовании цемента промежуток времени от приготовления смеси до окончания её уплотнения должен быть не более 6 часов, а при использовании малоактивных вяжущих он может быть увеличен в 2-3 раза.

Технологию работ по строительству таких слоев смотри тему 2.9, вопрос № 4.

Тема 2.12.

Строительство оснований и покрытий из каменных материалов, обработанных органическими вяжущими (облегченные покрытия). (8 часов)

- Вопросы:**
1. Способы обработки каменных материалов органическим вяжущим. (§ 18.1)
 2. Строительство оснований и покрытий по способу пропитки. (§ 18.3)
 3. Строительство покрытий способом смешения на дороге. (§ 18.5)
 4. Строительство оснований и покрытий из черного щебня. (§ 18.4)
 5. Контроль качества работ. (§ 18.6)
 6. Практическое занятие № 7.

Вопрос 1. Способы обработки каменных материалов органическими вяжущими

Способ обработки зависит от вида материала и применяемых вяжущих, и может быть выполнен на дороге или в установке (на АБЗ).

Обработку на дороге можно выполнить следующими способами:

1. Пропитка, когда щебеночный материал по фракциям пропитывается вязким битумом и при уплотнении обеспечивается его заклинка.
2. Смешением на дороге, когда каменные материалы оптимального состава перемешиваются с жидким вяжущим на дороге.

При обработке каменных материалов на АБЗ получают черный щебень по фракциям, который последовательно укладывают и уплотняют.

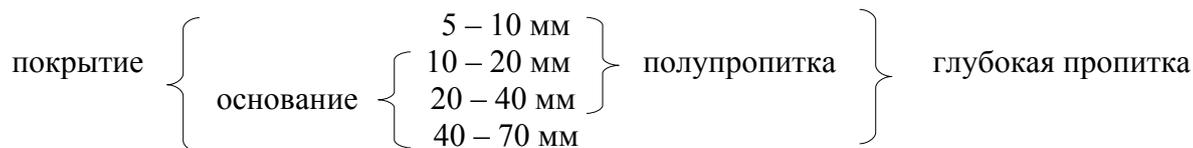
Слои из каменных материалов, обработанных органическим вяжущим можно применять в конструкциях дорожных одежд в качестве облегченных типов покрытий и в качестве верхних слоев оснований под асфальтобетонные покрытия. Толщина слоя 4 – 10 см.

Вопрос 2. Строительство оснований и покрытий по способу пропитки

Пропитку различают:

1. глубокая, толщиной 6,5 – 8 см.
2. облегченная (полупропитка), толщиной 4 – 6 см.

Для пропитки используют сортовой щебень фракций:



Пропитку щебня выполняют органическими вяжущими:

1. битум БНД – 90/130, 130/200, 200/300 (при рабочей температуре);
2. деготь Д – 3, Д – 4, Д – 5 (при рабочей температуре);
3. битумные эмульсии (холодные).

Расход вяжущего:

- для полупропитки - 5 – 7 литров на 1 м².
- для глубокой пропитки - 7 – 9 литров на 1 м².

Принцип строительства пропитки заключается в последовательной россыпи щебня и розливе вяжущего после укладки предыдущей фракции.

Последовательность процессов по строительству верхнего слоя основания способом полупропитки:

1. Разбивочные работы (выставление кольев через 10-15 м по кромкам основания).
2. Устройство боковых упоров по кромкам слоя из валиков грунта автогрейдером или из других материалов.
3. Вывозка щебня 20-40 мм и его выгрузка.
4. Разравнивание щебня из куч автогрейдером и его профилирование или распределение щебнераспределителем (ДС-49, Т-224). Толщина щебня должна быть с учетом коэффициента уплотнения $K_1 = 1,23 - 1,26$.
5. Укатка основного слоя сначала легким катком за 5-10 проходов, затем тяжелым за 2-5 проходов по одному следу. В слое должны остаться поры для проникания битума.
6. Розлив битума при рабочей температуре по основному слою автогудронатором при определенной и равномерной скорости движения.
7. Вывозка щебня 10-20 мм и его выгрузка.
8. Распределение щебня 10-20 мм тонким ковриком навесным или самоходным щебнераспределителем и, как исключение, автогрейдером.
9. Укатка основания тяжелым катком за 5-15 проходов по одному следу до отсутствия следа.

При строительстве покрытий производят второй розлив вяжущего, распределяют щебень 5-10 мм и уплотняют тяжелым катком. Укатку заканчивают, когда после прохода тяжёлого катка на покрытии не остаётся следа.

Покрытие формируют под движением транспорта 1-2 недели: - ограничивают скорость и регулируют движение по ширине;

- наметают назад вырванный щебень;
- исправляют “сухие” и “жирные” участки.

Вопрос 3. Строительство покрытий способом смешения на дороге

Смешение на дороге применяют в качестве покрытия слоем толщиной 8-10 см. Для смешения используют гравийные и щебеночные смеси оптимального состава ($d_{\max} = 40-70$ мм).

Вяжущие:

битумы МГ, СГ- 25/40, 40/70 } – при рабочей Расход вяжущего 5-8 % от массы

дегти Д-2, Д-3
битумные эмульсии

температуре;
– холодные материала.

Перемешивание материалов с вяжущим выполняют, как правило, в валике расположенном по оси дороги автогрейдером или дорожной фрезой.

Последовательность процессов по устройству покрытия:

1. Разбивочные работы.
2. Вывозка минерального материала и выгрузка его в кучи по оси.
3. Оправка минерального материала в валик по оси автогрейдером и его обмер шаблоном.



4. Разравнивание материала не на полную ширину покрытия (не доходя по 0.5 м с каждой стороны).
5. Розлив вяжущего автогудронатором в два или три приема.
6. Перемешивание автогрейдером за 60-80 круговых проходов или фрезой за 10-15 проходов. Смесь считается готовой, когда имеет равномерный темно-коричневый цвет без сгустков вяжущего и сухих комьев.
7. Профилирование готовой смеси автогрейдером под шаблон.
8. Укатка покрытия сначала легким катком за 5-7 проходов, затем тяжелым за 5-15 проходов, но лучше вибро- или пневмокотками.
9. Формирование под движением транспорта 3-4 недели (смотри пропитку).
10. Окончательная укатка после формирования тяжелым катком за 2-5 проходов по одному следу.

Вопрос 4. **Строительство оснований и покрытий из черного щебня**

В зависимости от применяемых вяжущих черный щебень различают:

- горячий, температура приготовления 140 – 160°C и укладки больше 120° С;
- холодный, температура приготовления 100 – 120° С и укладки более 5° С.

Черный щебень используют слоем толщиной 4-10 см.

На АБЗ готовят сортовой черный щебень:

покрытие	5 – 10 мм	} основание }
	10 – 20 мм	
	20 – 40 мм	

Для обеспечения надежной связи покрытия с основанием по нему, после очистки, производится розлив жидкого битума СГ – 15/25 в объеме 0,3 – 0,8 л/м² – подгрунтовка (протравка).

Последовательность процессов по устройству покрытия из черного щебня:

1. Разбивочные работы.
2. Очистка основания от пыли и грязи дорожной щеткой.
3. Подгрунтовка автогудронатором.
4. Устройство боковых упоров автогрейдером.
5. Вывозка черного щебня 20 – 40 мм и его выгрузка.
6. Укладка черного щебня 20 – 40 мм асфальтоукладчиком, с учётом коэффициента уплотнения $K_{упл}=1,15-1,25$.



Рис. 71. Укладка чёрного щебня.

7. Укатка легким катком за 5-15 проходов и тяжелым за 5-10 проходов.
8. Вывозка черного щебня 10-20 мм и его распределение щебнераспределителем навесным или самоходным.
9. Укатка тяжелым катком за 5-10 проходов.
(При строительстве оснований из черного щебня можно приступить к строительству асфальтобетонного покрытия).
10. Вывозка черного щебня 5-10 мм и его распределение щебнераспределителем (навесным или самоходным).
11. Укатка тяжелым катком за 5-10 проходов (до отсутствия следа).
Покрытие из холодных смесей формируют под движением 3 – 4 недели (смотри пропитку).

В связи с тем что АБЗ не может одновременно выпускать несколько фракций щебня , то щебень 10-20 мм и 5-10 мм готовят заранее (холодный) и хранят на складе, а 20-40 мм укладывают горячим.

Как исключение разрешается укладывать черную щебеночную смесь 5-40 мм в один прием.

Вопрос №5. **Контроль качества работ.**

При входном контроле лаборатория проверяют:

- зерновой состав грунта, а у глинистых грунтов - число пластичности;
- засоление грунтов легко растворимыми солями;
- плотность и влажность верхней части земляного полотна;
- качество вяжущих;

При операционном контроле проверяют:

- точность дозирования вяжущих, ровность их распределения;
- влажность обрабатываемых грунтов и готовой смеси перед уплотнением;
- ровность поверхности и поперечного профиля;
- режим ухода за укрепленным грунтом.

Вопрос 6. **Практическая работа № 7.**

(См. рабочую тетрадь по практическим работам.)

Тема 2.13

Строительство асфальтобетонных покрытий и оснований. (8 часов)

Вопросы:

1. Конструкция асфальтобетонных покрытий. (§19.1)
2. Строительство покрытий из горячих асфальтобетонных смесей. (§19.2)
3. Строительство покрытий из холодных асфальтобетонных смесей. (стр. 172-173)
4. Строительство покрытий из литых асфальтобетонных смесей. (стр. 173)
5. Строительство покрытий при пониженных и отрицательных температурах воздуха. (§19.6.)
6. Контроль качества и приемка асфальтобетонных покрытий. (§19.7)

7. Практическое занятие № 8.

Вопрос 1. **Конструкция асфальтобетонных покрытий**

Асфальтобетонные покрытия устраивают в один, два или три слоя. Верхний слой выполняют из мелкозернистого, плотного асфальтобетона $h = 3 - 6$ см, нижний слой - из пористого крупнозернистого асфальтобетона $h = 4 - 10$ см.

В настоящее время находят широкое применение асфальтобетонные смеси специального состава, которые повышают прочность и долговечность покрытия. К ним относят:

- использование резинобитумных или полимербитумных вяжущих в составе асфальтобетонных смесей;
- щебёночно-мастичные асфальтобетонные смеси (ЩМА);
- литые асфальтобетонные смеси;
- асфальтобетонные смеси с добавками природных битумосодержащих материалов, порошкообразных отходов промышленности, армирующих волокнистых наполнителей и др.

Для верхних слоёв асфальтобетонных покрытий наибольшее распространение получили щебёночно-мастичные асфальтобетонные смеси (ЩМА).

В конспекте не рассматривается укладка асфальтобетонных смесей специального состава, т.к. широкого применения они не получили, и технология их строительства аналогична строительству покрытий из горячих смесей.

Краевые полосы выполняют, как правило, из того же асфальтобетона, что и покрытие, а на затяжных продольных уклонах их можно устраивать из лекальных бетонных блоков для сброса воды в пониженные места.

