Оглавление

Глава 1 Организация строительства автомобильных дорог и аэродромов

Тема 1.1 Организация строительства автомобильных дорог…….6

Тема 1.2 Документация по организации строительства и производства……..8

Тема 1.3 Материально-техническое обеспечение объектов строительства……. 10

Глава 2. Строительство земляного полотна

Тема 2.1. Подготовительные работы

2.1.1. Расчистка дорожной полосы……13

2.1.2. Разбивочные работы……16

2.1.3 Снятие и складирование плодородного слоя почвы……..17

Тема 2.2 Разработка, перемещение и укладка грунтов при строительстве автомобильных дорог и аэродромов

2.2.1. Очередность и продолжительность производства земляных работ на летном поле ……18

2.2.2. Способы отсыпки насыпей и разработки выемок…….....21

2.2.3. Производство земляных работ бульдозерами……23

2.2.4. Скреперные работы …….27

2.2.5. Разработка грунта и возведение насыпей экскаваторами …….29

2.2.6. Гидромеханический способ земляных работ …….31

Тема 2.3 Уплотнение грунтов

2.3.1. Технология производства работ по уплотнению грунтов …….34

2.3.2 Определить сменную производительность катка и их необходимое количество ……..38

Тема 2.4 Производство земляных работ в особых условия

2.4.1. Сооружение земляного полотна на болотах ……39

2.4.2. Выполнение земляных работ в зимний период ……..43

Тема 2.5 Отделочные и планировочные работы

2.5.1 Планировочные и отделочные работы ……46

Тема 2.6 Производственный контроль качества ……...49

2.6.1. Входной контроль …… 50
2.6.2. Операционный контроль…….. 51
2.6.3Приемка земляных работ ……..53

Глава 3. Строительство дорожных одежд

3.1 Назначение дополнительных слоев ……..54
3.1.1. Технология строительства дополнительных слоев оснований из различных материалов ……57
3.1.2 Контроль качества работ при строительстве дополнительных слоев….60
3.2 Строительство щебеночных и гравийных оснований и покрытий и мостовых……61
3.2.1 Технология строительства щебеночных оснований и покрытий способом заклинки ……. 62
3.2.2Технология строительства оснований и покрытий из песчано-гравийных, гравийно-песчаных и щебеночных смесей ……65
3.2.3Технология строительства щебеночных (гравийных) оснований, обработанных не на полную глубину пескоцементной смесью, методами перемешивания и пропитки (вдавливания) ……..…..66
3.2.4.Общие сведения о технологии строительства мостовых ……68
3.2.5Контроль качества работ при строительстве щебеночных и гравийных оснований и покрытий и мостовых ……..…..70
3.3 Строительство оснований и покрытий из каменных материалов, обработанных органическими вяжущими
3.3.1 Технология строительства щебеночных оснований и покрытий по способу пропитки …….……71
3.3.2 Технология строительства оснований и покрытий из каменных материалов, обработанных органическими вяжущими способом смешения на дороге ……74
3.3.3. Технология строительства оснований и покрытий из черного щебня и смесей, обработанных битумом в смесителе ……77
3.4 Строительство асфальтобетонных покрытий и оснований

3.4.1 Технология строительства покрытий и оснований из горячих асфальтобетонных смесей ……..79
3.4.2Уплотнение асфальтобетонных смесей …… 81
3.4.3Уплотнение асфальтобетонных смесей при разной погоде …….83
3.4.4Особенности строительства асфальтобетонных покрытий при пониженных положительных и отрицательных температурах……..85
3.4.5Организация работ при строительстве асфальтобетонных покрытий ….. 87
3.4.6Системы контроля и управления асфальтоукладчиков ……...89
3.4.7Определить сменную производительность асфальтоукладчика и их необходимое количество ……91
3.4.8Особенности технологии строительства асфальтобетонных покрытий из холодных смесей ……92
3.4.9Строительство покрытий их литых асфальтобетонных смесей …….94
3.4.10 Строительство покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона ……97
3.4.11 Строительство покрытий из асфальтобетонных смесей на основе полимерно-битумных вяжущих ……..100
3.4.12 Особенности технологии строительства асфальтобетонных покрытий и оснований при пониженных температурах воздуха ……103
3.4.13 Контроль качества работ при строительстве асфальтобетонных покрытий и оснований ……..106
3.5. Строительство поверхностной обработки покрытий
3.5.1 Назначение и способы строительства поверхностной обработки …….109
3.5.2. Контроль качества работ при строительстве поверхностной обработки покрытий ……116
3.6.Строительство монолитных цементобетонных, армобетонных и железобетонных покрытий и оснований ……118
3.6.1. Технология строительства дорожных одежд с цементобетонными покрытиями комплектами машин ……119

3.6.2.Особенности технологии строительства армобетонных и железобетонных покрытий и оснований …….133
3.6.3 Строительство предварительно напряжённых монолитных цементобетонных покрытий ……..136

3.6.4Контроль качества работ при строительстве монолитных цементобетонных, армобетонных и железобетонных покрытий и оснований ……..139
3.7 Строительство дорожных одежд с использованием местных материалов ……..142
3.7.1.Технология улучшения грунтовых дорог созданием оптимальных грунтовых и грунтощебеночных (или грунтогравийных) смесей, добавками металлургических шлаков, торфа и других местных материалов ……143
3.7.2 Строительство конструктивных слоев дорожных одежд из шлаковых материалов и шламов…… 145

Тема 1. Организация строительства автомобильных дорог

Под организацией строительства понимают комплекс мероприятий, определяющий метод выполнения работ, численность и расстановку трудовых и материально-технических ресурсов, их взаимодействие и порядок использования, а также систему управления или в течение всего периода строительства.

Технология применительно к дорожно-строительным работам – это совокупность приемов и способов разработки и перемещения грунтов, строительных материалов и полуфабрикатов, монтажа и обработка их в дорожных конструкциях, выполняемых в определенной последовательности и режима с целью сооружения дороги.

Рациональная организация дорожного и аэродромного строительства должна предусматривать:

- поточный метод производства работ, обеспечивающий строгую последовательность выполнения отдельных видов работ, непрерывную готовность участков земляного полотна для устройства дорожной одежды и непрерывное использование трудовых и материально-технических ресурсов;
- прогрессивную технологию, основанную на целесообразном для конкретных условий распределении земляных масс и передовых способах выполнения отдельных видов земляных работ и работ по возведению дорожных одежд и обустройства дороги;
- комплексную механизацию с применением выбранных на основе технико-экономического сравнения рациональных комплексов машин и отдельных средств механизации, обеспечивающую максимальное снижение затрат ручного труда и наилучшее использование машин и механизмов.

Процесс возведения земляного полотна должен быть организован без разрывов. Разрывы в возводимом земляном полотне допускаются на участках сосредоточения или расположения искусственных сооружений и на участках с особыми грунтовыми условиями, где работы выполняются по индивидуальному проектному решению,

предусматривающему технологические или сезонные перерывы (глубокие болота, оползневые участки, глубокие выемки и др.).

Земляное полотно следует возводить с опережением последующих работ (заделом), величина которого должна обеспечивать непрерывное и равномерное устройство дорожных оснований и покрытий. Величину задела земляного полотна следует определять в каждом конкретном случае в зависимости от годовых объемов устройства покрытий.

По своему составу и организации работы на аэродромах существенно отличаются от дорожно-строительных работ, которые выполняются при сооружении автомобильных дорог. Особенностью организации аэродромно-строительных работ является производство их на сравнительно широких (до 1 км) и коротких (до 4—5 км) площадях. Это позволяет сосредоточить землеройные и транспортные машины на ограниченной территории и организовать работы поточным методом по продольно-участковой схеме.

Контрольные вопросы:

1. В чем сущность поточного метода организации дорожно-строительных работ?
2. Каково принципиальное отличие содержания задач организации строительства от задач технологии строительства?
3. Какие известные методы организации строительством существуют?

Тема 1.2 Документация по организации строительства и производства

Работы по строительству автомобильных дорог и аэродромов должны осуществляться на основе утвержденных проектов организации строительства и проектов производства работ, которые должны содержать детально разработанные и полностью отвечающие местным условиям указания по технологии строительства.

Проект организации строительства (ПОС) составляет проектная организация.

ПОС разрабатывается с целью установления принципиальных решений по организации строительства дороги в целом, а также подготовительных и основных

работ и является основанием для составления смет, планирования капитальных вложений и объемов работ, своевременного проведения внеплощадочных и внутриплощадочных подготовительных работ.

ПОС разрабатывают для всего объема работ, предусмотренного при строительстве дороги в целом или ее участка, выделенного в отдельный титул, и на весь период строительства.

Проект производства работ (ППР) могут разрабатывать генеральный подрядчик, организация-исполнитель или специализированная проектно-технологическая организация. Для наиболее сложных участков сосредоточенных работ возможна разработка отдельных ППР.

ППР уточняет и детализирует решения, принятые в ПОС. Положения утвержденного ПОС можно изменять только в случае, если это ведет к снижению стоимости работ, сокращению сроков строительства, повышению производительности труда и улучшению качества. Изменения необходимо согласовать с проектной организацией, разработавшей ПОС, и организацией, утвердившей проектную документацию.

При составлении ППР следует широко использовать типовые технологические схемы и карты по возведению земляного полотна, разработанные научно-исследовательскими организациями, путем привязки их к местным условиям.

Технологические карты – это технологические документы проекта производства работ, в полном объёме регламентирующие ход выполнения одного из видов или комплекса строительно – монтажных работ, объединённых по принципу законченной строительной продукции. Их задача – способствовать уменьшению трудоемкости, улучшению качества и снижению себестоимости строительно-монтажных работ.

Технологические карты разрабатываются с целью установления способов и методов выполнения отдельных видов работ, уточнения последовательности составляющих процессов и продолжительности, определения необходимого для осуществления работ количества рабочих, материальных и технических ресурсов.

Технологическая карта состоит, как правило, из следующих разделов:

- область применения;
- общие положения;
- организация и технология выполнения работ;
- требования к качеству работ;
- потребность в материально-технических ресурсах;
- техника безопасности и охрана труда;
- технико-экономические показатели.

Контрольные вопросы:

1. С какой целью разрабатывается ПОС?
2. Кто разрабатывает ППР?
3. Чем ПОС отличается от ППР?

Тема 1.3 Материально-техническое обеспечение объектов строительства

Система материально-технического обеспечения строительства в условиях рынка ориентирована на сеть предприятий промышленности и стройиндустрии, транспортных и энергетических организаций, научно-исследовательских, проектных, учебных и других учреждений, хозяйств. Она направлена на обеспечение строительного комплекса необходимыми материально-техническими ресурсами.

Предприятия и организации работают в условиях, характеризующихся достаточной свободой предпринимательской деятельности, которая зафиксирована законодательно: они обладают необходимой хозяйственной самостоятельностью по отношению к управленческим и властным государственным структурам, имеют доступ практически ко всем ресурсам, свободны в выборе контрагентов при совершении торгово-закупочных и хозяйственных операций, самостоятельно (исходя из своих интересов) распоряжаются получаемым доходом, выбирают направления развития своей деятельности, руководствуясь целями получения максимальной прибыли. Материально-технические ресурсы строительства подразделяются на производственные, непроизводственные и природные.

Цели материально-технического обеспечения строительных организаций:

•своевременное обеспечение строительного производства необходимыми видами ресурсов требуемого качества и количества;

•улучшение использования ресурсов: повышение производительности труда, фондоотдачи, обеспечение ритмичности строительных процессов, сокращение оборачиваемости оборотных средств, полное использование вторичных ресурсов, повышение эффективности инвестиций и другие показатели;

•анализ организационно-технического уровня строительного производства и качества строительно-монтажных работ (услуг) своей организации и у конкурентов, позволяющих разработать предложения по повышению конкурентоспособности выпускаемой продукции — зданий и сооружений (услуг) и др.

Для достижения перечисленных целей в строительной организации необходимо постоянно выполнять следующие работы:

•Проведение маркетинговых исследований рынка поставщиков строительных материалов, конструкций, изделий, полуфабрикатов и др. (оказание услуг). Выбор поставщиков рекомендуется осуществлять исходя из следующих требований: наличие у поставщиков лицензии и достаточного опыта работы в данной области, высокий организационно-технический уровень производства, надежность и прибыльность работы, обеспечение конкурентоспособности выпускаемых строительных материалов и др., приемлемая их цена, простота схемы и стабильность их поставок;

•Нормирование потребности в конкретных материально-технических ресурсах.

•Разработка организационно-технических мероприятий по снижению норм и нормативов расхода материально-технических ресурсов.

•Поиск каналов и форм материально-технического обеспечения строительного производства.

•Разработка материальных балансов.

•Планирование материально-технического обеспечения строительного производства.

•Организация обеспечения строительными материалами, конструкциями, изделиями, полуфабрикатами и другими материалами рабочих мест.

•Учет и контроль использования материально-технических ресурсов.

•Организация сбора и переработки отходов строительного производства.

•Анализ эффективности использования материально-технических ресурсов.

•Стимулирование работы по улучшению использования материально-технических ресурсов.

В зависимости от этих функций определены соответствующие службы материально-технического обеспечения (МТО) строительного производства.