Основание под а/б покрытия выполняют, как правило, двухслойное:

- верхний слой, из каменных материалов обработанных битумом (черный щебень или пропитка);
- нижние слои основания устраивают из щебня, уложенного методом заклинки, из каменных материалов или грунтов, укрепленных вяжущими материалами.

При тяжелом движении основание можно выполнить из цементобетона.

Покрытию придается поперечный уклон 15-20% для водоотвода.

Вопрос 2. **Строительство покрытий из горячих асфальтобетонных смесей**

Асфальтобетонные покрытия из горячих смесей устраивают в сухую и теплую погоду при температуре воздуха не ниже $+5^{\circ}\text{C}$ весной и летом и не ниже $+10^{\circ}\text{C}$ осенью.

Последовательность процессов:

1. Разбивочные работы.
2. Очистка основания от пыли и грязи.
3. Подгрунтовка жидким битумом СГ 15/25 в объеме 0,3-0,8 л/м².
4. Транспортирование асфальтобетонной смеси.
5. Укладка асфальтобетонной смеси.
6. Укатка покрытия.

При строительстве двухслойного покрытия операции повторяются, и если нижний слой загрязнен, то делают подгрунтовку.

Очистку основания от пыли и грязи выполняют волосяными щетками, но лучше использовать автомобили пылесосы, которые начала выпускать наша промышленность.

Край ранее уложенной полосы обрезают режущим диском или обрубают, чтобы получить вертикальную стенку. Ее и прилегающее основание на 10-20 см смазывают (распыляют) жидким битумом или битумной эмульсией.



Рис. 72. Обрезка и обработка края ранее уложенной полосы.

На АБЗ при приготовлении асфальтобетонной смеси её завешивают, проверяют температуру и на каждый автомобиль выдают паспорт, в котором указывают:

1. Вид смеси и для какого слоя она предназначена;
2. Массу и температуру смеси;
3. Время отпуска смеси;
4. Отметку лаборатории о её пригодности.

Асфальтобетонную смесь к месту работы доставляют автомобилями самосвалами. Её осматривают и замеряют температуру в кузове автомобиля. Она должна быть не ниже 120°.

Укладку асфальтобетонной смеси ведут обычно одним асфальтоукладчиком на всю ширину покрытия (*Рис. 70 а*), реже двумя или тремя асфальтоукладчиками, работающими уступами на расстоянии 10-20 м (*Рис. 70 б*).



*Рис. 73. Укладка асфальтобетонного покрытия
а) одним асфальтоукладчиком б) двумя или тремя асфальтоукладчиками.*

При ширине укладываемой полосы асфальтоукладчиком менее 6 м и укладке одним асфальтоукладчиком сначала укладывают одну полосу длиной от 300-500 м до 1-5 км, а затем вторую полосу. Для обеспечения связи между смежными полосами край ранее уложенной полосы при необходимости обрезают и обрабатывают жидким битумом (эмульсией).

Толщину укладываемого слоя регулируют путем поднятия или опускания выглаживающей плиты асфальтоукладчика.

Уложенную смесь предварительно уплотняют трамбуящим брусом асфальтоукладчика. Толщина уложенного слоя смеси за трамбуящим брусом должна быть на 15-20% больше проектной толщины. При ручной укладке толщина слоя должна быть на 25-30% больше проектной.

В холодную погоду и в начале работы выглаживающую плиту нагревают с помощью установленной на ней форсунки.

Если ширина проезжей части больше ширины полосы, укладываемой асфальтоукладчиком (например, на вираже), то не уложенная узкая полоса заполняется смесью вручную.

При большой скорости потока асфальтобетонную смесь укладывают двумя асфальтоукладчиками. опережение одного из них по отношению к другому должно быть 10-30 м. В этом случае исключаются холостые проходы асфальтоукладчика с одной полосы на другую, и обеспечивается лучшее сопряжение продольного шва.

При этом можно использовать перегружатель асфальтобетонной смеси (типа Шаттлбагги). Это позволяет перемешивать асфальтобетонную смесь и выровнять её температуру, что повышает качество и долговечность а/б покрытия.



Рис. 74. Укладка асфальтобетонного покрытия с использованием перегружателя

В отдельных случаях, при малых объемах работ, допускается укладка асфальтобетонной смеси автогрейдером или вручную. При этом укладку ведут по всей ширине проезжей части, по предварительно установленным высотным колышкам. Смесь выгружают на основание в 2-5 м впереди укладки, подносят ее совковыми лопатами и раскладывают по покрытию (смесь нельзя бросать). Разравнивают и профилируют смесь металлическими граблями и деревянными движками.

Поверхность уложенного слоя после прохода асфальтоукладчика должна быть ровной, однообразной, без разрывов и раковин. На участках дорог с продольным уклоном более 40‰ покрытие устраивают снизу вверх.

При работе автоматизированных асфальтоукладчиков в качестве базовой поверхности могут служить:

- а) одна или две копирные струны в виде натянутых нитей (стальных или нейлоновых), установленных на обочине на определенном расстоянии от кромки проезжей части и определенной высоте над ней;
- б) поверхность кромки ранее уложенной полосы;
- в) поверхность установленного с высокой точностью бордюра;

Высокое качество работ обеспечивают современные автоматизированные комплексы:

- с использованием роботизированного тахеометра;
- с использованием Систем Автоматического управления производством Trimble PCS400\$, Глонас, GPS.



Рис. 75. Работу асфальтоукладчика в автоматическом режиме обеспечивают:
1) копирной струной; 2) поверхностью ранее уложенной полосы. 3) с использованием Систем Автоматического управления

Уплотняют асфальтобетонное покрытие:

1. самоходными катками с гладкими металлическими вальцами – легкими массой 6-8 т, средними и тяжелыми массой 8-18т;
2. самоходными пневмоколесными катками массой 16 и 30т;
3. виброкатками массой 4 и 12 т;
4. комбинированными катками.

Современные катки оснащаются системой автоматического контроля уплотнения покрытия.

Уплотнение начинают с укатки поперечного шва сопряжения, заезжая на свежую а/б смесь на 20-30 см, затем – на 20-30 см по ранее уложенному слою.

Предварительно уплотняют легким катком по 2-3 прохода по одному следу, затем самоходным пневмоколесным катком по 8-10 проходов; окончательное уплотнение выполняют тяжелым катком массой 10-18 т по 2-4 прохода по одному следу.

При отсутствии самоходных пневмоколесных катков после предварительного уплотнения покрытия уплотняют тяжелыми катками с гладкими вальцами массой 15-18 т. Число проходов устанавливается пробной укаткой.

При ручной укладке асфальтобетонных смесей число проходов катков по одному следу увеличивают на 20-30%.

Уплотнение ведут от краев к середине, затем от середины к краям, перекрывая каждый след на 20-30 см. При наезде на свежеложенную полосу каток должен двигаться ведущими вальцами вперед. Каток должен трогаться с места или изменять направление плавно, без рывков. Нельзя останавливать каток на горячем не уплотненном покрытии.

Скорость движения катков при первых 5-6 проходах по одному следу 1,5-2 км, затем 3-5 км, для виброкатков – до 2-3 км в час, для пневмоколесных катков – до 5-8 км в час.

Вальцы катков ко избежание прилипания смеси к ним должны автоматически смачиваться водой или смесью воды с керосином в пропорции 1:1.

В недоступных для катков местах уплотнение выполняют металлическими трамбовками, перекрывая удар трамбовки на 1/3 ее следа.

Укатка асфальтобетонного покрытия должна быть закончена при температуре не ниже 70-80°C.

Применение технологии «компакт-асфальт» при строительстве двухслойных асфальтобетонных покрытий.

Суть технологии «компакт-асфальт» заключается в одновременной укладке верхнего и нижнего слоев дорожного покрытия из различных типов асфальтобетонной смеси одним асфальтоукладочным комплексом за один его проход. Такой принцип устройства дорожных покрытий, когда верхний слой асфальта укладывается на еще не остывший нижний, называется асфальтированием *«горячее по горячему»*.

При асфальтировании по принципу *«горячее по горячему»* оба слоя асфальтобетонной смеси сохраняют высокую температуру и подвижность, благодаря чему в процессе уплотнения происходит их частичное объединение за счет взаимопроникновения материалов.

В результате этого степень сцепления (адгезия) между двумя слоями достигает максимальной величины, повышая тем самым устойчивость дорожного покрытия к различным деформациям.

Укладку обоих слоёв выполняет специальный укладчик (Комплекс Компакт-асфальт) Динапак **СМ2500** с двумя бункерами для асфальтовой смеси и двумя выравнивающими плитами. Модульный асфальтоукладчик позволяет укладывать нижний и верхний слой непосредственно один за другим, не требуя отдельного уплотнения нижнего слоя.

Загрузку асфальтобетонной смеси поочередно в оба бункера выполняет перегружатель асфальтобетонной смеси Динапак **МФ300С**, в бункер которого автосамосвалами выгружается поочередно асфальтобетонная смесь для нижнего и верхнего слоёв.

Первая плита укладывает и уплотняет выравнивающий (нижний) слой до 90-92 %.

Вторая плита укладывает верхний слой износа - горячее по горячему - сразу поверх выравнивающего слоя.



Рис. 76. Строительство двухслойного асфальтобетонного покрытия методом «компакт-асфальт».

Уплотнение обоих слоёв покрытия выполняется одновременно виброкатком.

Вопрос 3. Строительство покрытий из холодных асфальтобетонных смесей.

Холодные асфальтобетонные смеси можно заранее готовить на АБЗ и хранить в штабелях высотой 1,5-2 м до 3-6 месяцев, затем перевозить на любое расстояние автомобильным, железнодорожным или водным транспортом.

Холодную асфальтобетонную смесь укладывают слоем толщиной не более 3-4 см по той же технологии, что и горячую смесь. Укладку выполняют при температуре воздуха не ниже +5°С, а осенью не ниже +15°С.

Укатку холодной смеси выполняют легкими катками за 5-10 проходов, а окончательная укатка происходит под движением транспорта в течении 3-4 недель.

Первые 3-4 недели покрытие формируют (см. пропитку).

Более эффективно уплотнение покрытий из холодных смесей комбинированными или вибрационными катками, после которых формирование можно не делать.

Вопрос 4. Строительство покрытий из литых асфальтобетонных смесей.

Литые асфальтобетонные смеси имеют повышенное содержание битума, минерального порошка, а так же природные асфальтены или полимерные вяжущие.

Литая смесь приготавливается при температуре 230-250°С. Она очень подвижна и не требует укатки.

Литые смеси укладывают слоем толщиной 4-6 см. Для повышения шероховатости по поверхности покрытия распределяют черный щебень тонким ковриком и вдавливают в покрытие рифленным валиком.

Строительство покрытия выполняют специальным асфальтоукладочным комплектом, который работает на рельс-формах. Комплект состоит из:

1. асфальтоукладчика;
2. распределителя черного щебня;

Рис. 77. Строительство а/б покрытия из литой смеси комплектом машин на рельс-формах.

После остывания покрытия снимают рельс-формы и открывают движение.

Современные комплекты машин для литого асфальтобетона работают без рельс-форм на гусеничном ходу.



Транспортирование литой смеси выполняют в специальных котлах-смесителях (10 т), в которых смесь постоянно перемешивается.

Рис. 78. Котёл-смеситель



Котёл-смеситель
асфальтоукладчик

Рис. 79. Укладка литой а/б смеси при температуре 220-240° современными асфальтоукладчиком

По поверхности покрытия распределяют мелкий черный щебень, и частично вдавливают в покрытие самоходным щебнераспределителем.

Движение по покрытию можно открывать после полного остывания покрытия. Но не ранее, чем через 3 часа после окончания работ.

Вопрос 5. **Строительство покрытий при пониженных температурах воздуха.**

Разрешается устраивать нижние слои а/б покрытия из теплых смесей при температуре воздуха до -10°C .

Основания под эти покрытия готовят осенью, обязательно укладывая снизу черный щебень, устраивая пропитку или разливая битум. Это необходимо для того, чтобы предотвратить попадание воды и снега в основание.

Основание перед устройством покрытия тщательно очищают от снега и льда (бульдозерами, автогрейдерами, дорожными щетками) и подогревают: инфракрасными асфальтозагретителями, газотурбинными двигателями или горячим песком.

Укладку смеси выполняют только асфальтоукладчиками сразу на всю ширину (широкозахватными или одновременно двумя). Укатку выполняют только тяжелыми катками, количество которых должно быть таким, таким чтобы каждый каток укатывал свою полосу.

Вопрос 6. **Контроль качества и приемка асфальтобетонных покрытий.**

При строительстве асфальтобетонных покрытий контролируют:

1. приготовление асфальтобетонной смеси на АБЗ;
2. устройство асфальтобетонных покрытий;
3. качество готового покрытия.

На АБЗ контролируют исходные материалы, качество перемешивания, состав и прочность асфальтобетонной смеси. Для этого отбирают пробы, формируют образцы и испытывают. При строительстве покрытий контролируют ширину и толщину слоя, поперечные уклоны, ровность, качество продольных и поперечных сопряжений, качество подгрунтовки.

Построенное покрытие принимает комиссия. При этом допускаются отклонения:

1. высотные отметки по оси $\pm 50(10)$ мм;
2. ширина слоя ± 10 см;
3. толщина слоя от -5 до $+10$ мм;
4. поперечные уклоны $\pm 10(5)_{/00}$;
5. просвет под трехметровой рейкой $-5(3)$ мм.



Контроль ширины покрытия



Контроль ровности покрытия



Контроль поперечных уклонов покрытия



Контроль толщины покрытия

Рис. 80. Операционный контроль качества покрытия.

Для контроля качества за готовым покрытием через 1-3 суток после их уплотнения отбирают пробы (не менее 3 на 1 км). Пробы испытывают в лаборатории и определяют физико-механические свойства и коэффициент уплотнения. Он должен быть не ниже:

- 0,99 – для плотного асфальтобетона, тип А и Б;
- 0,98 - для плотного асфальтобетона, тип В, Г, Д и пористого асфальтобетона;
- 0,96 – для холодного асфальтобетона.

Вопрос 7. **Практическая работа № 8.**
(См. рабочую тетрадь по практическим работам.)

Тема 2.14.

Строительство поверхностной обработки. (4 часа)

- Вопросы:**
1. Назначение и способы устройства поверхностной обработки § 18.2.
 2. Строительство поверхностной обработки из фракционированного щебня § 18.2
 3. Строительство слоев износа из эмульсионно - минеральных смесей и битумных шламов и Сларри Сил.
 4. Практическое занятие № 9.

Вопрос 1. Назначение и способы устройства поверхностной обработки

Поверхностную обработку выполняют на поверхности покрытия с целью:

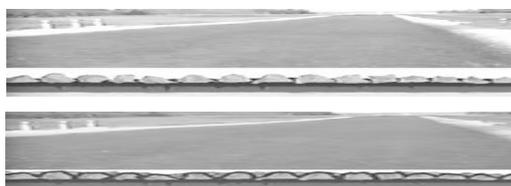
1. предохранения покрытия от износа;
2. повышения шероховатости;
3. закрытия трещин на покрытии.

Поверхностную обработку выполняют двумя способами:

1. Способ поливок из фракционированного щебня.
2. Способом вдавливания фракционированного щебня в слой эмульсионно-минеральной смеси или битумного шлама.

Наиболее распространен первый способ, когда по поверхности покрытия разливается вязкий битум, который приклеивает к ней одномерный фракционированный щебень.

Поверхностную обработку различают:



- одиночная;

- двойная.

Для приклеивания щебня к покрытию применяют битум: БНД 60/90, 90/130, 130/200.

Расход битума: для одиночной 0,7-1,3 л/м²
для двойной 1,8 – 2,3 л/м²

Щебень используют сортовой фракции 5-10 мм, 10-15 мм, 15-20мм, марки не ниже 1200 в количестве: для одиночной 1,0 - 1,5 м³/100м²
для двойной 1,8 – 2,3 м³/100м²

Щебень может быть белый (не обработанный битумом) или черный (обработанный битумом на АБЗ или чернением на дороге).

Вопрос 2. Строительство поверхностной обработки из фракционированного щебня

Поверхностную обработку выполняют в сухую и теплую погоду при температуре воздуха не ниже +15 °С.

Последовательность процессов по устройству одиночной поверхностной обработки:

1. очистка покрытия от пыли и грязи дорожной щеткой;
2. исправление дефектов (выбоин, проломов);

3. подгрунтовка жидким битумом СГ15/25 из расчета 0,3-0,5 л/м² не позже чем за 2 часа после основного розлива;
4. основной розлив вязкого битума автогудронатором;
5. вывозка щебня соответствующей фракции, и ее распределение тонким ковриком навесными или самоходными распределителями (ДС-49, Т-224);



Рис. 81. Устройство поверхностной обработки.

6. укатка щебня легким катком за 2-5 проходов по 1 следу. При использовании комбайна РТ-701 (битумощебнераспределитель) одновременно производится розлив битума и распределение щебня. Движение по укатанной поверхностной обработке открывают только после ее остывания (8 – 10 часов).
7. формирование под движением в течении 1-3 недель.

На автодороге Москва – Ростов - Сочи чернение щебня (обработка битумом) производится на дороге, перемешивая щебень автогрейдером в валике расположенном по оси дороги или на одной половине проезжей части. Затем после розлива вязкого битума его перемещают автогрейдером по слою битума и уплотняют.

Вопрос 3. Строительство слоев износа из эмульсионно-минеральных смесей и битумных шламов.

Слой износа можно устраивать из литых эмульсионно-минеральных смесей, битумных шламов и Сларри Сил, которые распределяют по поверхности покрытия слоем толщиной 1,5-3 см на очищенное и подгрунтованное покрытие. По поверхности слоя распределяют щебень 5-10 мм (10-15мм) и уплотняют катками за 2-7 проходов по 1 следу. Движение открывают через несколько часов ограничивая скорость в течение нескольких суток.

Сларри Сил представляет собой смесь минеральных материалов с катионно-битумной эмульсией, которую готовят и укладывают машиной «Масгровер».

Смесь укладывают при температуре воздуха не менее 15⁰ С на увлажненное покрытие слоем шириной 2,5-3,75 м.

Движение по слою открывают через 3-4 часа, после полного формирования слоя, ограничивая скорость и регулируя движение по ширине.

Вопрос 4. Практическая работа № 9. (См. рабочую тетрадь по практическим работам.)

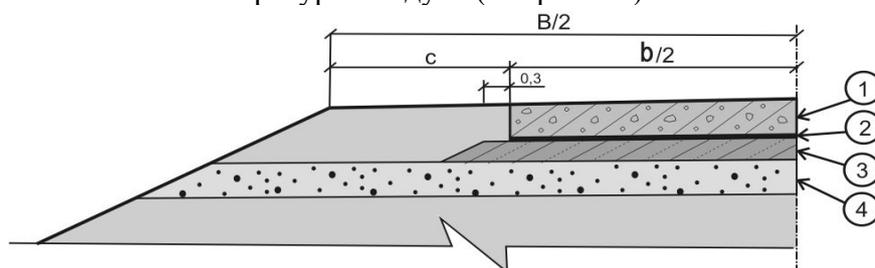
Тема 2.15

Строительство монолитных цементобетонных, армобетонных и железобетонных покрытий и оснований. (12 часов)

- Вопросы:**
1. Конструкция цементобетонных покрытий. Деформационные швы. § 20.2
 2. Строительство монолитных цементобетонных покрытий. стр. 187-191
 3. Общие сведения о предварительно напряженных покрытиях. § 20.3, стр. 191-192
 4. Строительство оснований из тощего бетона.
 5. Особенности строительства цементобетонных покрытий при пониженных температурах воздуха. § 20.5
 6. Контроль качества работ. § 20.6

Вопрос 1. Конструкция монолитных цементобетонных покрытий. Деформационные швы

Цементобетонное покрытие устраивают толщиной 20-24 см, а на дорогах с тяжелым движением их можно использовать в качестве оснований под а/б покрытие. Между покрытием и основанием устраивается изолирующий слой из пленкообразующего материала, битумированной бумаги, и т. п., позволяющий покрытию двигаться по основанию при изменении температуры воздуха (см. рис. 82).



1. Цементобетонное покрытие, $h=18-24$ см.
2. Изолирующая прослойка (пленкообразующий материал типа ПМ100, битумированная бумага, пленка и др.)
3. Основание (щебень; ПГС; материалы укрепленные цементом и др.)
4. Дренажный слой (песок; ПГС; и др.)

Рис. 82. Конструкция цементобетонного покрытия.

Двухслойные цементобетонные покрытия применяют на более сложных участках (болота, пониженные места, поймы рек), используя для приготовления нижнего слоя местный, более дешевый щебень даже невысокой прочности. Между слоями возможна укладка арматурных сеток – армобетонное покрытие.

Основания под цементобетонные покрытия устраивают так же, как под а/б покрытия, а подстилающий слой - не менее 20 см из дренажных материалов. Земляное полотно должно быть построено не позднее, чем за 1 год до строительства покрытия.

Деформационные швы.

В бетоне при изменении температуры воздуха возникает сжимающие и растягивающие напряжения, которые приводят к образованию трещин. Для уменьшения этих напряжений покрытие в плане разделяют на отдельные плиты деформационными швами.



При изменении температуры воздуха покрытие нагревается или охлаждается, поэтому в нем возникают растягивающие или сжимающие напряжения, которые и вызывают появление в покрытии трещин. Поэтому в покрытии нарезают деформационные швы, в которых и появляются трещины.

1-швы расширения; 2- швы сжатия; 3- швы коробления

Рис. 83. Схема расположения деформационных швов на покрытии (вид сверху).

Швы расширения позволяют удлиняться цементобетонному покрытию при повышении температуры воздуха. В шов до бетонирования вставляется деревянная прокладка с металлическими штырями с битумной обмазкой, установленными в ней через 30 см.