К ним следует отнести:

•службу материально-технического снабжения, которая должна своевременно обеспечивать и регулировать поставки для производственного процесса сырья, полуфабрикатов, комплектующих деталей. Кроме того, органы снабжения и сбыта обеспечивают выполнение услуг в объеме, номенклатуре и в сроки, установленные хозяйственными договорами;

•службу складирования и хранения материалов, топлива, сырья и готовой продукции, которые обеспечиваются складским хозяйством, являющимся производственно-технической базой системы снабжения и сбыта;

•производственно-технологическую службу комплектации готовой продукции. Она особенно важна, так как возведение зданий и сооружений требует поставки комплекта сборных элементов строго по календарным графикам. Поэтому служба производственно-технологической комплектации обеспечивает подбор изделий и конструкций строго в определенном количестве и номенклатуре, в заданные сроки по суточным и часовым графикам, согласованным со строительными организациями;

•службу инструментального хозяйства и технологической оснастки. Она должна обеспечивать производство инструментом, приспособлениями, технологической оснасткой, формами высокого качества при минимальных издержках на их

производство. Обеспеченность ими предопределяет успех внедрения передовой технологии, механизации трудоемких работ;

- службу ремонтно-механических производств, которая должна обеспечивать рабочее состояние большого и сложного парка оборудования, машин путем их ремонта и модернизации. Четкая работа этой службы в большой степени определяет результаты работы строительной организации;
- службу транспортных процессов, которая обеспечивает перемещение внутри строительной площадки и вне ее огромных масс грузов, необходимых для нормального функционирования производственного процесса. Особенно точной и ритмичной работы требует технологический транспорт, связывающий отдельные процессы в единую производственную систему.

Контрольные вопросы:

- 1. Какие цели материально-технического обеспечения?
- 2. Как подразделяются материально-технические ресурсы строительства?

Тема 2.1 Подготовительные работы

2.1.1 Расчистка дорожной полосы

При разработке выемки глубиной более 1 м экскаватором корневая система и пни могут быть удалены в процессе разработки выемки, по грунт в этом случае будет засорен древесиной и поэтому не может быть использован для отсыпки насыпей на аэродроме.

Очистить участок от кустарника можно двумя способами: срезкой кустарника с последующим удалением его за пределы участка и очисткой поверхности от корней и пней; удалением кустарника вместе с корневой системой за пределы участка.

При первом способе для срезки кустарника и мелкого леса диаметром до 15—20 см применяют кусторезы или бульдозеры, монтируемые на тракторе; для сбора срезанного кустарника и удаления его за пределы участка — корчеватели-собиратели; для очистки поверхности от корней и пней — корчеватели-собиратели или рыхлители. При втором способе все рабочие операции можно выполнить корчевателем-собирателем.

При необходимости использовать древесину для строительных целей или при большом объеме работ, позволяющем полностью загрузить все машины в течение всего строительного периода, целесообразно применить первый способ; при незначительном объеме работ — второй способ.

Удалять деревья с корнями можно двумя способами: спилить, а после выкорчевать оставшиеся пни, свалить вместе с корнями. При первом способе необходимо спилить деревья, обрубить сучья, раскряжевать хлысты, доставить деловую древесину на склад, собрать и удалить за пределы участка сучья, выкорчевать и удалить пни, засыпать ямы после корчевки пней. При втором способе рабочие операции по валке деревьев и корчевке пней совмещаются, остальные рабочие операции остаются, как и при первом способе.

Выбор способа удаления леса зависит от конкретных условий строительства, характера леса, возможности его использования и наличии средств механизации.

Механическим способом нельзя валить деревья с корнем зимой и летом, когда грунт очень прочный, а также при наличии деревьев большого диаметра. В этих условиях лучше применять взрывной способ.

Спиливать деревья лучше зимой, так как зимняя древесина долговечнее и ее легче транспортировать.

Деревья следует валить в сторону их наклона или по направлению ветра. Нельзя валить деревья при сильном ветре, когда качаются толстые сучья деревьев, сильном снегопаде, при видимости менее 50 м, потому что в этих случаях невозможно повалить дерево в заданном направлении и тем самым обеспечить безопасность работ.

Валку деревьев спиливанием выполняют бензомоторными пилами различных конструкций или электрическими пилами, работающими от передвижных электростанций.

Валку деревьев непосредственной тягой трактора выполняют при небольшом объеме работ, когда нет других средств механизации. При валке деревьев диаметром 25—30 см прямой тягой трактора применяют трос, длина которого должна превышать на 5—10 м высоту самых высоких деревьев.

Трос, оборудованный прицепным кольцом и самозатягивающейся петлей, закрепляют на высоте 1,5—2,0 м при толщине дерева 25—30 см и 2,5—3,0 м —при толщине 40—45 см. Трактор должен работать с амортизатором без рывков. Для облегчения валки деревьев следует обрубать часть корней. После валки дерево следует оттащить на 1—3 м, чтобы после раскряжевки пень не упал в воронку. Для исключения простоя трактора в период извлечения троса из-под упавшего дерева необходимо иметь несколько тросов. После того как дерево повалено, приступают к обрубке сучьев и раскряжевке.

При диаметре пней до 30 см рекомендуется применять тракторы, бульдозеры и корчеватели-собиратели на тракторах мощностью до 70 л. е.; при диаметре пней 30—40 см — бульдозеры и корчеватели-собиратели на тракторах мощностью 80—100 л. с, а также экскаваторы со специальным оборудованием; при диаметре пней более 40 см — корчевальные лебедки и машины, бульдозеры на тракторах мощностью 140 л. с. и более.

При корчевке пней диаметром 40 см и более в сухих тяжелых грунтах, когда требуется усилие более 10 т, применяют тракторные корчевальные лебедки. Трактор с лебедкой заякоривают за крепкий пень или группу пней коротким анкерным канатом с петлей и крюком. На корчуемый пень для увеличения момента выкорчевывания накидывают канат, огибающий срез пня. Для увеличения тягового усилия применяют системы полиспастов.

Необходимость и способ очистки территории от камней (валунов) устанавливаются проектом производства работ. Камни следует удалять с участков выемок, где предусмотрены работы с растительным грунтом, с участков выемок при разработке их скреперами, с участков насыпей при высоте их до 1 м. Камни необходимо извлечь из грунта и переместить за пределы участка работ. В некоторых случаях допускается закапывать камни в грунт на глубину не менее 30 см от проектной подошвы (дна) выемки. Этот способ запрещается в местах устройства аэродромных покрытий, а также в пределах траншей для подземных инженерных коммуникаций.

Камни извлекают из грунта корчевателями-собирателями или бульдозерами. Мелкие камни собирают в кучи корчевателем-собирателем и грузят одноковшовыми экскаваторами или тракторными погрузчиками на транспортные средства. Крупные камни после извлечения перемещают бульдозерами или корчевателями-собирателями на расстояние до 150 м. При большем расстоянии камни целесообразно транспортировать в автомобилях, или при помощи тракторов с пэнами или прицепами.

Негабаритные камни предварительно дробят на куски взрывным способом. Камни объемом до 2 $м^3$ можно дробить накладным зарядом из расчета 2 кг взрывчатого вещества на 1 $м^3$ камня. Если камень больше 2 $м^3$, устраивают шпур, в который закладывают заряд из расчета 100—150 г на 1 $м^3$ камня.

Контрольные вопросы:

1. Какими механизмами можно производить расчистку дорожной полосы от кустарника и мелколесья?
2. Как убираются камни с дорожной полосы?
3. Какие способы применяют для валка деревьев?

2.1.2. Разбивочные работы

Обозначение на местности границ земляных работ в плане и по высоте (разбивку земляных работ) производят после выполнения работ по подготовке территории строительства. Во избежание ошибок при разбивке следует сначала проверить соответствие фактических отметок опорных геодезических знаков (реперов) с проектными.

До начала разбивки восстанавливают сетку квадратов на участках, где запроектированы земляные работы. Проверяют геодезические знаки и восстанавливают сетки квадратов так же, как и перед выносом проекта в натуру.

Разбивку выполняют по участкам очередности в той же последовательности, в какой запланировано выполнение земляных работ.

Поскольку разбивочные работы не должны задерживать выполнения земляных работ, их следует выполнять с некоторым опережением последних, но чрезмерное

опережение может привести к уничтожению разбивочных знаков до подхода потока земляных работ.

Разбивку по сетке квадратов начинают с выноса осей выемок и насыпей. Оси совмещают с одной из сторон сетки квадратов в направлении наиболее вытянутого размера контура, где, как правило, объем земляных работ наибольший. На местности оси контуров закрепляют вешками, границы выемок и насыпей обозначают также вешками и между ними делают плугом борозду. Рекомендуется ставить разные вешки для обозначения границ выемок и насыпей.

Высотную разбивку, т. е. вынесение проектной поверхности, проводят путем забивки по нивелиру в вершинах квадратов колышков, верх которых соответствует проектной поверхности с точностью ±10 мм. На участках насыпей высота колышков равна рабочей отметке. В выемках до забивки колышка следует сделать прикопку, равную величине рабочей отметки. Если величина рабочих отметок превышает 0,5 м, колышки следует забивать после частичного выполнения земляных работ, когда до проектной поверхности останется 30—50 см.

В процессе работ для постоянного контроля и восстановления проектных отметок устанавливают рабочие реперы за пределами контуров выемок и насыпей на расстоянии, позволяющем проводить восстановление без промежуточных точек.

Контрольные вопросы:

1. Какие знаки на местности составляют геодезическую разбивочную основу?
2. Какие элементы земляного полотна обозначаются при детальной разбивки в плане.
3. Что такое репер?

2.1.3 Снятие и складирование плодородного слоя почвы

Если необходимо снять растительный грунт с неравномерной и незначительной толщиной (до 10 см) и переместить его на расстояние до 50 м, целесообразно для срезки грунта применить автогрейдер (грейдер), а для перемещения - бульдозер. Растительный грунт срезают и укладывают в валы автогрейдером вдоль захватки.

После того как на всей захватке растительный грунт будет уложен в валы, проходами бульдозера поперек захватки перемещают его за пределы захватки.

Бульдозером можно выполнить почти все технологические процессы по снятию, перемещению и оформлению в валы растительного грунта. Бульдозер целесообразно использовать при расстоянии перемещения грунта до 50 м и толщине растительного слоя более 10 см.

При наличии ровной местности зарезание следует делать в наиболее удаленном конце участка и перемещать грунт по поверхности растительного слоя, что исключит перемешивание его с минеральным грунтом.

При неровной поверхности целесообразно первое зарезание делать ближе к месту укладки грунта с тем, чтобы последующий грунт перемещать по выровненной поверхности в траншее, образуемой предыдущими зарезаниями.

Снимать растительный грунт толщиной более 10 см и перемещать его на расстояние 50—500 м можно скреперами. В этом случае требуется обратить особое внимание на то, чтобы вместе с растительным грунтом скрепером не был срезан минеральный грунт. При толщине растительного грунта до 10 см следует предварительно срезать его автогрейдерами и уложить в валики, после чего скреперы, двигаясь вдоль валиков, набирают грунт.

Контрольные вопросы:

1. От каких условий зависит выбор схемы срезки и перемещения плодородного слоя грунта?
2. Какие схемы применяются для срезки и перемещения плодородного слоя грунта?
3. Для чего нужно перекрытие предыдущего следа при срезке растительного грунта?

Тема 2.2 Разработка, перемещение и укладка грунтов при строительстве автомобильных дорог и аэродромов

2.2.1. Очередность и продолжительность производства земляных работ на летном поле

Современные средства механизации земляных работ позволяют сразу же после отсыпки насыпи высотой менее 3 м приступить к строительству искусственных покрытий. Поэтому необходимо так запроектировать очередность производства земляных работ, чтобы выполнить их сначала на участке, где предполагают в первую очередь начать работы по строительству аэродромных покрытий и этим обеспечить фронт работ по строительству покрытий.

Участки очередности производства земляных работ назначают с условием, чтобы в первую очередь были выполнены работы в пределах ВПП, ее обочин и концевых полос безопасности: во вторую — в пределах РД, МС и перрона; в третью —на грунтовой части летного поля.

Размеры в плане первого участка очередности земляных работ в пределах ВПП должны быть не менее размеров первого участка очередности работ по устройству покрытий. Размеры остальных участков очередности земляных работ должны обеспечивать наиболее эффективное использование машин, участвующих в потоке земляных работ.

Сроки постройки аэродрома устанавливают на основании государственного плана (директивный срок). Финансирование и обеспечение строительства материально-техническими ресурсами ведется в соответствии с установленными директивными сроками строительства.

К производству земляных работ на площади искусственных покрытий можно приступать при благоприятных погодных условиях, после того как на первой очереди будут построены коллекторы.

Применение землеройной и транспортной техники становится возможным, когда грунт оттает и подсохнет настолько, что не будет налипать на рабочие органы машин и его можно будет уплотнять в насыпи.

Закончить производство земляных работ следует осенью, так как затяжные дожди настолько переувлажнят грунт, что станет невозможным его разрабатывать, перемещать и уплотнять в насыпи. Этот период совпадает с периодом окончания осенних полевых работ.

Обильные осадки летом могут также создать неблагоприятные условия, и производство земляных работ в связных грунтах необходимо прекратить до того времени, пока грунт не подсохнет.

Ориентировочная продолжительность строительного периода для производства земляных работ в связных грунтах, по данным Е. Ф. Левицкого и Л. А. Преферансовой, изменяется в значительных пределах в зависимости от дорожно-климатической зоны района строительства. При установлении продолжительности строительного сезона необходимо учесть данные длительного прогноза погоды, грунтовые условия летного поля и опыт производства земляных работ в аналогичных условиях.

При работе в несвязных грунтах продолжительность строительного сезона значительно увеличивается; иногда производство земляных работ становится возможным и при отрицательных температурах. Следовательно, при разработке проекта производства земляных работ не следует ориентироваться только на летний период. В каждом конкретном случае следует максимально увеличивать продолжительность строительного периода за счет производства работ в осенний и даже зимний периоды. Но для этого необходимо заранее выделить и подготовить участки, где можно выполнять земляные работы в эти периоды года.

После того как будут закончены земляные работы на площади грунтового основания, приступают к производству земляных работ на летном поле. С этого периода земляные работы и строительство покрытий выполняют параллельно независимо друг от друга, и они могут быть закончены одновременно с окончанием директивного срока строительства.

Продолжительность каждого специализированного потока (снятие растительного грунта, работа с минеральным грунтом, восстановление растительного грунта) равна продолжительности специализированного потока по производству земляных работ за вычетом периода развертывания специализированного потока, т. е. интервала времени от включения в работу машин, занятых выполнением на первой захватке первой рабочей операции по снятию растительного грунта до включения в рабочую операцию машин по восстановлению растительного грунта. Продолжительность

периода развертывания специализированного потока зависит от способа выполнения работ, интенсивности частных потоков и минимально необходимых размеров участков для включения в работу машин каждого последующего частного потока.

Ориентировочная продолжительность периода развертывания потока при скреперном способе производства работ равна 10— 15 сменам, при экскаваторном — 20—25 и при выполнении работ средствами гидромеханизации — 30—50 сменам.

Контрольные вопросы:

1. Как назначается участки очередности производства земляных работ?
2. Какая ориентировочная продолжительность периода развертывания потока при различных ведущих машин?

2.2.2 Способы отсыпки насыпей и разработки выемок

Насыпь отсыпают слоями, толщину которых назначают с учетом принятых средств уплотнения. Отсыпку начинают с пониженного участка насыпи. Слои лучше всего отсыпать так, чтобы поверхность их была параллельна проектной поверхности. Это обеспечит сток поверхностных вод в процессе производства работ, так как проектную поверхность, как правило, устраивают с учетом обеспечения водоотвода.

Кроме того, такой метод отсыпки облегчает разбивку и контроль производства работ, потому что расстояние от проектной поверхности до поверхности отсыпаемого слоя всегда будет одно и то же.

При уплотнении грунта прицепными катками длина захватки должна быть не менее 150—200 м, иначе производительность катков резко уменьшится, так как много времени будет затрачиваться на повороты катка на концах захватки.

Отсыпать каждый слой можно методами «от себя» и «на себя». По методу «от себя» отсыпку насыпи начинают на захватке, расположенной ближе к выемке. При отсыпке второй захватки землеройные и транспортные машины, подвозящие грунт, проходят по первой, уже отсыпанной захватке. При этом методе производительность машин, перевозящих грунт, несколько уменьшается вследствие движения их по рыхлому грунту, но они предварительно уплотняют его. Поэтому при отсыпке

насыпи «от себя» нет необходимости предварительно уплотнять грунт специальными машинами.

По методу «на себя» отсыпку насыпи начинают с наиболее удаленной от выемки захватки. Транспортные средства перемещаются по уже уплотненным участкам и не принимают участия в предварительном уплотнении грунта, поэтому производительность их выше, чем при работе по методу «от себя».

При продольной схеме отсыпки «на себя» пути подвоза грунта и направление движения планировочных и уплотняющих машин не пересекаются. При отсыпке «от себя» к планировке и уплотнению можно приступить только после окончания работ по отсыпке полосы на всем ее протяжении.

Метод отсыпки насыпи следует выбирать на основании технико-экономического расчета. При небольшом объеме грунта, отсыпаемого в насыпь, может оказаться целесообразным предварительное уплотнение транспортными средствами.

При большом объеме для уплотнения грунта лучше применять специальные машины.

Отсыпать грунт на захватке скреперами можно также по методу «от себя» и «на себя». При отсыпке скреперами по методу «от себя» очередной скрепер с опущенным ковшом проходит по полосе грунта, отсыпанной предыдущим скрепером и дополнительно разравнивает эту полосу. После того как скрепер дойдет до конца ранее отсыпанной полосы, он начинает разгрузку грунта слоем заданной толщины. При такой схеме отсыпки нет необходимости в разравнивании грунта специальными машинами, так как этот процесс выполняют скреперы. Кроме того, скреперы также предварительно уплотняют грунт. Но при этой схеме продолжительность рабочего цикла несколько увеличивается в результате того, что скреперы проходят по разрыхленному грунту.

При отсыпке грунта по методу «на себя» машинисту скрепера трудно определить место начала разгрузки с тем, чтобы закончить ее в начале разгрузки предыдущего скрепера. Поэтому после заполнения захватки грунтом возникает необходимость разровнять грунт на захватке планировочными машинами и предварительно уплотнить его.

При отсыпке насыпи автомобилями-самосвалами и землевозными саморазгружающими тележками целесообразно разгружать их по методу «на себя», т. е. начинать отсыпку с наиболее удаленного от выемки участка захватки.

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют способы отсыпки насыпей?
2. Какие основные достоинства послойной отсыпки.
3. Какие существуют способы разработки выемок?

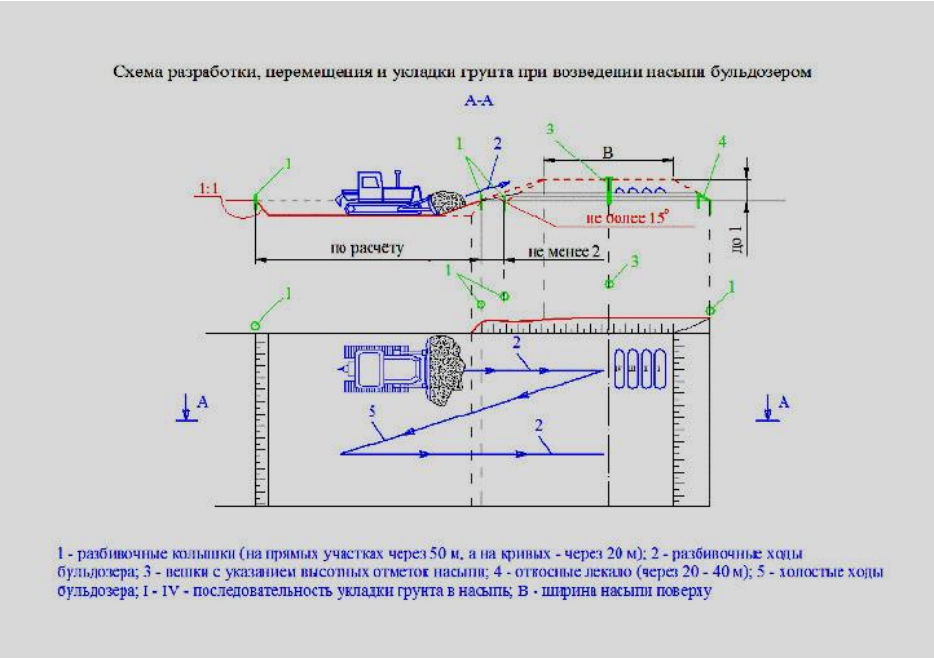
2.2.3. Производство земляных работ бульдозерами

Рабочий цикл бульдозера состоит из набора грунта в выемке, перемещения и укладки его в насыпь, возвращения бульдозера в выемку. В выемке нож отвала заглубляют и перемещают бульдозер на I—II передачах до тех пор, пока не будет набран полный отвал, после чего нож выглубляют и на повышенной передаче перемещают грунт в насыпь. В месте укладки грунта нож бульдозера приподнимают на высоту отсыпаемого слоя.

К месту набора бульдозер возвращается на максимальной возможной передаче.

Производительность бульдозера при разработке грунта II группы и перемещении его на расстояние 10 м достигает 1100 м^3/смену. С увеличением расстояния производительность бульдозера резко уменьшается и при расстоянии 100 м составляет 30—100 м^3/смену в зависимости от марки бульдозера.

Набор грунта. Для того чтобы полностью использовать мощность трактора и набрать полный отвал за минимальное время, применяют клиновую схему зарезания грунта, как и при наборе скрепером. Если по условиям технологии работ клиновая схема неприемлема (например, при снятии растительного грунта), то грунт набирают прямоугольной стружкой. Для увеличения объема грунта, перемещаемого отвалом, рекомендуется применять открылки, укрепленные на отвале бульдозера.



Перемещение грунта. При перемещении часть грунта ссыпается с отвала, образуя валики с обеих сторон по ходу бульдозера. Потери составляют 0,5—1,0% от первоначального объема грунта на отвале на каждый метр пути перемещения. Процент потери можно уменьшить, применяя открылки на отвале бульдозера и траншейный способ разработки выемки. При траншейном способе разработку выемки начинают с ближайшего участка к насыпи. Последующие порции грунта перемещают по траншее, образованной предыдущими проходами, что позволяет удержать на отвале большее количество грунта и устранить его ссыпание. Потери грунта можно уменьшить, перемещая грунт между валами, образованными предыдущими проходами бульдозера.

При перемещении на расстояние более 50 м к концу пути на отвале остается небольшое количество грунта, что приводит к резкому уменьшению производительности бульдозера. Для увеличения производительности бульдозера при перемещении грунта на расстояние более 25 м рекомендуют применять схему работы с промежуточным валом. Производительность бульдозера увеличивается за счет уменьшения числа проходов на участке от вала до насыпи.

Определить сменную производительность бульдозера

Снятие растительного грунта бульдозером с перемещением его на 10 метров к месту временного складирования.

Общий объем работ на снятие растительного грунта составляет:

$Q_{р.гр.}$ = 5104 м^3

Для выполнения работ назначаю бульдозер KOMATSU

Длина отвала, b – 4.31 м

Высота отвала, h – 1.54м

Рабочие скорости: $V_{з.}$ = 5.8 км/ч;$V_{п.}$ = 12.5 км/ч;$V_{об.х.}$ = 15.0км/ч

Часовая производительность бульдозера при разработке и перемещении грунта:

$$П_{в}^{ч} = \frac{q}{t_{ц}} \cdot k_{гр} \cdot k_{в} \cdot k_{т}, \quad м^3/ч$$,где

q -объём грунта, перемещаемого перед отвалом, $м^3$

$t_{ц}$ -время полного цикла, ч

$k_{гр}$ -коэффициент, учитывающий группу грунта по трудности разработки $k_{гр}$ =1

$k_{в}$ -коэффициент использования внутрисменного времени $k_{в}$ =0.75

$k_{т}$ -коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной $k_{т}$ =0.7

Объём грунта, перемещаемого перед отвалом определятся по формуле:

$$q = \frac{0.75 \cdot h^2 \cdot b}{k_{р}} \cdot k_{п}, \quad м^3$$,где

h - высота отвала, м h = 1.54 м

b - длина отвала, м b = 4.31м

$k_{п}$ -коэффициент, учитывающий потери грунта при перемещении $k_{п}$ =0.85

$k_{р}$ -коэффициент разрыхления грунта $k_{р}$ =1.2

Время полного цикла определяется по формуле:

$t_ц = t_з + t_п + t_{об.х} + t_{пер}$, ч , где

$t_з$ -затраты времени на зарезание грунта, ч

$t_з = \frac{l_з}{1000 \cdot V_з}$, ч , где

$l_з$ -длина зарезания, м

$V_з$ -скорость зарезания грунта, км/ч $V_з$ =5.8 км/ч

$l_з = \frac{q}{b \cdot h_{стр}}$, м , где

$h_{стр}$ -толщина стружки зарезания, м ($h_{стр}$ =0.20 м)

$t_п$ -затраты времени на перемещение и разравнивание грунта, ч

$t_{об.х}$ -время обратного хода, ч

$t_{пер}$ -затраты времени на переключение передач, подъём и опускание отвала,ч

$t_п = \frac{l_п}{1000 \cdot V_п}$, ч $t_{об.х} = \frac{l_{об.х}}{1000 \cdot V_{об.х}}$, ч $t_{пер}$ =0.005 ч , где

$l_п$ -дальность перемещения грунта при разравнивании, м $l_п$ =10 м

$V_п$ -скорость движения при разравнивании (перемещении) грунта, км/ч $V_п$ =12.5 км/ч

Определяем сменную производительность бульдозера:

$П_б^{см} = П_б^{ч} \cdot T_{см}$, $м^3/см$, где

$T_{см}$ -количество часов работы бульдозера в смену, ч , $T_{см}$ = 8 ч

Определяем количество бульдозеров для выполнения всего объема работ:

$N_{расч} = \frac{Q_{р.ер}}{П_б^{см}}$

В целях оптимизации взаимодействия машин в пределах рабочей смены

$N_{прин}$ =

Определяем коэффициент использования бульдозера по времени:

$$k_{вп} = \frac{N_{расч}}{N_{прин}}$$

Контрольные вопросы:

1. От чего зависят способы зарезания грунта бульдозером?
2. По какой схеме разрабатывает грунт бульдозер при возведении насыпи из боковых резервов?
3. Какими критериями земляного полотна руководствуются при выборе ведущей машины – бульдозер?
4. Способы разравнивания грунта бульдозером.

2.2.4. Скреперные работы

Для производства земляных работ промышленность выпускает скреперы с ковшом емкостью от 2,5 до 25 м^3.

Стоимость разработки и перемещения грунта на расстояние до 500 м прицепными скреперами с ковшом до 15 м^3 значительно ниже, чем при выполнении этих работ экскаваторами и транспортными машинами. Скрепер самоходный емкостью ковша 15 м^3 экономически целесообразно применять при расстоянии перемещения грунта до 1,5—2,0 км.

Скреперы с успехом применяют для разработки всех грунтов, за исключением скальных и грунтов с включением булыжника и валунов размером более 25 см. При влажности связных грунтов более 0,5 от предела текучести эффективность работы скреперов с полупринудительной выгрузкой снижается, а при влажности более 0,8 становится невозможной.

С увеличением емкости ковша скрепера увеличивается его производительность и уменьшается стоимость производства работ.

Скрепер — машина цикличного действия, цикл работы которого состоит из следующих рабочих операций: набора грунта, перемещения в насыпь, укладки грунта в насыпи, возвращения к месту набора.

Набор грунта. Увеличение коэффициента наполнения ковша приводит к увеличению производительности скрепера, поэтому необходимо не только заполнять всю геометрическую емкость ковша, но и стараться наполнить ковш с «шапкой».