Рис. 84. Конструкция шва расширения

Шов сжатия позволяет сжиматься покрытию (раскрывается) при понижении температуры воздуха. В швы укладывают штыри с битумной обмазкой длиной 60-80 см через 1 м.

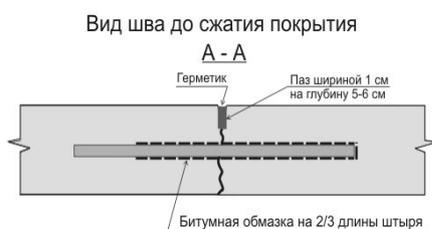


Рис. 85. Конструкция шва сжатия

Шов коробления обеспечивает коробление плит при разных температурах воздуха на поверхности и в основании плиты. Шов устраивают по оси дороги, укладывая в покрытие металлические штыри через 1 м.

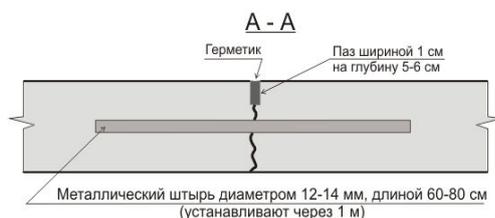


Рис. 86. Конструкция шва коробления

Швы устраивают в два этапа:

1. нарезка шва в свежеложенном бетоне и заполнение его гидроизоляющей прокладкой, а в швах расширения установка до бетонирования доски со штырями;
2. нарезка паза в частично затвердевшем бетоне через 2-3 дня с вырезкой гидроизоляющей прокладки, и заполнение его герметиком. Герметик закрывает шов (трещину) от попадания в него влаги и грязи.

Вопрос 2. Строительство монолитных цементобетонных покрытий.

Строительство монолитных цементобетонных покрытий из готовой цементобетонной смеси выполняют бетоноукладочными комплектами машин со скользящей опалубкой:

1. комплект машин ДС-110 отечественного производства;
2. комплекты машин фирм «Comaco», «Wirdgen» и др.



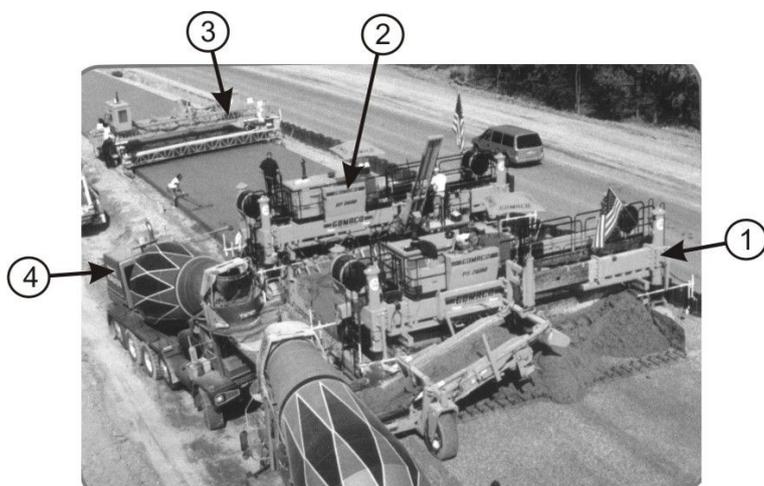
Рис. 87. Строительство монолитного цементобетонного покрытия современным бетоноукладочным комплектом.

Комплекты машин имеет автоматическую систему контроля курса и высоты (ровности), и обеспечивает темп работы до 1-2 км в сутки. Работают комплекты, как правило, на цементогрунтовых основаниях.

Последовательность процессов по устройству покрытия
комплексом машин ДС-110:

1. разбивочные работы. Установка копирных струн на правой обочине (реже на обеих обочинах). Поставка на них машин;
2. профилирование основания и удаление излишков профилировщиком ДС-108;
3. подвозка цементобетонной смеси и ее выгрузка на основание;
4. распределение цементобетонной смеси бетонораспределителем ДС-109;
5. вдавливание металлических штырей в поперечные швы сжатия;
6. формование покрытия бетоноукладчиком ДС-111. При этом выполняются работы:
 - а) вдавливание штырей в продольный шов;
 - б) заглаживание поверхности покрытия;
 - в) нарезка продольного шва;
 - г) удаление цементного молока с поверхности покрытия (выполняется вручную);
7. нарезка поперечных швов в свежееуложенном бетоне (применяется только в России);
8. окончательное выглаживание покрытия бетоноотделочной машиной ДС-104А (трубчатый финишер);
9. розлив по покрытию пленкообразующего материала (лак помароль ПМ 80, ПМ 100) машиной ДС-105А (заливщик);
10. формирование 1-2 дня;
11. нарезка швов в частично затвердевшем бетоне нарезчиками:
 - поперечных - нарезчиком типа ДС-112;
 - продольных - нарезчиком типа ДС-115;
12. заполнение швов герметиком заливщиком типа ДС-67 или вставка неопреновой или пороизоловой прокладки;
13. демонтаж копирных струн;
14. формирование покрытия 10-15 суток.

Комплекты машин фирм «Comaso» и «Wirdgen» обычно включают машины:



1. бетонораспределитель;
2. широкопрофильный бетоноукладчик;
3. заливщик покрытия.
4. автобетоновозы или автосамосвалы для транспортирования цементобетонной смеси.

Рис. 88. Строительство цементобетонного покрытия комплексом «Comaso»

Возможно их использование без бетонораспределителя. При этом бетоноукладчик выполняет сл. работы:

1. распределение смеси по ширине покрытия;
2. установка штырей в продольный и поперечные швы;

- уплотнение и отделка поверхности покрытия (заглаживание продольной заглаживающей плитой).

Остальные процессы см. выше п. 9 – 14.

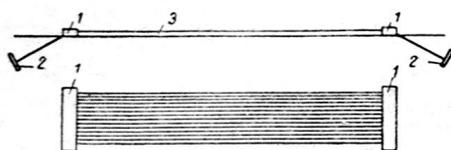
После формирования покрытия производится подсыпка обочин из привозного грунта автовозкой или из боковых резервов бульдозером, а затем выполняется рекультивация.

Вопрос 3. Общие сведения о предварительно напряженных покрытиях.

Предварительно напряженные цементобетонные покрытия не испытывают растягивающих напряжений за счет обжатия бетона, поэтому толщину покрытия можно уменьшить до 14-16 см и поперечные швы устраивать значительно реже (через 25-50 м)

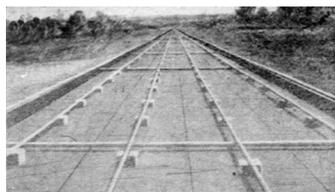
Предварительное напряжение в цементобетонных покрытиях можно выполнить тремя способами:

1)



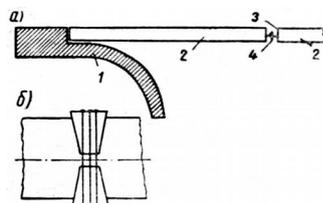
1. натяжением отдельных проволок (струн) до бетонирования, уложенных в нижней зоне покрытия (80-100 штук по ширине) и передача обжимающих напряжений на бетон после набора им прочности – струнбетонное покрытие.

2)



2. натяжением пучков высокопрочной проволоки, расположенных в покрытии в оболочке, после набора бетоном прочности – покрытие с пучковой арматурой.

3)



3. обжатием участков цементобетонного покрытия длиной 1-2 км по торцам – покрытие с внешним обжатием.

1) бетонный упор по концам участка;

2) бетонлируемые участки длиной 1-2 км;

4) устройство для обжатия плит (по середине участка).

Рис. 89. Способы создания предварительного напряжения в цементобетонном покрытии.

Вопрос 4. СТРОИТЕЛЬСТВО ОСНОВАНИЙ ИЗ «ТОЩЕГО» БЕТОНА.

Под "тощим" бетоном понимается тяжелый бетон, получаемый из жестких смесей, уплотняемых укаткой.

Основания из "тощего" бетона рекомендуется устраивать на дорогах I-III категории с тяжелым и интенсивным движением под асфальтобетонное покрытие.

Толщину основания из "тощего" бетона принимают не менее 15 см. Основание устраивают шире покрытия по 0,25 м с каждой стороны.

Покрытие устраивают из двухслойного асфальтобетона толщиной не менее 8 см.

Экономичность дорожных одежд с основаниями из жестких укатываемых смесей обеспечивается за счет простоты технологии производства работ, применения местных каменных материалов, экономии цемента, а также за счет возможности устройства асфальтобетонного покрытия без технологического перерыва, обязательного при строительстве оснований из пластичного бетона.

В основании из "тощего" бетона классов В10; В12,5; В15 рекомендуется устраивать швы сжатия через 12-15 м. Швы нарезают в частично затвердевшем бетоне (через 2-4 дня) на глубину 1/4 толщины слоя одним диском минимальной толщины. Заполнение швов мастикой не производится. Армирование швов сжатия не требуется, так как нагрузка с плиты на плиту передается за счет зацепления смежных стенок шва.

Швы расширения и продольные швы при ширине менее 11,5 м в основаниях из «тощего» бетона не устраивают.

В асфальтобетонном покрытии послойно нарезают швы над швами в основании. Швы в верхнем слое асфальтобетонного покрытия заполняют специальными герметизирующими материалами - мастиками битумно-полимерными типа "Biguma" или "Новомаст".

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ОСНОВАНИЙ ИЗ "ТОЩЕГО" БЕТОНА

Работы по устройству оснований из жестких бетонных смесей следует производить при температуре воздуха не ниже +5 °С.

Для предотвращения потерь влаги перед укладкой жесткой бетонной смеси подстилающий слой основания увлажняют из расчета 0,5-1,0 л/м:

Жесткую бетонную смесь по подстилающему слою следует распределять машинами, оснащенными автоматической системой контроля ровности:

- профилировщиком или бетоноукладчиком из комплекта машин типа ДС-110;
- бетоноукладчиком ДС-169;
- универсальным асфальтоукладчиком ДО-199 (Николаевского завода "Дормашина"), "Титан" фирмы "АБГ-Ингерсолл Рэнд" (ФРГ-США), фирмы "Блау Нокс" (Англия) и т.п.

Допускается распределять жесткую бетонную смесь автогрейдерами или щетнеукладчиками с тщательным нивелировочным контролем.

Укладку смеси следует вести отдельными захватками длиной 30-40 м. Толщина слоя должна быть на 15-20% больше проектной толщины. Распределенная и профилированная бетонная смесь должна немедленно уплотняться.

Интервал от выпуска жесткой бетонной смеси до окончания уплотнения не должен превышать трех часов.

Уплотнение можно выполнять пневмо- или виброкатками, а окончательное – катками с гладкими вальцами. Остановка катков во время укатки на свежеложенной смеси не допускается.

Ориентировочным признаком окончания уплотнения является отсутствие следа на поверхности слоя при проходе тяжелого катка.

По поверхности основания производится розлив пленкообразующего материала, и основание выдерживается для набора прочности не менее 70% от проектной.