Уменьшение продолжительности набора приводит к заметному увеличению производительности скрепера только при перемещении на небольшие расстояния. При больших расстояниях производительность скрепера увеличивается незначительно. Так, например, при сокращении продолжительности набора с 45 до 24 с производительность скрепера с ковшом 6 м^3 увеличивается при перемещении грунта на расстояние 50 м на 5,5%, а на 500 м только на 0,9%.

Производительность скрепера также зависит от выбранной схемы набора грунта в плане. Так, при наборе грунта через одну полосу скрепер не уводит в сторону, что наблюдается при наборе грунта полосами подряд. Кроме того, гребень, образованный на полосах 9—11 и 16—18, после срезки грунта на полосах 1—4,. 5—8 и 12—15 создает благоприятные условия для увеличения коэффициента наполнения ковша скрепера.

Шахматная схема набора позволяет еще более увеличить коэффициент наполнения, так как в последний период наполнения ковша скрепер срезает более узкую полосу, которая поступает в ковш под сильным напором. Эту схему набора применяют только опытные: машинисты.

Предварительное рыхление всех грунтов II группы, за исключением песчаных, увеличивает производительность скреперов. Грунты I группы следует рыхлить только для скреперов емкостью до 3 м^3.

Но чрезмерное рыхление может привести к снижению производительности скрепера за счет уменьшения коэффициента наполнения ковша.

Поэтому при работе рыхлителем с пятью зубьями следует на легких грунтах снять три стойки, а на тяжелых - две стойки и рыхлить на глубину не более 0,2—0,3 м.

Тяговые расчеты трактора С-100 показали, что его мощность при транспортировании скрепера 8 м^3 с грунтом используется не полностью, в то время

как при наборе мощность трактора недостаточна. Поэтому возникает необходимость применять толкачи-тракторы, оборудованные специальным толкающим приспособлением, или бульдозеры.

Организация работы скреперов с толкачами должна быть четкой, исключающей простои. Один толкач может обеспечить набор грунта нескольких скреперов.

Количество обслуживаемых скреперов одним толкачом может быть определено как частное от деления времени цикла скрепера на время работы толкача с одним скрепером и переход его к следующему скреперу.

Перемещение грунта. Увеличение скорости передвижения скрепера с грунтом и порожняком приводит к заметному увеличению производительности, особенно при транспортировании на большие расстояния. Так, например, увеличение скорости скрепера 8 м^3 в грузовом направлении с 1,0 до 1,5 м/с и в обратном направлении с 1,2 до 2, 0 м/с повышает производительность при транспортировании на расстояние 50 м на 2,5% и на расстояние 500 м на 37%.

Контрольные вопросы:

1. Какими критериями земляного полотна руководствуются при выборе ведущей машины – скрепер?
2. По какой схеме работает скрепер при возведении земляного полотна из тяжелых грунтов?
3. Для чего нужен толкач скреперу?

2.2.5. Разработка грунта и возведение насыпей экскаваторами

Процесс транспортирования грунта следует рассматривать совместно с процессами разработки выемок и возведения насыпей. Только в этом случае может быть достигнута комплексная механизация производства земляных работ, при которой будут увязаны производительность и параметры всех машин, участвующих в выполнении указанных процессов, достигнуты наилучшие технико-экономические показатели.

Все процессы необходимо организовать так, чтобы не было задержек в работе экскаватора, а транспортные средства не простаивали долго под погрузкой.

При экскаваторном способе производства земляных работ транспортные средства необходимо выбирать в зависимости от параметров и производительности экскаватора, дальности перемещения грунта, рельефа местности, грунтовых и климатических условий в период производства работ.

Наиболее распространенные транспортные средства при разработке грунта экскаваторами на аэродромах — тракторные саморазгружающиеся тележки, автомобили-самосвалы и самоходные самосвальные тележки (думпера).

Стоимость перемещения грунта транспортными средствами превышает стоимость его разработки в несколько раз. Так, при разработке грунта экскаваторами с ковшом емкостью 0,5 $м^3$ и перемещении его автомобилями-самосвалами грузоподъемностью 3,5 т стоимость транспортирования грунта превышает стоимость его разработки в 1,3 раза при расстоянии перемещения 500 м и в 2,5 раза при расстоянии 2 км.

Наименьшая стоимость работ будет при правильном назначении количества транспортных средств. При недостаточном их количестве будет простаивать экскаватор, а при избытке будут простаивать в ожидании погрузки транспортные средства, что приведет к удорожанию работ.

Следовательно, оптимальное решение будет тогда, когда производительность экскаватора будет равна производительности все транспортных средств, работающих с ним. Перевозка грунта саморазгружающимися тракторными тележками (тракторными прицепами). Гусеничные тракторы с тракторными прицепами имеют лучшую проходимость по рыхлым и переувлажненным грунтам, чем автомобили-самосвалы. Поэтому саморазгружающиеся тракторные тележки Желательно применять при менее благоприятных грунтовых и климатических условиях и перемещении грунта на расстояние 300—500 м.

При таких небольших расстояниях перемещения средняя скорость тракторного прицепа незначительно отличается от скорости автомобиля-самосвала.

Производительность тракторных прицепов в значительной степени зависит от состояния землевозных путей, поэтому экономически целесообразно периодически профилировать и уплотнять пути движения тракторных прицепов.

Перевозка грунта автомобилями-самосвалами и самоходными самосвальными тележками.

Для более мощных автомобилей требуется устройство улучшенных или колейных дорог, что не всегда экономически целесообразно при площадном характере земляных работ на аэродромах.

При выборе типа автомобиля-самосвала необходимо, чтобы кузов автомобиля загружался кратным числом ковшей экскаватора: 3, 4, 5. При меньшей кратности автомобиль испытывает большие динамические нагрузки в момент выгрузки грунта из ковша н, кроме того, резко уменьшается производительность экскаватора, так как время на смену автомобилей-самосвалов у экскаватора в 2— 3 раза превышает длительность цикла экскаватора. При кратности больше 5 автомобиль продолжительное время стоит под погрузкой.

Для уменьшения динамических нагрузок на транспортные средства при выгрузке грунта из ковша экскаватора необходимо, чтобы ковш находился над, кузовом на высоте не более 0,5—1,0 м.

При дальности возки грунта до 500 м средняя скорость автомобиля-самосвала составляет не более 10 км/ч, так как значительную часть времени автомобиль тратит на набор скорости в начале пути и торможение в конце участка. С увеличением расстояния перемещения до 1, 2 и 3 км средняя скорость автомобиля-самосвала увеличивается соответственно до 14, 22 и 29 км/ч. Поэтому с увеличением расстояния перевозки грунта увеличивается эффективность работы автомобилей.

Контрольные вопросы:

1. Место работы экскаватора?
2. От чего зависят размеры забоя экскаватора?
3. Что такое пионерная траншея? Ее размеры.

2.2.5. Гидромеханический способ земляных работ

При гидромеханическом способе (или гидромеханизации) все процессы (разработку, перемещение и укладку грунта) выполняют с помощью воды. Грунт

разрабатывают размывом струей воды из гидромонитора или всасыванием грунта из-под воды землесосным снарядом.

Грунт с водой — пульпу — перемещают по открытым канавам или лоткам, если уклон местности позволяет транспортировать пульпу самотеком, или по трубам, если для перемещения пульпы необходим напор.

Степень насыщения пульпы грунтом характеризуется отношением объема грунта к объему воды в пульпе, которое называется консистенцией пульпы.

Так, например, в пульпе с консистенцией 1 : 10 содержится 1 $м^3$ грунта, замеренного в выемке, и 10 $м^3$ воды.

Гидромеханический способ имеет целый ряд преимуществ по сравнению с разработкой грунта экскаватором и перемещением его транспортными средствами.

Основными условиями применения гидромеханического способа производства земляных работ являются:

наличие достаточного количества воды в районе строительства. Для размыва и перемещения 1 $м^3$ грунта требуется до 10 $м^3$ воды. Расход воды может быть уменьшен до 1—2 $м^3$ на 1 $м^3$ грунта за счет использования осветленной воды после укладки грунта в насыпь;

сосредоточенный характер земляных работ. Гидромеханизацию эффективно применять при наличии глубоких выемок и высоких насыпей больших объемов, которые расположены недалеко друг от друга.

Серийный выпуск землесосных установок небольшой мощности позволит применять гидромеханизацию при объеме земляных работ, начиная с 20 тыс. $м^3$;

хорошая размываемость грунтов в забое и быстрая отдача воды при укладке. К таким грунтам относятся песчаные, супесчаные, которые хорошо и быстро уплотняются. Связные грунты требуют для размыва сильную струю и большее количество воды, а уплотняются медленно, иногда много месяцев. Поэтому связные грунты непригодны для устройства аэродромных насыпей и могут разрабатываться только в отвал;

благоприятные условия рельефа позволяют перемещать пульпу самотеком по лоткам или канавам без применения землесосных установок.

Земляные работы на летном поле и вскрышные работы в карьерах могут быть выполнены средствами гидромеханизации по следующим схемам.

Разработку грунта гидромониторами, транспортирование под напором применяют, когда разность отметок не обеспечивает движение пульпы, а для перемещения пульпы требуется создать напор и перемещать ее по трубам. Грунт, размытый гидромонитором, стекает в приямок, откуда пульпу засасывает передвижная землесосная установка и под напором подает на участок намыва.

Разработка грунта плавучими землесосными снарядами и транспортирование его по трубам под напором применимы, когда грунт находится под водой или когда в месте разработки можно создать искусственное затопление.

При намыве насыпи из мелкозернистых песчаных грунтов максимальная плотность достигается при расходе пульпы по фронту намыва, равном 0 л/м-с. При большем и меньшем расходе пульпы плотность грунта уменьшается. Это объясняется тем, что при малых расходах гидродинамическое давление пульпы недостаточно для плотной укладки частиц грунта, а с увеличением расхода и, следовательно, с увеличением скорости потока частицы не успевают более плотно упаковаться.

Существуют два способа намыва грунта: эстакадный и безэстакадный. При эстакадном способе пульпа поступает на карту намыва по распределительным пульповодам, уложенным на деревянных эстакадах. При этом способе насыпь намывают через регулируемые выпуски, устроенные в пульповоде.

После намыва в насыпи остаются почти все деревянные части эстакады, что ухудшает качество насыпей и ведет к потере лесного материала. При эстакадном способе требуется 2,5—3,5 $м^3$ леса на 1 тыс. $м^3$ грунта.

Намыв начинается с выпуска пульпы из торца первого звена трубопровода, уложенного в начале карты, и ведется до образования перед ним слоя отложения грунта требуемой толщины. Затем производится наращивание второго звена трубопровода без перерыва в подаче пульпы и дальнейший намыв грунта той же толщины. В результате последовательного наращивания труб с непрерывным выпуском пульпы происходит тонкослойный намыв грунта по всей длине карты намыва. Таким же образом ведется намыв при разборке распределительного

трубопровода. При его укорачивании конец последнего звена сначала приподнимается краном на высоту, соответствующую толщине намываемого слоя, а после намыва грунта труба отсоединяется. Намыв сопровождается челночным движением крана при наращивании и разборке трубопровода. Толщина слоя намыва зависит от характера грунта и мощности землесосного снаряда. Для песчаных грунтов и производительности землесосного снаряда 300—500 м^3/ч она равна 0,6—0,7 м при наращивании распределительного пульповода и 0,2—0,3 м при его укорачивании.

Этот способ может быть применен, когда намываемые грунты быстро отдают воду, что позволяет крапу на широких гусеницах передвигаться в процессе намыва. При супесчаных, а тем более при глинистых грунтах этот способ применять нельзя.

Контрольные вопросы

1. Какие нужны условия для применения гидронамыва при возведении земляного полотна?
2. Встречный забой – это……..?
3. Попутный забой – это……?.

Тема 2.3 Уплотнение грунтов

2.3.1 Технология производства работ по уплотнению грунтов

В аэродромных сооружениях грунт всегда подвержен воздействию временной нагрузки непосредственно или через вышележащие конструктивные слои. Во всех случаях деформация грунта под нагрузкой не должна превышать предельно допустимой величины в зависимости от назначения инженерного сооружения.

В основаниях грунт находится преимущественно в естественном состоянии, за исключением участков насыпей, где естественную структуру грунта разрушают при разработке, транспортировании и отсыпке в насыпь. Задача строителей заключается в том, чтобы создать искусственно прочную и устойчивую структуру грунта в теле насыпи, а иногда и в выемке. Одним из способов придания прочности и устойчивости грунту, разрыхленному при разработке, является уплотнение. При уплотнении частицы грунта сближаются, что повышает внутренние силы сцепления грунта, а

следовательно, и модуль деформации. Водопроницаемость грунта после уплотнения уменьшается и грунт становится более устойчивым к действию влаги.

Лабораторные и полевые наблюдения показали, что грунты, имеющие плотность меньше 0,95—0,98 от максимальной, полученной при стандартном уплотнении, в процессе промерзания при неблагоприятных условиях склонны к значительному переувлажнению.

При возведении насыпей необходимо снять и временно обваловать растительный грунт, послойно отсыпать и разровнять насыпь из однородных грунтов, уплотнить каждый слой до требуемой плотности, спланировать поверхность насыпи по геодезическим отметкам, восстановить растительный грунт, где это предусмотрено проектом. Кроме перечисленных процессов, может возникнуть необходимость в увлажнении или просушивании грунта, если влажность его больше или меньше оптимальной.

Послойное возведение насыпи обусловлено тем, что существующие уплотняющие средства позволяют получить хорошее качество работ с невысокой их стоимостью только при уплотнении слоями толщиной обычно не более 30—50 см. При уплотнении грунта слоями 60—100 см и более стоимость уплотнения значительно возрастает.