Но наиболее эффективно устройство асфальтобетонного покрытия сразу после уплотнения и отделки поверхности с перерывом между укладкой слоев не более 4 ч, не допуская высыхания бетона. В этом случае уход за бетоном не производится.

Движение транспорта по покрытию в любом случае разрешается после набора цементобетонном 70% марочной прочности.

Вопрос 5. Особенности строительства цементобетонных покрытий при пониженных температурах воздуха.

Приготовление и укладка бетона в осенне-зимний период удорожается. Сложно получить необходимую долговечность и высокое качество поверхности бетонного покрытия.

Основной способ строительства бетонных покрытий в зимних условиях – понижение температуры замерзания воды до -20°C и ниже, путем введения в бетон добавок хлористого натрия и хлористого кальция.

При температуре до 10°C применяется холодный бетон с противозамерзающими добавками. Для приготовления при пониженных температурах цементобетона применяют быстротвердеющие цементы:

- для покрытий применяют цемент марки не ниже М-500;
- для оснований М-400.

Зем. полотно и основание под цементобетонное покрытие устраивают летом, а перед укладкой бетона по верху основания выравнивающий слой устраивают из талого песка.

Кузов автомобиля утепляют. Дальность возки должна быть минимальной. При снегопаде бетонное покрытие не устраивают.

Зимние работы ведут при тщательном контроле температуры и наборе прочности бетона. Замораживание бетона допускается только после набора прочности более 50 % марочной.

Вопрос №6 **Контроль качества работ.**

Контролируют в лаборатории:

- качество и точность исходных материалов;
- соответствие их паспортных данных соответственным стандартам;
- состав, подвижность и жесткость смеси, а так же объем вовлеченного воздуха непосредственно перед уплотнением покрытия;

Контролируют в процессе производства работ:

- соблюдение технологического режима приготовления и укладки смеси, уход за покрытием;
- правильность установки копирных струн, рельс-форм и соответствие их геометрических размеров проектным;
- ширину, толщину покрытия;
- правильность установки арматуры, прокладок деформационных швов;
- прочность и однородность бетона путем отбора и испытания ультразвуковым импульсным методом.

Для контроля прочности на заводе изготавливают в смену две серии образцов состоящих из 3 балок, размер которых 15 x 15 x 60 см.

Для испытания на растяжение при изгибе изготавливают образцы на каждые 200 м³, но не реже 1 раза в смену.

Подвижность бетонной смеси, и объем вовлеченного воздуха проверяют на заводе и на месте укладки подвижность – не реже 1 раза на 100м, а объем вовлеченного воздуха - не реже 1 раза на 200 м.

Тема 2.16

Строительство сборных покрытий. (2 часа)

- Вопросы:**
1. Конструкция сборных железобетонных покрытий. (§ 20.4, с.192-193)
 2. Технология строительства сборных покрытий. (§ 20.4, с. 193-194)

Вопрос 1. Конструкция сборных железобетонных покрытий.

Сборные покрытия могут быть сплошные или колейные. Их устраивают из дорожных плит заводского изготовления, толщиной 14-18 см прямоугольной формы (6 x 1 м), реже шестиугольной формы.

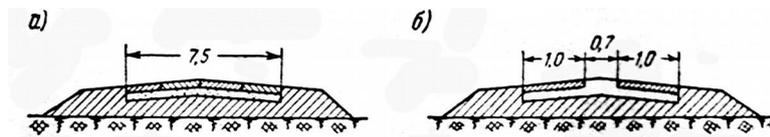


Рис. 90. Поперечные профили дорожных одежд со сборным покрытием.
а) сплошное покрытие; б) колеиное покрытие.

Плиты покрытия укладывают на выравнивающий слой из песка или пескоцементной смеси толщиной 5-6 см.

Требования к зем. полотну и основаниям и технология их строительства такие же, как для монолитных покрытий. Земляное полотно должно быть отсыпано не позже чем за 1 год до строительства покрытия.

Плиты между собой соединяют сваркой арматурных выпусков, а швы заполняют цементным раствором, а деформационные швы герметиком на всю толщину плиты.

Вопрос 2. Технология строительства сборных покрытий.

Строительство покрытий можно выполнять не только в строительный сезон, а также при пониженных и даже отрицательных температурах воздуха (кроме периода осадков).

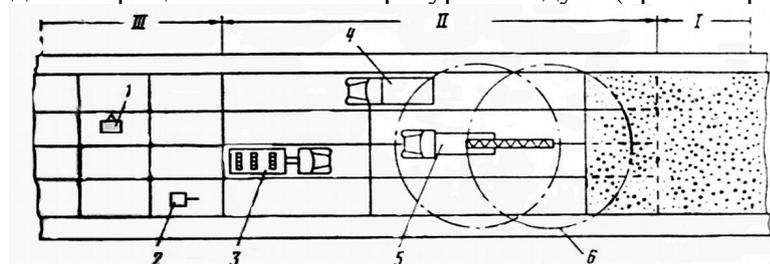


Рис. 91. План потока по строительству сборного покрытия.

1- зливщик швов; 2- сварочный аппарат; 3- машина с виброплитами; 4- автомобиль с плитами; 6- стреловой кран.

Последовательность процессов по строительству сборных покрытий:

1. разбивочные работы. Выставление высотных кольев по кромкам покрытия через 10-15 м;
2. вывозка песка для выравнивающего слоя и его разравнивание автогрейдером;
3. профилирование выравнивающего слоя шаблоном в ручную;
4. вывозка плит, при необходимости их укладка на обочине;
5. монтаж плит стреловым краном способом от себя. Монтаж ведут от середины к краям, для проверки контакта с выравнивающим слоем выполняют 1-2 контрольные подъемки;
6. уплотнение покрытия для обеспечения контакта плит с выравнивающим слоем виброплитами или пневмокотками;
7. омоноличивание швов:
 - а) сварка арматурных выпусков;
 - б) заполнение швов раствором, а деформационных швов герметиком (через 60-90 м);
8. подсыпка обочин.



Монтаж плит способом «от себя».



Монтаж плит способом «на себя».



Осадка плит виброплитой.



Осадка плит пневмокотком.

Рис. 92. Работы по строительству сборного покрытия.

Тема 2.17

Организация строительства автомобильных дорог и аэродромов поточным методом. (6 часов)

- Вопросы:**
1. Линейный календарный график организации дорожно-строительных работ поточным методом, порядок его расчета и увязки. (§ 4.5)
 2. Практическое занятие № 10.

Вопрос 1. Линейный календарный график организации дорожно-строительных работ поточным методом, порядок его расчета и увязки.

Сущность поточного метода, основные параметры потока и понятие о линейном календарном графике – см. т. 1.5.

Для выполнения организации работ необходимо определить:

1. рабочие дни по месяцам в течении всего года;
2. продолжительность строительного сезона, его начало и окончание;
3. период развертывания потока и его скорость.

На линейном календарном графике по оси ординат откладывают в определенном масштабе продолжительность строительства в сменах или днях, а по оси абсцисс - протяженность строящегося участка дороги. См. рисунок 93.

В сетке графика указывают:

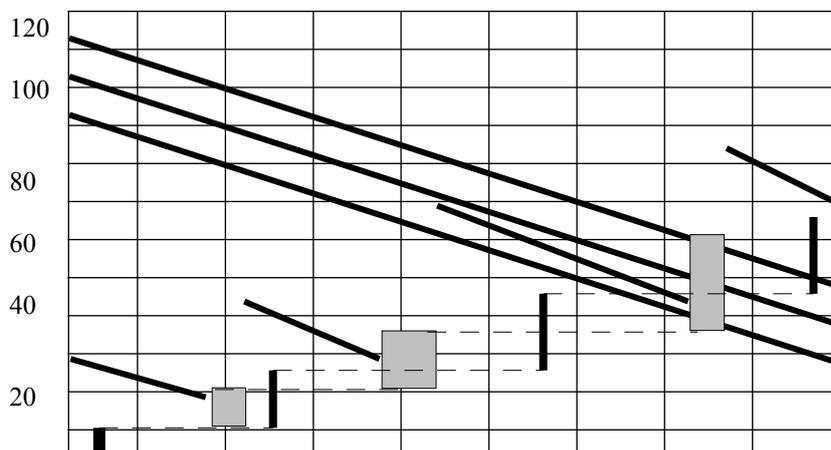
1. транспортную схему поставки материалов;
2. местоположение и основные размеры мостов и труб;
3. распределение земляных работ;
4. потребность в ДСМ для строительства каждого слоя дорожной одежды;
5. потребность в автотранспорте.

В сетке координат показывается работа специализированных отрядов:

1. наклонными прямыми линиями – отряды, работающие с постоянной скоростью (отделочные работы, дорожная одежда);
2. наклонными ломаными линиями – линейные земляные работы;
3. вертикальными линиями – работы, выполняемые на одном месте (трубы, мосты, линейные здания);
4. прямоугольниками или наклонными линиями – сосредоточенные земляные работы.

Слева или с права от графика строятся эпюры потребности в рабочей силе и в автотранспорте. Они увязаны во времени с работой специализированных отрядов.

Направление строительства дороги выбирают в зависимости от расположения производственных предприятий, условий поставки материалов и условий расположения сосредоточенных работ.



Километры		1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ситуация		2									
		3									
Искусствен- ные сооружения	Условные обозначения	4									
	Отверстия труб, м	5									
	Длина мостов, м	6									
Сосредоточенные зем. работы, м ³		7									
Линейные земляные работы, м ³		8									
Транспорт-ные работы	Зоны обслуживания	9									
	Потребность ДСМ	10									
	Дальность возки, км	11									
	Производит. в смену, т	12									
	Треб. в смену КамАЗ- 5511	13									

Рис. 93. Линейный календарный график.

Вопрос № 2. Практическое занятие № 10.

Практическое занятие используется при выполнении курсового проекта для построения линейного календарного графика.

Тема 2.18

Строительство дорожных одежд с использованием местных материалов. (4 часа)

- Вопросы:**
1. Местные природные материалы и отходы промышленности, применяемые для строительства дорожных одежд.
 2. Технология улучшения грунтовых дорог добавками шлаков, торфа и др. материалов.
 3. Строительство дорожных одежд из шлака и дресвы.
 4. Технология применения зол уноса и полимеров при строительстве дорожных одежд.

Литература: Славущкий А.К. и др. « Автомобильные дороги. Одежды из местных материалов »: Учебное пособие для вузов. - М.: Транспорт, 1987, - 255 с.

Вопрос 1. **Местные природные материалы и отходы промышленности, применяемые для строительства дорожных одежд.**

Местные материалы – собирательное наименование различных природных (щебень, гравий и др.) и искусственных (шлак, керамзит и др.) каменных материалов и полуфабрикатов, применяемых для строительства дорожных одежд и сооружений. Их разделяют на **местные** и **привозные**.

Местными называют материалы, доставляемые на место производства работ без использования ж/д, речного и морского транспорта.