Устойчивость насыпи в основном зависит от качества уплотнения отсыпанного грунта. Поэтому на участке насыпи в первую очередь необходимо правильно выбрать средства уплотнения и технически грамотно организовать выполнение этого процесса. Применяют следующие основные методы уплотнения грунта: укаткой, трамбованием и вибрированием. Сущность всех указанных методов состоит в том, что к поверхности грунта периодически прикладывают нагрузку различной величины и продолжительности.

Величина нагрузки на поверхность грунта при укатке составляет 3—20 кгс/см^2, для кулачковых катков — до 60, при трамбовании— 5—18 и при вибрировании — 0,3—0,9 кгс/см^2. Продолжительность действия нагрузки при укатке равна 0,04—0,25, при трамбовании — 0,008—0,023, при вибрировании — 0,01—0,03 с.

Нагрузка, приложенная к поверхности грунта, сравнительно быстро затухает по глубине.

Для уплотнения несвязных грунтов применяют все типы уплотняющих машин, за исключением кулачковых катков, которые не уплотняют, а разуплотняют несвязный грунт. Наиболее эффективно уплотняют несвязные грунты вибрационные машины.

Катки на пневматических шинах — наиболее универсальные средства уплотнения, обеспечивающие хорошее уплотнение всех грунтов слоями по 40—50 см при сравнительно невысокой стоимости работ.

Для уплотнения грунтов, отсыпанных слоем 0,5—1,0 м и более, применяют трамбующие плиты, которые обеспечивают хорошее уплотнение всех типов грунтов. Стоимость работ при уплотнении грунта трамбующими плитами, как правило, несколько большая, чем при укатке.

Производство работ по уплотнению грунта

Уплотнение следует производить при оптимальной влажности, так как при этом трудоемкость работ наименьшая. Для уплотнения грунта до требуемой плотности при влажности его меньше оптимальной потребуется затратить работу иногда несколько раз большую.

Уплотнять грунт при оптимальной влажности следует еще и потому, что в дальнейшем он меньше подвержен водонасыщению, а следовательно, и разуплотнению, чем грунт, уплотненный до той же плотности, но при влажности меньше оптимальной.

В естественном залегании грунт, как правило, имеет влажность, близкую к оптимальной, поэтому целесообразно так организовать производство земляных работ, чтобы грунт, разработанный в выемке, был уплотнен в насыпи до окончания смены. При такой организации работ грунт не комкуется в жаркие дни и не переувлажняется в период дождей.

При недостаточной влажности грунт следует увлажнять до оптимальной влажности. Несвязные и малосвязные грунты увлажняют в слое, отсыпанном в насыпи незадолго до уплотнения. Связные грунты, в которых перераспределение влаги идет медленнее, лучше увлажнять в месте их разработки поливочными

машинами после предварительного разрыхления боронами, прицепленными к поливочным машинам. Разрыхление и увлажнение выполняют в два-три приема за несколько часов до разработки с тем, чтобы влага равномерно распределилась в грунте.

При влажности связных грунтов больше оптимальной уплотнить их до максимальной плотности, полученной при стандартном уплотнении, невозможно, так как для этого необходимо удалить избыточную влагу, что нельзя осуществить обычными методами и существующими средствами уплотнения.

Переувлажненные грунты можно уплотнить только до плотности, меньшей, чем максимальная плотность при стандартном уплотнении. При необходимости уплотнить такой грунт до 0,95 от максимальной плотности его следует предварительно подсушить. Для ускорения подсыхания в сухой период года грунт разрыхляют или используют добавки молотой извести (кипелки, пушонки) или гипса совместно с хлористым кальцием в количествах, установленных опытным путем. При отсутствии указанных добавок и невозможности подсушить грунт, его следует заменить сухим.

Отсыпанные грунты уплотняют в два этапа: сначала более легкими уплотняющими средствами (30—40% проходов или ударов), а затем уплотняющими средствами с расчетными параметрами.

Предварительное уплотнение выполняют катками с гладкими вальцами и линейным давлением в 2—2,5 раза меньшим, чем расчетное. При уплотнении катками на пневматических шинах первые проходы делают с давлением в шинах в 2 раза меньшим, чем расчетное. Для предотвращения чрезмерного износа шин не следует снижать давление в них более чем в 2,5 раза от максимально допустимого; одновременно с понижением давления следует уменьшать массу балласта катка.

Предварительное уплотнение трамбованием выполняют ударами плиты с высоты в 2—3 раза меньшей, чем определяемой из формулы, или применяют более легкие плиты.

Предварительного уплотнения не производят, если грунт отсыпают скреперами или транспортными средствами и движение их организовано так, что они равномерно уплотняют насыпь по всей ширине до плотности не менее 0,90 от требуемой.

Уплотнение трамбующими плитами применяют для всех видов грунтов при ограниченном фронте работ и значительной толщине отсыпаемого слоя (0,7—1,1 м). Толщину отсыпаемого слоя и количество проходов (количество ударов или продолжительность вибрирования) определяют по результатам контрольного уплотнения на месте производства работ.

Контрольные вопросы:

1. Какие катки применяются для уплотнения насыпи?
2. Схема уплотнения насыпи прицепными катками на пневматических шинах.
3. Коэффициент уплотнения насыпи.

2.3.2 Определить сменную производительность катка и их необходимое количество

Уплотнение песчаного слоя катками.

Сменный объём работ по строительству слоя из песка составляет:

$Q_n^{см} = 266{,}6$ м^3

Для выполнения работ принимаем пневмоколёсный каток ДУ-65:

Тип машины – пневмоколёсный (4+4);

Масса – m = 12 т;

Ширина уплотняемой полосы – 1,7 м.

Рабочая скорость $V_б = 8êì\ /\div$

Определяем часовую производительность катка по формуле:

$$П_к^ч = \frac{(b-a)\cdot l_{пр}\cdot h_{сл}\cdot k_{з.у}}{\left(\frac{l_{пр}}{1000\cdot V_р} + t_п\right)\cdot n}\cdot k_в\cdot k_m$$

, $м^3/ч$, где

b – ширина уплотняемой полосы, м; b = 1,7 м

а – ширина перекрытия следа α = 0,2 м

$l_{пр.}$ – длина прохода $l_{пр} = 92$ м

$h_{сл}$ - толщина уплотняемого слоя, м $h_{сл}$ =0,22 м

$t_{п.}$ – затраты времени на переход к соседнему следу $t_п$ = 0,005 ч

n – число проходов по одному следу n = 12

$V_{р.}$ – рабочая скорость $V_{р.}$ = 8,0 км/ч

$К_{з.у}$ – коэффициент запаса на уплотнение $К_{з.у}$ = 1,1

$К_{в.}$ – коэффициент использования внутрисменного времени $К_{в.}$ = 0,75

$К_{т.}$ – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной $К_{т.}$ = 0,75

Определяем сменную производительность катка по формуле:

$$П_к^{см} = П_к^{ч} \cdot T_{см}, \; м^2/см$$

$T_{см}$ -продолжительность смены, ч, $T_{см}$ =8 ч

Определяем необходимое количество катков для выполнения объема работ по формуле:

$$N_{расч} = \frac{Q_п^{см}}{П_к^{см}}$$

Вычисляем коэффициент использования пневмоколесного катка по времени:

$$k_{вп} = \frac{N_{расч}}{N_{прин}}$$

Тема 2.4 Производство земляных работ в особых условиях

2.4.1. Сооружение земляного полотна на болотах

Болотом в гидравлическом понимании этого элемента ландшафта следует считать участок земной поверхности, грунт которой всегда или периодически и подолгу находится в насыщенном водой состоянии. Болота возникают путем заиливания, зарастания водоемов, или заболачивания суши.

В результате разложений отмирающей болотной растительности при избытке влаги и недостатке воздуха образуются отложения торфа. Если слои торфа превышают 0,5 м болото называют торфяным.

Различают болота: низинные, основным источником питания которых служит грунтовая, озерная или речная вода. Они образуются на месте водоемов путем постепенного зарастания их и, как правило, находятся ниже окружающей местности, а в период половодий затопляются высокими водами;

переходные — имеют смешанное водяное питание атмосферными осадками и грунтовыми водами. Их поверхность находится на одном уровне с окружающей местностью. Такие болота не затопляются внешними водами;

верховые — питаются атмосферными осадками; образуются на водоразделах и пологих склонах. Стекающая с них вода заболачивает прилегающую местность, а мхи, разрастись вширь, увеличивают их размеры.

Для решения инженерной задачи имеет важное значение несущая способность напластований торфа, которая и определяет целесообразность и методы строительства аэродрома.

Классификацию болот: I тип — болота, сплошь заполненные торфами устойчивой консистенции, подстилаемые достаточно плотными минеральными грунтами; И тип — болота с торфом неустойчивой консистенции, подстилаемые органическими или полуорганическими илами (сапропелями); III тип — болота, заполненные жидкими торфами с плавающей торфяной коркой. Возведение насыпей на болотах II и III типов не рекомендуется.

Производство земляных работ зависит от глубины болота, рельефа, типа торфов и степени его разложения, илистости. Исходя из глубины болота 1 типа рекомендуются следующие методы производства земляных работ: при глубине до минерального дна до 2 м — полное выторфовывание; при глубине 2—4 м — полное выторфовывание и дренажные прорези; при глубине 4 м — вертикальные дрены.

Выторфовывание — наиболее сложный и трудоемкий процесс. Его можно выполнять механическим, взрывным или гидромеханическим способами. При любом способе во избежание обрушения и оплывания стенок котлована, а также возможного

заполнения его водой и разжиженным торфом траншеи засыпают привозным дренирующим грунтом в течение суток после выторфовывания.

При механическом способе одноковшовые экскаваторы разрабатывают поперечные или продольные траншеи глубиной 3—4 м. Доставленный грунт подают бульдозерами в траншею и уплотняют навесным оборудованием—железобетонной плитой или виброплитой, подвешенной к крану, экскаватору.

Метод гидромеханизации эффективен в том случае, когда и выторфовывание и устройство насыпей производится этим же методом и когда близко расположен карьер с пригодным грунтом, имеется достаточное количество воды и дешевая электроэнергия.

Выторфовывание методом гидромеханизации и способы ускорения осадки насыпи

Метод гидромеханизации эффективен в том случае, когда и выторфовывание и устройство насыпей производится этим же методом. Наличие близкорасположенного карьера, пригодный грунт (крупно- и среднезернистый песок), наличие достаточного количества воды, дешевая электроэнергия обеспечивают эффективность метода.

При выторфовывании методом гидромеханизации торф размывается мощной струей воды, при этом сцепление и коэффициент внутреннего трения в размытом торфе сильно уменьшаются. В этих условиях грунт возводимой насыпи легко отжимает в стороны растительный грунт и насыпь быстро опускается на минеральное дно.

Технология выполнения работ следующая: монтаж насосной станции водопровода, размыв торфа в траншее гидромониторами, доставка и подача грунта в траншею с погружением на минеральное дно; возведение верхней части насыпи с послойным уплотнением и отделочные работы.

Выторфовывание методом гидромеханизации производится разными способами в зависимости от типа болот. На болотах I типа работы по выторфовыванию производятся перед намывом насыпи в пределах проектных очертаний основания насыпи. Торф размывают гидромониторами и удаляют грунтососными установками. На болотах II типа до начала намыва насыпи за пределами ее проектного очертания с

обеих сторон устраивают продольные канавы — прорези. Торф в канаве размывают гидромониторами, удаляют грунтососными установками.

При возведении насыпи выторфовывание проводят одновременно и совместно с ее намывом.

На болотах II и I типа (при наличии сплавины) за пределами проектного очертания насыпи и сплавины делают продольные прорези. Размывают и транспортируют торф в разжиженном иле струями гидромониторов. Слой сплавины в насыпи дробят на крупные торфяные комья и угоняют их в прорези струей гидромонитора до начала намыва насыпи. Ил, расположенный в пространстве между дном болота и сплавиной, выдавливают в обе стороны от насыпи намываемым качественным грунтом. При отсутствии сплавины на болотах III типа мер по выторфовыванию не предпринимают.

На болотах I типа необходимо выторфовывать не только полосу для возведения насыпи, но и продольные водоотводные канавы, которые располагают по обе стороны насыпи. Поскольку торф, вынимаемый при подготовке полосы для возведения насыпи, укладывают в непосредственной близости от трассы в пределах того же болота, во избежание просачивания укладываемой гидросмеси в водоотводные канавы и их заиливания, канавы сооружают после выторфовывания основной полосы.

Взрывной способ дорогой и опасный. Его применяют, как правило, на обводненных и илистых болотах, на болотах небольшого протяжения с малым объемом работ, а также при работах в зимнее время.

Контрольные вопросы:

1. Что такое выторфовывание?
2. В чем сущность гидромеханизации выторфовывания?
3. Что такое песчаная инъекция?
4. Как уплотняется земляное полотно на болоте?
5. Какие грунты используются для отсыпки земляного полотна на болоте?
6. В чем заключаются подготовительные работы при возведении земляного полотна на болоте.

2.4.2 Выполнение земляных работ в зимний период

Под зимним принято понимать период, когда устанавливаются отрицательные температуры. Время наступления этого периода зависит от географического расположения района строительства.

Продолжительность периода со средними суточными температурами 0°С изменяется в зависимости от района строительства аэродрома. Так, для района Москвы число календарных дней зимнего» периода равно 152, что составляет 43% календарных дней в году; для более северных районов нашей страны продолжительность зимнего периода достигает 235 дней (г. Салехард) и даже 307 дней (мыс Челюскин). В южных районах СССР (Севастополь, Судак, Ялта, Абхазская АССР, Аджарская АССР, Туркменская ССР и др.) зимний период отсутствует.