Природные местные каменные материалы являются продукцией, получаемой при добыче и разрушении горных пород. К **природным** материалам относят:

- изверженные горные породы (гранит, диабаз и др.) отличаются высокой прочностью;
- метаморфические породы (мрамор, кварциты и др.) обладают высокой прочностью;
- осадочные породы (известняки). Известняки широко распространены на европейской части России. Они состоят из сцементированных зерен кальцита с примесью глинистого материала, кремнезема, окислов железа и др. В месторождениях известняки залегают слоями различной толщины и различного качества. Их различают: мраморовидные известняки, известняки-ракушечники, оолитовые известняки, мел, опока.
- осадочные породы химического происхождения (доломиты, магнезиты, известняковые туфы, гипс и др.). Характеризуются наличием пустот и трещин.
- обломочные горные породы (валуны, гравий, песок, дресва и др.).

Природные каменные материалы, как правило, содержат вредные примеси, поэтому их обогащают. Обогащение – процесс обработки минеральных материалов с целью получения продукции необходимого качества. Обогащение различают мокрое (промывка) и сухое (грохочение).

Искусственные материалы – это отходы и побочные продукты различных отраслей промышленности.

К ним относят:

каменные материалы:

- металлургические шлаки, которые получают в виде отходов при выплавке металлов из руды (доменные, мартеновские и др.). Доменные шлаки различают: кислые, имеющие высокую прочность (их дробят на щебень требуемых фракций), основные, имеющие пониженную прочность и обладающие вяжущими свойствами и гранулированные (имеющие невысокую активность после их помола).
- топливные шлаки, получаемые при сжигании твердого топлива в котельных и ТЭЦ;
- отходы промышленности (золы уноса, золошлаковые смеси, обладающие невысокой активностью, а также отходы каменных карьеров и горнорудной промышленности, силикатная крошка (шара), битый кирпич и т.п.).
- побочные продукты (шлам-продукт при получении каустической соды и др.);
- отходы строительства (старый асфальтобетон).

органические вяжущие:

- побочные продукты коксохимического производства (каменноугольный деготь, смолы, пек, бензольные составляющие и т.п.);

- побочные продукты предприятий нефтегазовой промышленности (гудроны, смолы дегти, древесный и таловый пек, кубовые кислоты и кубовые остатки стирола, пиролизная смола др.);
- вторичное сырье (резиновая крошка, остатки от регенерации отработанных смазочных масел и др.).

Вопрос 2. **Технология улучшения грунтовых дорог крупно скелетными добавками шлака, торфа и др. материалов.**

Грунтовые дороги и верхние слои земляного полотна можно улучшать гранулометрическими добавками, доводя грунт до оптимального состава или крупно скелетными добавками, создавая в слое каркас (скелет) из этого материала, а грунт, заполняя промежутки между ними, обеспечивает связность и водонепроницаемость уплотненного слоя.

Оптимальный состав грунта состоит из различных по крупности частиц, взятых в определенном соотношении. При этом наиболее крупные частицы создают скелет оптимальной смеси, а мелкие пылеватые и глинистые частицы заполняют поры и соединяют смесь в плотную массу.

В качестве гранулометрических добавок используют песчаные и песчано-гравийные смеси при глинистых грунтах земляного полотна, и суглинистые грунты и торф при песчаных малосвязных грунтах.

Гранулометрические добавки вывозят и распределяют равномерным слоем по поверхности земляного полотна, затем перемешивают на требуемую толщину (15-25 см) автогрейдером, дорожной фрезой или дисковой бороной. Торф предварительно размельчают фрезой. Готовую смесь профилируют автогрейдером и уплотняют. Уплотнение может происходить под движением автотранспорта при периодическом увлажнении смеси. В процессе уплотнения и при эксплуатации дороги ее поверхность периодически профилируют автогрейдером (обычно после дождя).

При улучшении крупноскелетными добавками в качестве улучшающих добавок используют шлаки, дресву, ракушку, малопрочный щебень. Наиболее прочным получается слой тогда, когда щебенки, создавая каркас, частично заклиниваются, а грунт заполняет оставшиеся поры.

Укрепляющие добавки можно вводить двумя способами:

1. постепенным за 2-3 приема вдавливанием добавок в грунт при уплотнении. Добавки рассыпают слоем 3-5 см на грунтовую, влажную поверхность, и уплотняют катками или под движением транспорта. После вдавливания добавок процессы повторяют. В процессе эксплуатации дороги происходит перемешивание добавок с грунтом под движением и периодическом профилировании. Толщина слоя получается 12-15 см;
2. перемешиванием добавок с грунтом после их распределения по поверхности проезжей части автогрейдером, дорожной фрезой или дисковой бороной. Готовую смесь профилируют и уплотняют укаткой или под движением, с периодическим профилированием. Толщина слоя до 20-25 см.

Вопрос 3. **Строительство слоев дорожных одежд из шлака и дресвы.**

Шлаки - продукт отхода металлургической промышленности (доменные, мартеновские) или сгорания твердого топлива (котельные).

Шлаковые отвалы рыхлят обычно взрывным способом.

Кислые доменные шлаки обладают высокой прочностью, поэтому их дробят и сортируют по фракциям, и используют их так же как фракционированный щебень.

Основные доменные и мартеновские шлаки имеют меньшую прочность и при уплотнении тяжелыми катками раздавливаются. Поэтому слои из них устраивают с

коэффициентом уплотнения 1,4- 1,5. Уплотнение шлака выполняют сначала легкими катками (3- 4 прохода), затем, после срезки неровностей автогрейдером, уплотняют тяжелыми катками с поливкой водой.

Признаком окончания уплотнения служит образование на поверхности плотной корки, на которой не остается следа от прохода катка.

При использовании котельных шлаков уплотнение выполняют только легким катком с поливкой водой. Поверхность засыпают шлаковой мелочью и подкатывают легким катком за 2-3 прохода.

Дресва – продукт выветривания скальных пород (щебень разного размера и формы). Дресву укладывают слоем 22-24 см и уплотняют пневмокатками с поливкой водой до получения ровной сплошной поверхности.

Вопрос 4. Технология применения зол уноса и полимеров при строительстве дорожной одежды.

При сжигании твердого топлива ТЭЦ получают золы уноса и золошлаковые смеси, которые обладают не высокой активностью, поэтому их можно использовать для укрепления грунтов самостоятельно, добавляя в грунт до 20-30% вяжущего от массы грунта.

Технология работ по укреплению грунтов такая же как и цементом см. тему 2.9. После устройства слои выдерживают 2-3 недели, а затем устраивают вышележащие слои. Более эффективно применение этих материалов в сочетании с цементом 15-25% - цемент; 75-85% - золы уноса или золошлаковые смеси.

Технология работ такая же, однако вяжущие вводят поочередно: сначала золы уноса и золошлаковые смеси и перемешивают с грунтом, затем цемент и окончательно перемешивают. После этого разливают воду, а остальные работы выполняются также как и по укреплению цементом.

Смеси из малопрочных минеральных материалов (песок, песчано-гравийные смеси, грунты), укрепленные синтетическими смолами практически превращаются в бетоны на полимерном вяжущем.

Полимерцементные бетоны получают двумя способами:

1. введением в состав минеральных смесей при смешивании водных дисперсий полимеров;
2. пропиткой готовых изделий (смесей) на требуемую глубину маловязкими синтетическими продуктами с отверждением их в капиллярах и порах материала.

Наиболее распространенными являются следующие полимерные смолы:

- поливинилацетатные эмульсии;
- дивинил стирольные латексы;
- сополимеры винилиденхлорида с винил хлоридом типа латекса.

Поскольку полимерные вяжущие после введения отвердителя начинают быстро твердеть, поэтому смесь лучше приготавливать в передвижных мешалках, тут же распределять и уплотнять.

Тема 2. 19

Производство работ по благоустройству автомобильных дорог и городских улиц. (8 часов)

- Вопросы:**
1. Особенности строительства тротуаров и посадочных площадок в населенных пунктах.
 2. Дорожные знаки и их установка.
 3. Устройство ограждений.
 4. Нанесение дорожной разметки.
 5. Освещение автодорог.

6. Производство работ по озеленению автомобильных дорог.

Вопрос 1. Особенности строительства тротуаров и посадочных площадок в населенных пунктах.

Тротуары можно устраивать:

1. в стороне от дороги, если позволяет ширина улицы (рядом с застройкой);
2. рядом с проезжей частью, но при этом тротуар должен быть отделен бордюром от проезжей части и приподнят на 15-25 см.



В стороне от дороги рядом с застройкой

Рядом с проезжей частью в городской черте

Рядом с проезжей частью вне населенного пункта

Рис. 94. Схемы расположения тротуаров.

Ширина тротуара зависит от количества пешеходов и устраивается не менее 1-1,2 м.

Тротуары имеют асфальтобетонное покрытие из песчаной или мелкозернистой асфальтобетонной смеси, толщиной 3-3,5 см на щебеночном основании толщиной 10-20 см и подстилающий слой из песка.

Работу начинают с разбивки тротуара и нарезки корыта автогрейдером. Если устанавливают бордюр, то сначала для него роется корыто шириной 40-50 см, в который укладывается выравнивающий слой из песка толщиной 5-6 см.

Бордюр устанавливается на цементобетонную или асфальтобетонную смесь автомобильным краном или вручную – специальными захватами. Материалы для тротуара, при отсутствии помех (смотровые колодцы), могут разравниваться автогрейдером и уплотняться катками небольшой ширины. При наличии помех работы выполняют вручную, а уплотнение выполняют виброкатками или трамбовками.



Рис. 95. Работы по строительству тротуаров:

- 1) устройство бетонного основания под бордюры;
- 2) установка бордюрных блоков;
- 3) устройство основания;
- 4) укладка асфальтобетонного покрытия вручную.

Асфальтобетонную смесь на тротуар укладывают асфальтоукладчиками, реже вручную, придавая его поверхности уклон в одну или две стороны.

В местах остановки автобусов устраивают остановочные площадки, которые включают (Рис. 91):

1. дополнительную полосу движения с полосами отвода (как правило, вне населенных пунктов);
2. остановочную площадку;
3. автопавильон.

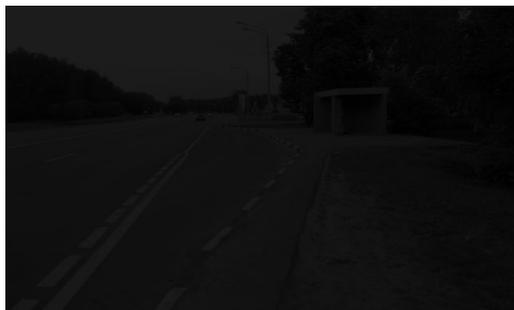


Рис. 96. Остановочная площадка.

Остановочные площадки поднимают над проезжей частью на 15-25 см так же, как тротуары, отделяя их бордюрами. Размер площадки зависит от количества пассажиров.

Пешеходные дорожки устраиваются по типу тротуаров в парках, на подходах к домам и другим объектам.

Вопрос 2. Дорожные знаки и их установка.