Климатические условия зимнего периода зависят от среднемесячной температуры наиболее холодного месяца в году. К суровым климатическим условиям относят районы, где температура наиболее холодного месяца в году ниже —15° С, к умеренным — от —5 до—15° С; мягким—до—5° С.

Производство земляных работ в зимнее время в условиях сурового климата надлежит осуществлять, применяя строительные машины в северном исполнении.

Для успешного производства работ в зимний период необходимо за несколько месяцев до наступления отрицательных температур выполнить комплекс мероприятий; разработать проект производства строительных работ в зимних условиях (технологические карты, календарный график); организовать снабжение специальными материалами для обеспечения работ в зимних условиях (солевыми добавками, теплоизоляционными материалами для укрытия мест разработки грунта, антифризом, зимними сортами масел и т. д.); обеспечить рабочих теплой одеждой и обувью; обустроить и утеплить производственные бытовые помещения; подготовить землеройные и транспортные машины к работе в зимних условиях; предохранить от промерзания грунты в местах, намеченных для их разработки; подготовить фронт работ (произвести геодезическую разбивку); произвести предварительную разведку и подготовку землевозных путей.

Обработка грунта в зимний период

Следует помнить, что требуемая плотность грунта в насыпи не зависит от периода года производства работ. И если в зимний период не будет достигнута требуемая плотность, то пока нет технической возможности доуплотнить грунт при высоте насыпи более 1 м. Поэтому верхняя часть насыпи на высоту не менее 1 м должна возводиться из талого (немерзлого) грунта.

Если устройство покрытия на насыпях предусматривается после полного оттаивания и осадки грунта, то допускается отсыпать в нижнюю часть насыпи мерзлый грунт, но это зависит от применяемых уплотняющих машин. Поэтому целесообразно в зимний период выполнять земляные работы преимущественно на участках с сосредоточенными объемами работ.

Обследование мест разработки грунта необходимо выполнить до наступления морозов. При обследовании следует определить естественную плотность грунтов через каждые 0,25 м до глубины 1,5 м и сопоставить ее с стандартной плотностью. Влажность грунта, подлежащего зимней разработке, не должна превышать для связных грунтов оптимальной и для несвязных 1,2—1,3 оптимальной.

Плотность мерзлого грунта, частично используемого для отсыпки насыпи, должна быть не меньше 0,9 от максимальной плотности, полученной при стандартном уплотнении.

Наиболее простыми способами уменьшения глубины промерзания является рыхление (вспашка) на глубину 30—40 см, чем создаются воздушные прослойки, и измельчение боронованием на 15—20 см вспаханного слоя, что предохраняет от продувания. Эти мероприятия позволяют уменьшить глубину промерзания то 40—45 см.

В качестве изолирующего материала может быть использован снег, для чего осуществляют снегозадержание путем устройства валов из снега или установки снегозадерживающих щитов.

В конце зимы процесс промерзания прекращается и отпадает необходимость в устройстве изоляционного слоя.

Транспортировка грунта в зимний период

При транспортировании грунта в автомобилях-самосвалах следует исключить возможность примерзания его к кузову, для чего следует оборудовать обогрев кузова выхлопными газами, проходящими между двойным днищем. При отсутствии обогрева кузов следует смазать техническим хлористым кальцием. На днище кузова наносится слой 2—3 мм, на переднюю и боковые стенки — 1 мм.

При устройстве покрытий вслед за отсыпкой насыпи содержание мерзлых комьев не должно превышать 15%.

Верхние слои насыпи толщиной 1,2- -1,5 м следует отсыпать из талых грунтов. Особенно это условие следует выполнять при устройстве аэродромного покрытия в 1 годе возведением насыпи.

Технология и организация работ по уплотнению грунта в насыпи зимой такая же, как и в летний период. При выборе уплотняющих машин следует отдать предпочтение тем, которые могут производительно работать на захватках небольших размеров и уплотнять слои грунта большей толщины (самоходные катки на пневматических шинах и трамбующие плиты).

Работы по отсыпке насыпей зимой следует вести непрерывно, чтобы грунт с момента его разработки и до окончания укладки в насыпь (включая планировку и уплотнение) не смерзался в общую массу.

Начало смерзания влажного грунта зависит от температуры наружного воздуха. Так, при температуре воздуха —5° С грунт начинает смерзаться через 90 мин, при —10, —20 и —30° С соответственно через 60, 40 и 20 мин. При наличии ветра силой 3—4 балла промежуток времени уменьшается в 2 раза.

В процессе производства земляных работ в зимний период должен быть организован полевой контроль, в задачу которого входит: предварительное обследование резервов,

Контрольные вопросы:

1. В чем заключаются подготовительные работы при возведении земляного полотна в зимний период.
2. Подготовительные работы при возведении насыпи зимой.
3. Критерии выбора длины захватки в зимний период.

Тема 2.5 Отделочные и планировочные работы

2.5.1. Планировочные и отделочные работы

Летное поле аэродрома, включая концевые и боковые полосы безопасности, должно иметь ровную поверхность. Неровности микрорельефа под металлической рейкой длиной 3 м не должны превышать 30 мм на летном поле и 20 мм на участках грунтового основания под покрытием. Для доведения микрорельефа местности до требуемой ровности выполняют планировочные работы.

Планировочные работы как самостоятельный процесс выполняют на участках с нулевыми рабочими отметками, где по проекту вертикальной планировки не предусмотрено производство земляных работ с растительным и минеральным грунтом, или как завершающий процесс при разработке выемок или отсыпке насыпи.

На участках грунтовой части летного поля с нулевыми рабочими отметками микрорельеф исправляют в пределах растительного слоя (10—12 см) путем срезки небольших возвышенностей и засыпки мелких впадин без предварительного снятия растительного грунта.

На участке с хорошо развитым дерновым покровом в целях его сохранения следует выборочно планировать отдельные места, микрорельеф которых не соответствует требованиям.

Планировочные работы выполняют в два этапа: первый — предварительная (грубая) планировка, второй — окончательная (тщательная). При предварительной планировке устраняют грубые неровности, видимые на глаз, и производят предварительное уплотнение для выявления участков с недостаточной плотностью грунта.

Тщательную планировку производят по геодезическим отметкам с целью доведения поверхности до требуемой ровности.

Для доведения поверхности выемки, насыпи и участков корыта под аэродромные покрытия требуется выполнить следующие рабочие операции: разрыхлить, предварительно спланировать и уплотнить поверхность грунта, произвести

контрольное нивелирование] тщательно спланировать и уплотнить поверхность, проверить качество выполненных работ.

До начала планировочных работ на грунтовой части летного поля необходимо засыпать ямы, оставшиеся после корчевки пней и удаления камней.

Рыхлить грунт необходимо всегда, когда это приводит к увеличению производительности машин, выполняющих планировку и уплотнение поверхности. Практика показала, что затраты труда на рыхление грунтов III группы (тяжелая ломовая глина, отвердевшие черноземы и каштановые земли) приводят к снижению стоимости планировочных работ.

Движение автогрейдера на захватке целесообразно организовать по круговой схеме: от границы захватки к ее середине, от середины захватки к ее краям или с чередованием проходов во взаимно перпендикулярных направлениях.

При планировке участка шириной менее двух радиусов поворота автогрейдера (грейдера) круговая схема движения машин бывает нецелесообразной. В этом случае может быть рекомендована челночная схема с поворотом ножа на 180° или схема с рабочим ходом в одном направлении.

Для предварительной планировки легких грунтов требуется один-два прохода по одному следу, средних — три-четыре и тяжелых— четыре—шесть проходов. Каждый следующий проход должен перекрывать предыдущий на 20—30 см.

Способы и схемы выполнения планировочных работ

Производительность планировочных машин в значительной степени зависит от длины захватки и принятой схемы движения машин. Наибольшую производительность на захватках длиной до 150 м имеет автогрейдер типа ДЗ-2 при работе по схеме с рабочим ходом в одном направлении, на участках длиной 150—500 м — при работе по челночной схеме с поворотом ножа на 180° и на участках длиной более 500 м — при работе по круговой схеме.

При работе по круговой схеме производительность автогрейдера ДЗ-2 на захватках длиной 500 м в 3,3 раза больше, чем на захватках длиной 50 м. Поэтому для планировочных работ длину захваток следует назначать не менее 200 м.

Хорошего качества планировки можно достигнуть, если проходы делать во взаимно перпендикулярных направлениях. Первый и последний проходы следует выполнять в направлении предполагаемых взлетов и посадок самолетов.

Выбирая схему планировки, следует учесть, что при работе автогрейдеров задним ходом после поворота ножа на 180° трудно обеспечить тщательную отделку поверхности, поэтому данную схему можно применять только для предварительной планировки со следующими рабочими установками ножа автогрейдера: угол захвата 45—60°, угол резания 40—60°, угол зарезания машинист грейдера изменяет в зависимости от характера местности.

При планировке легких грунтов для увеличения производительности рекомендуют устанавливать удлинители.

После предварительной планировки поверхность грунта имеет различную плотность. В местах, где были мелкие впадины, грунт рыхлый, а в местах, где были небольшие возвышенности — плотный. После уплотнения такая поверхность опять станет неровной, но менее выраженной, чем до предварительного уплотнения. Поэтому при планировке поверхностей следует чередовать проходы планировочных и уплотняющих машин.

После предварительной планировки и уплотнения захватки необходимо произвести контрольное нивелирование поверхности и установить колышки но проектным отметкам. Окончательную отделку поверхности выполняют планировочной машиной, за которой следует каток.

Для планировки поверхности выемки необходимы два—шесть, проходов планировочных машин по одному следу в зависимости от точности разработки выемки и типа грунтов. Все планировочные работы в выемках выполняют так же, как и на участках с нулевыми рабочими отметками.

Окончательно планируют поверхность насыпи только после уплотнения верхнего слоя и контрольной нивелировки. Если при уплотнении будут обнаружены значительные просадки поверхности, то в такие места до начала планировочных работ необходимо завезти недостающий грунт и уплотнить его.

Грунт, срезанный при планировке грунтового основания, используют для подсыпки сопряжений аэродромных покрытий с грунтовой частью летного поля.

Контрольные вопросы:

1. От чего зависит выбор средств механизации при планировочных работах?
2. В каких случаях планировку откосов целесообразно осуществлять бульдозером с откосопланировщиком, а в каких планировочными ковшами, смонтированными на стрелах экскаватора?
3. Схемы планировки земляного полотна при длине захватки более 500м, от150-500 м и до 150 м.

Тема 2.6. Производственный контроль качества

В процессе сооружения земляного полотна для постоянного учета и регулирования качества работ проводится производственный контроль.

Производственный контроль осуществляется ежедневно техническим персоналом, который непосредственно руководит работами: прорабом, мастером, бригадиром. Этот контроль производится в форме осмотра, инструментального обмера и инструментальной проверки.

Под *осмотром* понимают осмотр в процессе постройки отдельных элементов сооружения, которые далее будут полностью или частично скрыты последующими работами (осмотр основания перед укладкой покрытия), осмотр и обмер вывезенных на место работ материалов.

Производственный контроль качества включает следующие этапы: входной, операционный и приемочный.

Входной контроль заключается в испытании грунтов, исходных материалов и смесей. Его целью является обоснование возможности применения грунтов, материалов и смесей в строительстве дорожных сооружений.

Операционный контроль заключается в измерении показателей качества выполнения технологических операций и сопоставлении их с проектными или нормативными значениями. Его целью является обеспечение качества объекта путем регулирования параметров технологических процессов.

Приемочный контроль состоит в определении показателей качества законченных дорожных сооружений и сопоставлении их с проектными или нормативными значениями. Его цель — оценка качества готовых дорожных сооружений.

2.6.1. Входной контроль

До начала работ по сооружению земляного полотна должно быть проверено соответствие принятых в проекте и фактических показателей состава и состояния грунтов в карьерах, резервах, выемках, естественных основаниях.

При входном контроле проверяют правильность определения объемов резервов с учетом фактической ситуации в плане, состав грунта по наименованию вида и разновидности (в том числе особых разновидностей), наличию крупных включений, влажности.

Проверка резервов (карьеров, выемок) производится путем бурения или шурфования с отбором проб. Количество скважин или шурфов устанавливают в зависимости от сложности геологического разреза, но не менее двух на каждый километр притрассовых резервов или каждые 10 тыс. м3 сосредоточенных резервов (карьеров, выемок). Глубина отбора проб должна быть не меньше проектной глубины выработки. При однородных грунтах допустимо отбирать одну пробу, при изменении состава или влажности - не менее трех по глубине.

Состав характеризуют гранулометрическим составом грунта (крупностью частиц) и пластичностью глинистых грунтов (числом пластичности и показателем текучести), которые определяют по наименованию вида и разновидности грунта, наличию крупных включений, влажности.

Состояние характеризуют влажностью (естественной, оптимальной влажностью, полной влагоемкостью, степенью влажности, влажностью на границе текучести и границе раскатывания) и плотностью (дисперсного грунта, сухого грунта, частиц грунта, пористостью и коэффициентом пористости).

Отбор проб на влажность должен производиться не менее двух на каждые 10 тыс. м3 выемки или карьера с периодичностью 1 раз в неделю при устойчивой погоде и ежедневно после дождей интенсивностью более 5 мм/сут. Результаты измерения влажности заносятся в общий журнал работ.

На этапе входного контроля выполняется пробное уплотнение. Результаты пробного уплотнения фиксируются в специальном журнале.

Строительные конструкции, изделия, материалы и инженерное оборудование, поступающее на стройку, должны иметь паспорт, подтверждающий соответствие предусмотренным проектом показателям качества (или предусмотренным стандартам, техническим условиям и т.п.).

2.6.2. Операционный контроль

Операционный контроль проводится в ходе производственных процессов с целью установления соответствия выполняемых работ нормативным требованиям, проектной документации и соблюдения заданной технологии. Операционный контроль должен охватить полный объем всех видов работ за все время их выполнения.

К постоянно контролируемым показателям качества сооружения земляного полотна относятся:

- толщину снимаемого плодородного слоя (контролируют по разности отметок, непосредственному измерению на обрезе, цвету грунта);
- плотность грунта в основании земляного полотна, в слоях насыпи (плотность дисперсного грунта по оси земляного полотна и в 1,5...2 м от бровки, а при ширине отсыпаемого слоя более 20 м дополнительно посередине между осью

и бровкой) (рис. 17.1). Плотность грунта на откосах контролируют путем отбора проб в центре откоса и на расстоянии 1 м от бровки и подошвы земляного полотна;

- влажность используемого грунта (естественную влажность);
- толщину отсыпаемых слоев с учетом осадки на уплотнение (по разности отметок);
- однородность грунта в слоях насыпи (при визуальной оценке принимается во внимание цвет, степень агрегированное™ и технологические особенности — липкость, для точного измерения определяют показатель максимальной неоднородности);
- ровность поверхности (визуальный контроль);
- поперечный профиль земляного полотна (измеряют ширину земляного полотна, расстояние между осью земляного полотна и бровкой, поперечный уклон, крутизну откоса). Проверку выполняют нивелированием и мерной лентой;
- внешний вид и соответствие проектным показателям водоотводных и дренажных сооружений (размеры и продольный уклон).

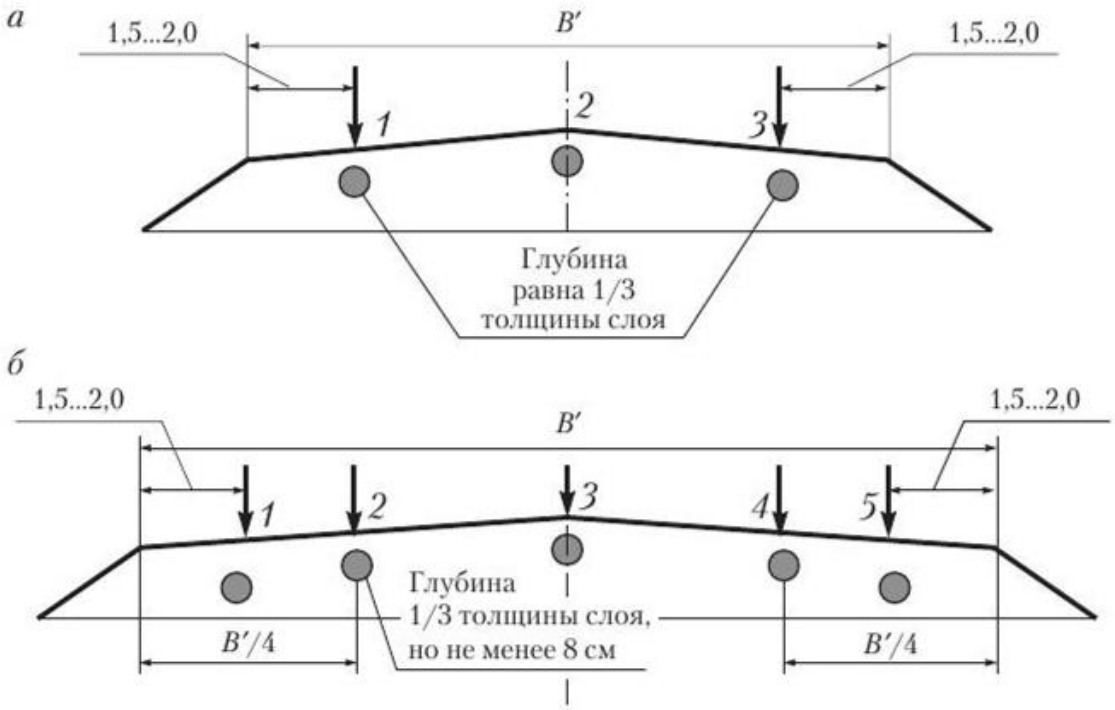


Рис. 17.1. Схема измерения плотности грунта земляного полотна: *а* — при ширине отсыпаемого слоя $B' < 20$ м; *б* — при $B' > 20$ м; *1-5* — места контроля плотности грунта земляного полотна

Отклонение полученных данных от проектных не должно превышать 10 %.

2.6.4 Приемка земляных работ.

Приемочный контроль земляного полотна производится после сто сооружения с оформлением соответствующего акта, без которого начало работ по строительству дорожной одежды не допускается. Различают следующие виды приемки работ:

- приемка скрытых работ (проводится в случае, если конструктивные элементы будут частично или полностью скрыты последу ющими работам и);
- промежуточная приемка выполненных работ (для определения качества и объема работ, оплачиваемых заказчиком);
- приемка в эксплуатацию (производится государственной комиссией).

Акты освидетельствования скрытых работ составляют после выполнения следующих работ:

- снятия плодородного слоя почвы, выторфовывания, устройства уступов на косогорах, замены грунтов, устройства свайных оснований под насыпями, устройства гидро- и теплоизоляционных слоев;
- укладки армирующих элементов, слоев текстильных материалов;
- устройства водоотвода и дренажей, укрепления русел у водоропускных сооружений;
- возведения и уплотнения земляного полотна и подготовки его поверхности для устройства дорожной одежды;
- засева трав на откосах;
- восстановления плодородного слоя почвы при рекультивации.

До предъявления земляного полотна к сдаче-приемке производят приемку водоотвода, дренажей, подпорных стенок, противооползневых сооружений.

Земляное полотно подлежит промежуточной приемке в общем процессе строительства автомобильной дороги.

Приемочный контроль включает:

- освидетельствование: визуальное, документации скрытых работ, производственного контроля, результатов лабораторных испытаний, ведомостей оползневых участков, наблюдений за осадкой земляного полотна на слабых грунтах;
- контрольные замеры.

Вместе с приемкой земляного полотна составляются акты о приемке резервов и карьеров после рекультивации.

Контрольные вопросы к теме 2.8:

1. Входной контроль качества работ при возведении земляного полотна.
2. Операционный контроль качества работ при возведении земляного полотна.
3. Понятие о скрытых работах.
4. Перечень работ, подлежащих освидетельствованию.
5. Сроки и правила освидетельствования скрытых работ.

Глава 3. Строительство дорожных одежд

3.1 Назначение дополнительных слоев

Дополнительными слоями оснований называют слои, размещаемые непосредственно на земляном полотне. Строительство дополнительного слоя производят при необходимости обеспечения требуемой по расчету прочности или морозостойкости дорожной одежды, а также для осушения верхней части земляного полотна и дорожной одежды или предохранения земляного полотна от глубокого промерзания.

Эти слои являются связующими между основными несущими слоями дорожной одежды и верхней частью земляного полотна. Они позволяют в ряде случаев исправить недостатки в конструкции земляного полотна.

В зависимости от назначения подстилающего слоя они могут быть подстилающими, теплоизолирующими и дренирующими.

Подстилающие слои применяют в целях достижения требуемой прочности или морозостойкости дорожной одежды. В этом случае сокращается расход прочных и дорогостоящих материалов, так как можно использовать местные, менее прочные материалы в виде песка и минеральных отходов промышленности.

Толщину подстилающего слоя определяют из условия, что будет обеспечена требуемая прочность всей дорожной одежде. Подстилающий слой строят на ширину земляного полотна, если преследуют цель одновременно использовать его в качестве дренирующего. Подстилающий слой может быть многослойным, если необходимо обеспечить морозостойкость дорожной одежды, конструкция которой обеспечивает требуемую прочность. В этом случае требуемая толщина подстилающего слоя с учетом глубины промерзания $H_м$

$$H_{п.с} = H_м - H_{д.о},$$

где Нд.о — толщина дорожной одежды, достаточная по условию требуемой прочности.

Строительство подстилающего слоя состоит из следующих рабочих операций: подвозки материала на земляное полотно; распределения его бульдозером, автогрейдером или распределителем; увлажнения до оптимальной влажности и уплотнения катками. Строительство последующих слоев (при необходимости) состоит из тех же операций. Толщину укладываемого слоя устанавливают в зависимости от используемых средств уплотнения.

Теплоизолирующие слои применяют в целях улучшения воднотеплового режима за счет уменьшения глубины промерзания земляного полотна, чем достигают снижения капиллярного поднятия воды и уменьшения переувлажнения верхней части земляного полотна.

Одновременно со снижением глубины промерзания уменьшается требуемая толщина дорожной одежды, что дает экономию дорожностроительных материалов.

Для теплоизолирующих слоев применяют как распространенные, так и специальные теплоизолирующие материалы. Специальный материал для теплоизолирующих слоев должен не подвергаться воздействию микроорганизмов, обладать низкой теплопроводностью, незначительной сжимаемостью, однородностью, малой водонасыщаемостью (не более 10%), которая не изменяется в течение срока службы дорожной одежды. Кроме того, материал должен быть недорогим и технологичным. Этим требованиям отвечают: полистирол с плотностью 30...60 кг/м^3; пено- и газобетон; пенослой, получаемый путем вспучивания смол, например полиуретановых или фенолформальдегидных.

Для теплоизолирующих слоев пригодны легкие цементобетоны с заполнителем из стиропора, керамзита, вспученного полистирола, а также смеси на основе тех же заполнителей, обработанных органическими вяжущими.

Жесткие пенопласты, пено- и газобетоны используют в виде готовых плит. Большинство других перечисленных материалов входит в состав смесей на основе цементов и органических вяжущих.

Гранулированный заполнитель в передвижных бетономешалках перемешивают с цементом и минеральными материалами. Полученную смесь укладывают бетоноукладочными машинами на синтетическую пленку и уплотняют легкими катками.

Толщина теплоизолирующих слоев зависит от коэффициентов теплопроводности слоев дорожной одежды, лежащих на них. С уменьшением плотности теплоизоляционного материала снижается его теплопроводность, что позволяет снизить толщину слоя.

Наилучшими теплозащитными свойствами характеризуются золошлаковые смеси, укрепленные цементом; грунты, укрепленные гранулированными доменными шлаками и укрепленные грунты с добавками легких заполнителей.

Дренирующие слои из песка впервые были применены на дорогах России в XIX в. при строительстве щебеночных и гравийных покрытий. В настоящее время дренирующий слой устраивают по типу объемного поглотителя (рис. 15.1) или на всю ширину земляного полотна (рис. 15.2).

Дренирующий слой по принципу объемного поглощения строят в тех случаях, когда вся поступающая в слой вода может разместиться в его порах.

Эти слои располагают только под дорожной одеждой без устройства из них выпусков. После наступления жаркой погоды вода просачивается к грунтовым водам. Вода в дренирующем слое с некоторым запасом его по толщине на высоту капиллярного поднятия не оказывает вредного воздействия на дорожную одежду.

Для снижения толщины дренирующего слоя и обеспечения выхода воды из него целесообразно устраивать дренирующие слои на всю ширину земляного полотна. В этих случаях очень важно обеспечить земляному полотну требуемый поперечный уклон.

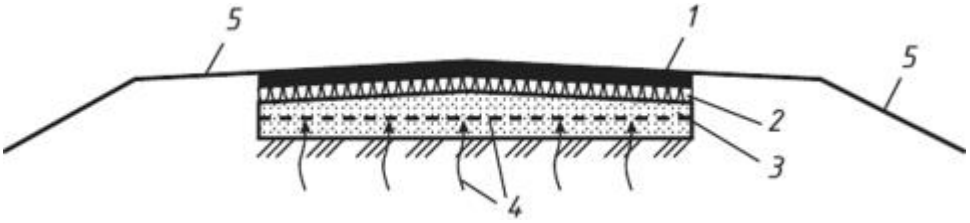


Рис. 15.1. Дренирующий слой по типу объемного поглотителя: *1* — покрытие; *2* — основание; *3* — дренирующий слой;

4 — капиллярная вода; *5* — растительный грунт

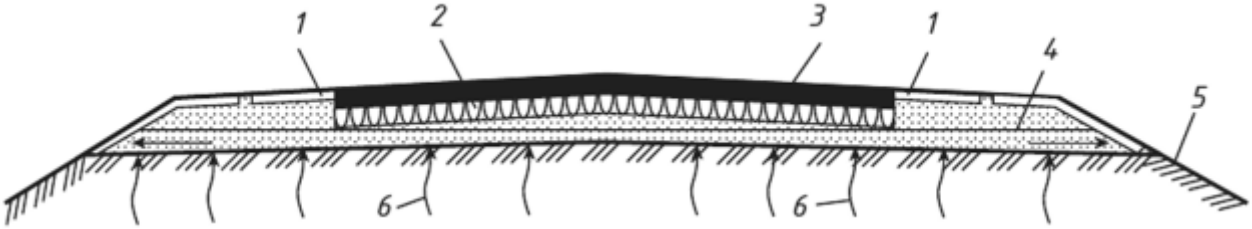


Рис. 15.2. Дренирующий слой на всю ширину земляного полотна:

1 — укрепленные обочины; *2* — основание; *3* — покрытие; *4* — дренирующий слой; *5* — растительный грунт; *6* — капиллярная вода

Наиболее распространенным материалом для дренирующих слоев является песок. Чем крупнее песок и меньше в нем пылеватоглинистых частиц, тем выше его фильтрующие и водоотводящие свойства. Для дренирующих слоев желательны пески с коэффициентом фильтрации не менее 3 м/сут, гравий, шлак, щебень, которые обладают большой прочностью и коэффициентом фильтрации. Из них

можно строить дренажные слои меньшей толщины. Содержание глинистых частиц должно быть не более для крупнозернистых песков 7%, мелкозернистых 3…4%.