Согласно межгосударственному стандарту «Знаки дорожные. Общие технические условия» (ГОСТ 10807 – 78) предусмотрено 4 типа размеров дорожных знаков:

Типоразмер знака	Применение знаков		Размер знака, мм	
	вне населенных пунктов	в населенных пунктах	Треугольной формы	Круглой формы
1	Дороги с одной полосой	Дороги местного значения	700	600
11	Дороги с двумя и тремя полосами	Магистральные дороги	900	700
111	Дороги с четырьмя и более полосами	Скоростные дороги	1200	900
1V	Ремонтные работы на а/магистралях, опасные участки на других дорогах при обосновании целесообразности применения		1500	1200

Дорожные знаки устанавливают на встречу движению с правой стороны на присыпной берме или над проезжей частью. Расстояние установки знака от бровки до его края 0,5 – 2 м (5 м), знак должен возвышаться над кромкой проезжей части на 1,5 м, а если он расположен над проезжей частью, то не менее 5,5 м.

1)



2)

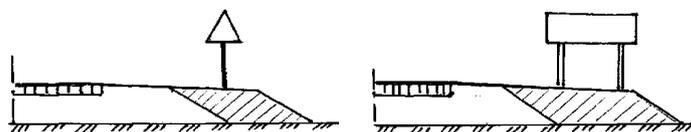


Рис. 97. Установка дорожных знаков.

- 1) на присыпных бермах;
- 2) над проезжей частью.

Опоры знаков выполняют из металлических или асбоцементных труб, реже из дерева. Опоры устанавливают на присыпной берме. Установку опор производят в пробуренные в берме скважины и бетонируют, реже забивают камнем с грунтом.

В населенных пунктах знаки закрепляют на кронштейнах, которые крепят к столбам и к зданиям или подвешивают над проезжей частью. Для обеспечения видимости в ночное время знаки выполняют светодиодные или с подсветкой (стеклянные) или освещают снаружи.

Вопрос 3. Устройство ограждений.

Ограждения на автомобильных дорогах разделяют на: 1) транспортные и 2) пешеходные (рис. 92).



Рис. 98. Виды ограждений.

Транспортные ограждения обеспечивает удержание автомобиля на проезжей части и ориентирует водителя о его местоположении на дороге.

Транспортные ограждения разделяют на (рис. 93):

1. ориентирующие (сигнальные столбики);
2. удерживающие (барьерные из металлического профиля);
3. отбойные (тросовые).



Рис. 99. Ограждения на автомобильных дорогах.

Ограждение крепят к металлическим стойкам из швеллера или двутавра, которые заделывают в обочине (обычно вдавливают) на глубину 0,7-1,5 м.

Последовательность работ по устройству ограждений:

1. разбивочные работы. Закрепление точек установки стоек;
2. вывозка и распределение деталей ограждения;
3. вдавливание или забивка стоек ограждений;
4. Монтаж металлического профиля, крепление катафотов.

Вопрос 4. Нанесение дорожной разметки.

Дорожную разметку различают: горизонтальная и вертикальная.

Горизонтальную разметку выполняют сплошными или прерывистыми линиями шириной 10 см, а на автомагистралях 20 см. Кроме этого наносят символическую разметку (стрелки, номера маршрутов и др.). Горизонтальную разметку выполняют различными разметочными материалами:

1. износостойкими красками;
2. пластиками, укладываемыми в горячем и холодном состоянии;
3. полимерными лентами;
4. штучными светоотражающими элементами.

Более распространена разметка, которую выполняют быстросохнущей износостойкой краской. Ее выполняют маркировочными машинами двумя способами:

1. воздушный (распыление с помощью воздуха) машинами ДЭ-3А, ДЭ-18А и др.
2. безвоздушный способ (распыление краски выполняют под высоким давлением) машинами РДТ-210-02 и др.

При нанесении краски по ее поверхности одновременно распыляются стеклошарики, повышающие видимость разметки.

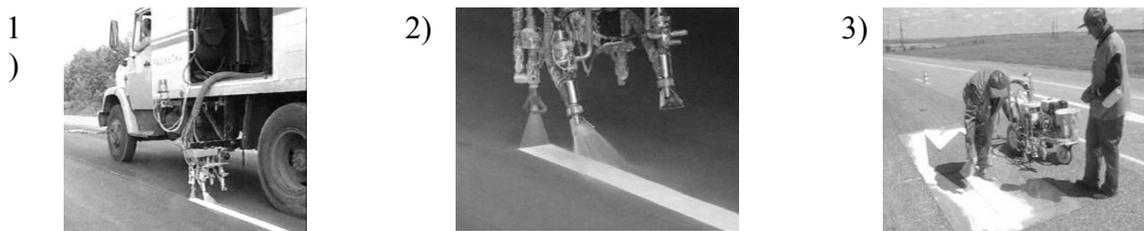


Рис. 100. Нанесение горизонтальной разметки.

- 1) безвоздушный способ машиной РДТ-210-02; 2) распыление краски и стеклошариков; 3) нанесение символической разметки по трафарету.

Движение по разметке разрешается открывать через 15 минут при использовании краски и через 30 минут при использовании термопластика. Для предупреждения наезда на разметочные линии на них тут же устанавливают ограждающие конуса.



Рис. 101. Выполнение разметки краской разметочными машинами.

- 1) На шасси автомобиля 2) С ручным приводом 3) На самоходной тележке

Вертикальную разметку наносят на вертикальные элементы; ограждения, опоры и пролетные строения путепроводов и др. краскораспылителем или вручную.

Символьную и вертикальную разметку наносят краскораспылителем или вручную кистью по трафарету (Рис. 94, 3).

Более долговечную разметку выполняют термопластиком, который наносят слоем толщиной 3-4 мм при температуре 160-180⁰ специальными маркировочными машинами. По его поверхности распределяют стеклошарики.

Нанесение термопластика может выполняться двумя способами:

1. сплошным слоем;
2. структурным слоем чешуйчатой или капельной формы.

Кроме этого для повышения шероховатости поверхность термопластика можно выполнять с устройством вертикальных выступов высотой 5-10 мм.

Полимерные ленты заводского изготовления можно наносить двумя способами:

1. приклеиванием специальным клеем к холодному покрытию;
2. вдавливанием катком в свежеложенный горячий асфальтобетон при его уплотнении.

Движение по разметке можно открывать:

1. при выполнении разметки краской – не ранее чем через 15 минут;
2. при выполнении разметки термопластиком - не ранее чем через 30 минут;
3. при выполнении разметки полимерными лентами – после остывания покрытия и отвердения клея.

5. Освещение автодорог.

Освещение автомобильных дорог выполняют:

1. на крупных мостах и паромных переправах;
2. в тоннелях;
3. на железнодорожных переездах;
4. на пешеходных переходах и на опасных участках;
5. в местах выезда на набережные;
6. на автомагистралях и подъездах к крупным населенным пунктам при интенсивности движения более 20 тыс. автомобилей в сутки.

Освещение выполняют галогенными, натриевыми или ртутными лампами белого или желтого цвета большой мощности.

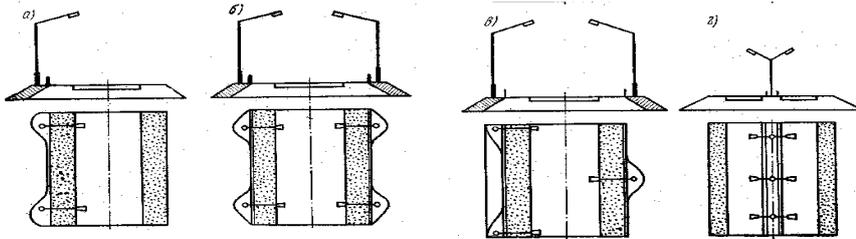


Рис. 102.
Схемы размещения
светильников.

а, б, в) на присыпных бермах с одной или с двух сторон;
г) на разделительной полосе дороги I категории.

Светильники размещают на опорах на высоте 7,5 – 11 метров.

Опоры располагают через 20-50 метров:

Вопрос 6. Производство работ по озеленению автомобильных дорог.

Озеленение на автомобильных дорогах выполняют:

1. высаживая посадки вдоль дорог для снегозадержания и декоративного озеленения;
2. засеивая травы на разделительной полосе, обочинах, на дорожной полосе, на газонах и т. п.
3. устраивая цветочные клумбы на территории базы, на остановочных площадках, АЗС и т.п.

Для выполнения работ по посадке деревьев предварительно готовят почву (перепахивают и удобряют) под зиму или по весне, и готовят лунки.

Посадочный материал выращивают в питомниках, получая сеянцы (1-2 года) или саженцы (3-4 года). Рис. 97а.

Посадку деревьев выполняют с осени или ранней весной, периодически обеспечивая их поливку и рыхление почвы.

За посадкой организуют уход выполняющий:

1. прополку;
2. поливку;
3. рыхление почвы;
4. обрезку;
5. борьбу с вредителями.



Рис. 103. Работы по озеленению.

а) посадочный материал в питомниках. б) посадка механизированным способом.
в) обработка посадок от вредителей

Для получения хорошего травяного покрова на откосах, газонах и разделительных полосах, который обеспечивает хороший эстетичный вид, высевают травосмеси. Они позволяют получить дерновой слой толщиной 6–15 см.

Травосмесь высевают по подготовленному слою растительного грунта толщиной не менее 10-15 см, заделывая в грунт на глубину 1-4 см.

Для создания цветников предварительно выращивают цветочную рассаду в парниках, а затем ее высаживают в положенные сроки, создавая соответствующий рисунок.



Рис. 104. Цветочные клумбы у автомобильных дорог.

Тема 2.20

Производственный контроль качества и приемка выполненных работ. (6 часов)

- Вопросы:**
1. Этапы производственного контроля качества работ. (§ 21,1)
 2. Виды и порядок приемки работ и объектов. (с. 197-198)
 3. Освидетельствование скрытых работ и правила приемки ответственных конструкций. (с. 198-199)
 4. Приемка законченных объектов рабочими комиссиями. (с. 200)
 5. Приемка в эксплуатацию государственными приемочными комиссиями.
 6. Оценка качества выполненных работ. (с. 201-202)
 7. Практическое занятие № 11.

Вопрос 1. Этапы производственного контроля качества работ.

Для обеспечения выполнения работ в соответствии с рабочим проектом и надлежащим качеством выполняют производственный контроль качества, который состоит из трех этапов

- а) входной;
- б) операционный;
- в) приемочный.

Входной контроль выполняют до начала работ по строительству дороги или ее элементов, проверяя качество грунтов и поступающих материалов, их влажность, а так же производят отладку технических процессов (пробное уплотнение земляного полотна и дорожной одежды; количество проходов фрезы и т.п.)

Операционный контроль выполняют в процессе выполнения СМР с тем, чтобы внести изменения в технологию при отклонении от требуемых параметров при этом контролируют:

1. ширину, толщину слоев;
2. поперечные уклоны;
3. степень уплотнения;
4. качество перемешивания смеси и т.д.

Приемочный контроль заключается в приемке выполненных работ от подрядчика к заказчику.

Вопрос 2. **Виды и порядок приемки работ и объектов.**

В строительстве предусмотрена приемка выполненных работ от подрядчика к заказчику. Приемка выполняется:

- а) периодически по мере выполнения работ (1-2 раза в месяц);
- б) по окончанию работ по отдельному элементу дороги;
- в) по окончанию строительства дороги или объекта.

Приемку различают:

1. скрытых работ;
2. ответственных конструкций;
3. законченных объектов рабочими комиссиями;
4. государственными приемочными комиссиями построенных участков дорог и титульных сооружений.

Приемку выполняет комиссия, состав которой определяется заказчиком и назначается заранее до окончания выполнения работ.

Приемка работ оформляется актом, в котором дается оценка качества выполненных работ. Составление Акта выполняется в практической работе № 11.

Вопрос 3. **Освидетельствование скрытых работ и приемка ответственных конструкций.**

К скрытым работам относятся такие работы, которые в последствии не будут видны (земляное полотно, дренажные сооружения и т.д.).

Приемку скрытых работ выполняет комиссия в составе: представитель заказчика, мастер или прораб. При необходимости можно привлекать лаборантов и геодезистов.

При приемке работ комиссия проверяет в натуре выполненные работы, оценивает качество, определяет отклонения от требуемых параметров.

Отклонения от требуемых параметров определены СНиП 3.06.03 – 85 и ВСН 19-89.

Приемку оформляют актом, в котором указывают выполненные работы, применяемые материалы, используемую документацию; и комиссия дает разрешение на выполнение последующих работ.

Вопрос 4. **Приемка законченных объектов рабочими комиссиями.**

Назначение рабочей комиссии - проверить соответствие выполненных работ проекту и нормативной документации, а также выявить дефекты и недоделки на законченном строительством объекте и назначить сроки для их устранения.

В состав рабочей комиссии входят:

1. представитель заказчика – председатель комиссии;
2. представитель подрядчика и субподрядчика (главный инженер , начальник ПТО, представитель профкома);
3. представитель санитарной инспекции и пожарного надзора;
4. представитель ГИБДД;
5. представитель заинтересованных организаций;
6. представитель местной власти.

Комиссия проверяет всю документацию, по которой строился объект; оценивают на месте объем и качество выполненных работ, с составлением ведомости дефектов и ведомости недоделок.

Приемку оформляют Актом о готовности законченной строительством реконструкции автомобильной дороги с приложением указанных ведомостей.

Вопрос 5. Приемка в эксплуатацию государственными приемочными комиссиями

Приемку законченных строительством участка дороги и титульных объектов выполняет государственная приемочная комиссия. Она принимает не только законченные объекты, но и участки дорог, построенные за строительный сезон (ввод в действие).

Состав государственной приемочной комиссии такой же, как и рабочей комиссии. Комиссия проверяет в натуре, выполненные работы по указанным рабочей комиссией дефектам и недоделкам, и оформляет приемку Актом государственной приемочной комиссии.

В Акте указываются выполненные работы в фактических единицах, их стоимость и дается общая оценка качества строительства.

Акт составляется в трех экземплярах. Заказчик должен в трехмесячный срок составить паспорт на принятую дорогу, и после этого объявляются торги на содержание дороги.

Вопрос 6. Оценка качества выполненных работ.

Оценку качества отдельных видов работ оценивают по результатам оценки отдельных параметров. Их оценку выполняют по формуле, рассчитывая значение комплексного показателя:

$$P = \frac{5 \times n_5 + 4 \times n_4 + 3 \times n_3}{N}$$

где: n_5 ; n_4 ; n_3 – количество соответствующих оценок;

n - общее количество оценок .

Согласно СНиП 3.06.03 – 85 оценку качества определяют по значению комплексного показателя P по формулам : №2 - для земляного полотна;

№4 - для дорожной одежды;

№6 - для построенной автомобильной дороги.

Оценка выставляется, согласно п 1.3, согласно СНиП 3.06.03 – 85, если:
 $P=4,61-5,0$ - “отлично” (5); $P=3,91-4,6$ - “хорошо” (4); $P=3,0-3,9$ - “удовлетворительно” (3) .

Вопрос 7. Практическое занятие №11. (См. рабочую тетрадь по практическим работам.)

Тема 2.21_

Правила техники безопасности при строительстве автомобильных дорог и аэродромов. (1 час)

Улучшение и оздоровление труда – задача не только медицинская, но и экономическая.

Для строительных рабочих с учетом характера и условий труда предусматриваются санитарно-гигиенические и бытовые помещения: гардеробная, помещение для сушки, чистки и дезинфекции одежды, туалеты, умывальники, души.

В полевых условиях для этих целей используют передвижные вагончики. При установке их удаляют от источников пыли не менее чем на 50 м, от туалетов – не менее чем на 100-200 м и располагают с наветренной стороны.

На объекте строительства обязательно должна быть питьевая вода по норме не менее 2,6 – 4 л/сут.

Строительство автомобильной дороги выполняется самоходными, прицепными или навесными машинами (бульдозерами, скреперами, автогрейдерами, катками и т.п.). Поэтому многие вопросы безопасности работы на них подчиняются единому требованию: к самостоятельному управлению машинами допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие удостоверение на право управления машиной и прошедшие инструктаж по технике безопасности. Не разрешается садиться в движущуюся машину, становиться на раму, отвал, подножку при движении машины; устранять мелкие неисправности или находиться между основной и прицепной машиной при работающем двигателе; двигаться по косогорам не допустимой крутизны для данной машины; работать без света или при недостаточной освещенности. При работе двух и более самоходных или прицепных машин, идущих друг за другом, расстояние между ними должно быть не менее 5м.

Техника безопасности при работе на отдельных машинах дается при вводном инструктаже и инструктаже на рабочем месте инженером по охране труда, мастером и прорабом.

Тема 2.22

Охрана окружающей среды при строительстве автомобильных дорог и аэродромов. (1 час)

Должны знать: мероприятия по охране окружающей среды на различных этапах строительства автомобильных дорог и аэродромов.

Автомобильные дороги оказывают существенное влияние на окружающую природу, нарушая водно-тепловой режим местности, загрязняя окружающую местность солями, отработанными газами и шумом, возникающим при строительстве дороги и при движении транспортных средств.

Основные мероприятия по уменьшению загрязнения атмосферного воздуха при выполнении технологических процессов в первую очередь направлены на уменьшение токсичности отработанных газов. Для исключения загрязнения воздуха пылью, необходимо проводить мероприятия по пылеподавлению и снижению пылимости при выполнении технологических процессов по строительству. При разработке грунтов необходимо полить водой место разработки, и в первую очередь на участках дорог расположенных недалеко от жилья, зон отдыха, вдоль полей, занятых сельскохозяйственными культурами.

В целях исключения воздействия на растения необходимо устраивать организационные стоянки дорожно-строительных и транспортных машин, изолированные

от окружающей территории, производить заправку и мойку в специально отведенных местах.

При распределении вяжущих и пленкообразующих материалов необходимо принять меры, исключающие их попадания на растения и почву

По окончании строительства земляного полотна следует проводить рекультивацию боковых и сосредоточенных резервов, временных землевозных дорог и объездов, стоянок строительных машин и других мест, где был нарушен естественный растительный покров.

Рекультивацию выполняют в два этапа: 1. технический;
2. биологический.

Технический этап включает:

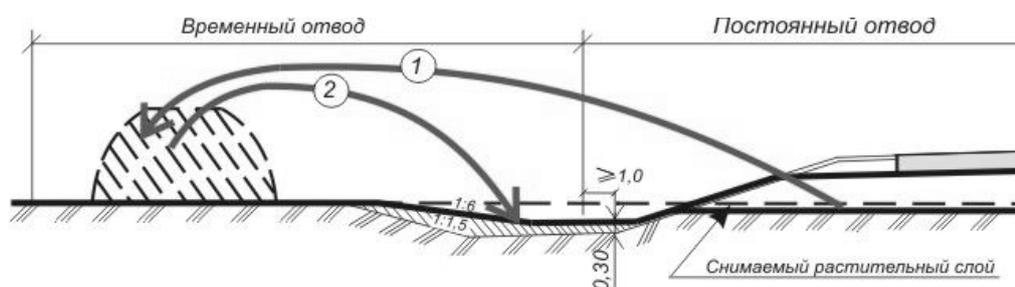


Рис. 105. Схема рекультивации боковых резервов.

1. снятие растительного слоя из-под насыпи, с поверхности боковых резервов и грунтовых карьеров;
2. обратная надвигка растительного грунта на дно и откосы резервов и грунтовых карьеров слоем не менее 0,3 м.

Биологический этап включает:

1. вспашку и внесение минеральных удобрений
2. посев многолетних трав на поверхности грунтовых карьеров.

Литература

1. Каменев С.Н. «**Строительство автомобильных дорог и аэродромов**». учебное пособие для СПО – Волгоград: ИД «Ин-Фолио», 2010 г. – 384 с.
2. Кубасов А.У. и др. «**Строительство, ремонт и содержание автомобильных дорог**», М.: Транспорт, 1985г. - 336 с.
3. Под редакцией В.П. Подольского **Строительство автомобильных дорог. Дорожные покрытия**: учебник для студ. высш. проф. образования. 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 304 с.
4. **СНиП 3.06.03-85**. Автомобильные дороги. Госстрой, 1986.
5. Технологические карты на устройство земляного полотна и дорожной одежды (Росавтодор). Издание официальное. Москва 2004. - 360 с.
6. **СНиП 3.06.06-88**. Автомобильные дороги. Госстрой, 1988.
7. Инструкция по разбивочным работам при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог и искусственных сооружений. **ВСН 5 - 81**.
8. Руководство по сооружению земляного полотна автомобильных дорог. Минтрансстрой. М.: Транспорт, 1982 г. - 160 с.
9. **ВСН 123-77**. Инструкция по устройству покрытий и оснований из щебеночных, гравийных и песчаных материалов, обработанных органическими вяжущими. Минтрансстрой, М., 1977.
10. **ТУ 400-24-163-89** с изм. № 1 и переизд. 16.02.95. Щебень черный горячий. М.: НИИМосстрой, 1989.
11. Руководство по строительству оснований и покрытий автомобильных дорог из щебеночных и гравийных материалов. СоюздорНИИ, 1999.
12. **ВСН 39-79**. «Технические указания по укреплению обочин автомобильных дорог». Минавтодор РСФСР, Транспорт, М., 1980.
13. Инструкция по организации движения и ограждению мест производства дорожных работ: **ВСН 37-84** / Минавтодор РСФСР.- М.:Транспорт, 1985.-59 с.
14. Пособие по строительству асфальтобетонных покрытий и оснований, автомобильных дорог и аэродромов. М.: СоюздорНИИ, 1991.
15. Правила приемки работ при строительстве, капитальном и среднем ремонтах автомобильных дорог: **ВСН 19-81** / Минавтодор РСФСР.- М.:Транспорт, 1982.-120 с.
16. Правила техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1979.- 175 с.
17. Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах: **ВСН 25-86**/ Минавтодор РСФСР.- М.: Транспорт, 1988.- 183 с.
18. Технические рекомендации по устройству дорожных конструкций с применением асфальтобетона. ТР 103-00. М.: ГУП «НИИМосстрой», 2000.