3.1.1 Технология строительства дополнительных слоев оснований из различных материалов

Строительство дренирующих слоев состоит из следующих рабочих операций:

•- доставка песка (песчано-гравийной смеси) автомобилями-самосвалами и ссыпание материала в кучи на определенном расстоянии друг от друга;

•разравнивание песка бульдозером или автогрейдером. При применении автогрейдеров разравнивание материала ведут в следующую смену (на другой захватке) путем круговых проходов с выездом для разворота с земляного полотна; при разравнивании песка бульдозером эту операцию производят немедленно после доставки каждой партии автомобилями-самосвалами;

•уплотнение материала дренирующего слоя с поливкой водой.

Уплотняющие средства выбирают с учетом толщины дренирующего слоя. Степень плотности песка в слое должна быть равной или больше единицы. Если влажность песка меньше оптимальной, его уплотнение производят вибрационными катками. При необходимости увлажнение песка производят поливомоечными машинами.

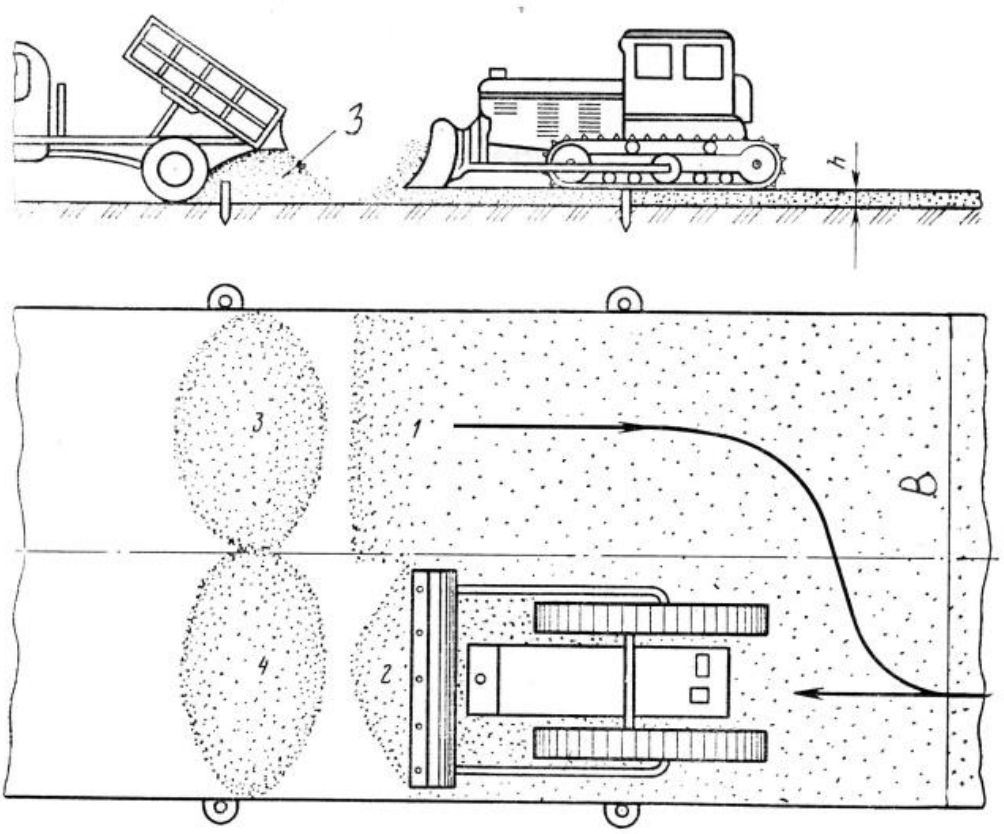


Рис.1.8. Схема работ по строительству песчаного дополнительного слоя:

1 – распределенный песок; 2 – разравнивание песка бульдозером; 3, 4 - подвезенный песок

Строительство теплоизоляционных слоев из жесткого пенопласта, из плит легкого бетона, вспученного полистирола, пено- или газобетона производят по спланированному и уплотненному земляному полотну, по которому распределяют слой песка толщиной не более 5 см. Поверх расстилаемой синтетической пленки вплотную друг к другу укладывают листы или плиты на ширину, превышающую ширину основания по 0,5 м в каждую сторону. После этого листы или плиты покрывают той же пленкой, насыпают слой песка не менее 5 см оптимальной влажности, затем устраивают дорожное основание.

При бетонных основаниях слой песка поверх пленки не рассыпают. Прослойки песка с пленкой необходимы для того, чтобы воспрепятствовать диффузии водяных паров и повреждения хрупких листов пенопласта.

При строительстве слоев на месте из полиуретановых и фенолформальдегидных смол их разливают непосредственно по синтетической пленке с применением автогудронатора.

Смола вспучивается, через 2 часа пена затвердевает, тогда сверху расстилают пленку.

Толщина теплоизолирующих слоев зависит от коэффициентов теплопроводности расположенной на них дорожной одежды и теплоизоляционного материала. С уменьшением плотности теплоизоляционного материала снижается теплопроводность и тем меньше может быть толщина слоя. Чем ближе теплоизоляционный слой к поверхности покрытия, тем толще он должен быть. С течением времени некоторые теплоизоляционные материалы насыщаются водой, что сказывается на повышении их тевлопроводности.

Полистирольные твердые пенопласты являются наилучшим материалом для теплоизолирующих. слоев. Другие материалы могут значительно повысить свое водонасыщение, во избежание чего их и укладывают между двумя синтетическими пленками.

Теплоизоляционные слои значительно снижают толщину дорожной одежды и расход материалов.

3.1.2. Контроль качества работ при строительстве дополнительных слоев

При устройстве морозозащитных и дренирующих слоев необходимо контролировать:

- соответствие качества материалов и песчаных грунтов требованиям проекта;
- плотность материалов в слое определяют в трех точках на поперечнике (по оси и у кромок проезжей части) не реже, чем через 100 м (для текущего контроля допускается использовать ускоренные методы и экспресс-приборы);
- отсутствие загрязнения грунтом выходов дрен на откосах земляного полотна

При устройстве дренирующих и капилляропрерывающих прослоек необходимо проверять:

- гранулометрический состав слоев грунта над и под прослойкой;
- толщину слоев грунта над и под прослойкой;
- качество стыковки полотнищ материала;
- толщину первого слоя дорожной одежды над прослойкой

При использовании в качестве армирующих, защитных и дренирующих прослоек синтетических материалов (СМ) после укладки СМ перед отсыпкой вышележащего слоя грунта проводят осмотр с составлением акта на скрытые работы. В акте отражают:

- результаты визуального осмотра (сплошность, величина перекрытия, качество полотен и их стыковки);
- - характеристики СМ (предел прочности на растяжение, условный модуль деформации при растяжении, общее относительное удлинение при разрыве, сопротивляемость местным повреждениям, коэффициент фильтрации, фильтрующая способность, стойкость к агрессивным воздействиям, сопротивление сдвигу на контакте с грунтом), указанные в паспорте на партию СМ или на этикетках рулонов;
- - данные, полученные при приемке СМ:

а) поверхностную плотность (массу на 1 м) путем взвешивания образца;

б) толщину путем замера пригруженного нагрузкой 1 Н образца нетканных материалов в трех точках на расстоянии не менее 20 мм от кромки полотна с вычислением среднего значения. Замеры ведутся толщиномерами, микрометрами, штангенциркулями;

в) ширину измерением металлической линейкой с точностью - 5 см

При устройстве теплоизолирующих слоев из пенопласта необходимо проверять:

- - равномерность опирания плит на поверхность земляного полотна. При необходимости поверхность земляного полотна выравнивают песком;

•- толщину первого слоя дорожной одежды над пенопластом. Первый над плитами слой дорожной одежды следует отсыпать на толщину не менее 0,25 м в плотном теле способом «от себя»

Контрольные вопросы к теме 3.2:

1. Дополнительные слои основания их назначение.
2. Какие материалы используются для устройства дополнительных слоев основания?
3. Дренирующие слои, их назначение, конструкция.
4. Технология устройства теплоизолирующих слоев.

3.2 Строительство щебеночных и гравийных оснований и покрытий и мостовых

3.2.1. Технология строительства щебеночных оснований и покрытий способом заклинки.

Производство работ методом заклинки используют при строительстве щебеночных оснований и покрытий, в которых при уплотнении за счет введения мелких фракций каменного материала возникает взаимная заклинка зерен. В таких основаниях и покрытиях создается внутреннее трение между отдельными каменными фракциями и происходит цементация их за счет каменной пыли, образующейся при уплотнении. Все это приводит к монолитности и достаточной прочности укладываемого слоя.

Основания, устроенные методом заклинки, обладают высоким модулем упругости, монолитностью, при увлажнении не теряют устойчивость и не вызывают образование трещин на покрытии.

Щебеночные основания и покрытия по способу заклинки строят путем россыпи нескольких фракций щебня и уплотнения каждой из них. Для основного (нижнего) слоя применяют щебень фракций 40-70 мм или 70-120

мм, для расклинки — фракции 10-20, 5-10 мм . Минимальное количество фракций щебня при строительстве оснований — две, покрытий — три.

Однако необходимость использования щебня нескольких фракций, большого количества машин (автомобилей-самосвалов, катков) и низкая производительность отряда по строительству слоя усложняют строительство.

Основания могут устраиваться в один или два слоя. Толщина основания в плотном теле при укладке на песчаный слой должна быть не менее 15 см, при укладке на твердый слой — не менее 8 см. Максимальная толщина слоя зависит от вида уплотняющего средства, но, как правило, не превышает 30 см.

При проведении работ щебень нижнего слоя распределяют самоходным распределителем на всю ширину основания. Распределитель обеспечивает необходимую ровность укладываемого слоя, а также предварительное его уплотнение. После распределения щебня его подготавливают к укатке. Для этого при необходимости исправляют края уложенного слоя и выравнивают сопряжения полос основания. Затем проверяют поперечный профиль по шаблону, а ровность поверхности в продольном направлении — трехметровой рейкой.

При отсутствии распределителя профилирование щебня можно производить автогрейдером.

В случае укладки нижнего слоя распределителем щебень предварительно уплотняется виброплитами, поэтому исключают подкатку легкими катками, а окончательное уплотнение щебня выполняют тяжелыми катками с гладкими вальцами массой 9-12 т, комбинированными или пневмокатками массой не менее 16 т.

Укатку слоя начинают от обочин к оси дороги с перекрытием предыдущего прохода катка на $^1/_3$ ширины вальца за 10-20 проходов по одному следу. Количество проходов по одному следу устанавливают пробной укаткой. По мере смещения к оси дороги количество проходов уменьшают. Достигнув оси дороги, каток возвращают к обочине, и уплотнение повторяют в том же порядке. В начале укатки скорость движения катка должна быть 1,5-

2 км/ч, в конце укатки она может быть повышена до 5-7 км/ч. Для уменьшения трения между щебенками и ускорения взаимозаклинивания при укатке следует производить в летнее время полив щебня водой, ориентировочный расход 15-25 л/м^2 для 1-го этапа, 10-12 л/м^2 для 2-го этапа.

Признаком уплотнения слоя является отсутствие подвижности щебня и следа от катка, а также раздавливание щебенки, положенной на щебеночный слой.

В тех случаях, когда щебень укладывают автогрейдером, щебеночный слой уплотняют за два периода: в первый период уплотнение ведут легкими катками массой 5-7 т за пять- семь проходов по одному следу без поливки водой. Укатку начинают со скоростью катка 1,5-2 км/ч от обочин к середине с перекрытием следа на$^1/_3$вальца катка. Во втором периоде слой уплотняют тяжелыми катками с поливом водой аналогично укатке слоя щебня после укладки распределителем.

После уплотнения нижнего слоя поверх него с помощью самоходного распределителя, автогрейдера или навесного щебнераспределителя производят вторую россыпь щебня в количестве 10-15 м^3 на 1000 м^2. Если щебень основного слоя был размером 40-70 мм, для расклинки рассыпают щебень размером 20-40 мм, при щебне размером 70-120 мм расклинивают щебнем размером 40-70 мм.

Уплотнение расклинивающего слоя ведут в той же технологической последовательности, что и при уплотнении нижнего слоя. В последней стадии укатки используют катки с металлическими вальцами массой 10-18 т и пневматические массой 16-35 т. Для ускорения укатки эффективно применение виброкатков.

Если предусмотрено устройство щебеночного слоя из трех фракций, самый мелкий щебень (10...20, 5... 10 мм) распределяют навесным распределителем. В процессе работы проверяют норму россыпи щебня и, если необходимо, регулируют величину щели распределителя. После распределения мелкий щебень разметают автомобильной щеткой для

заполнения пустот верхнего слоя. Окончательное уплотнение слоя осуществляют тяжелыми катками за пять - десять проходов по одному следу с поливкой водой в количестве 10-12 л/м^2.

Признаком хорошего уплотнения слоя служит отсутствие подвижности щебня и следа от прохода тяжелого катка.

3.2.2.Технология строительства оснований и покрытий из песчано-гравийных, гравийно-песчаных и щебеночных смесей

Для строительства дорожных оснований применяют смеси, имеющие минимальную пористость и проектируемые по кривым плотных смесей.

При устройстве оснований дорог I—III категории содержание в щебне зерен пластинчатой и игловатой формы не должно превышать 35% по массе. Для исключения подвижности слоя и увеличения его объема при насыщении водой содержание пылевато-глинистых частиц в минеральном материале ограничивается 5%.

Готовить смесь можно на смесительной установке и непосредственно на дороге. Лучшие показатели слоя основания обеспечиваются при смешении компонентов смеси в установке. В этом случае смесь легко оптимизировать путем дозирования и введения в мешалку недостающих фракций минеральных материалов и обеспечить ее оптимальное увлажнение.

Для получения подобранного состава смеси на дороге на нижележащий слой основания вывозят и распределяют ровным слоем с помощью автогрейдера необходимое количество более крупного материала, затем к нему добавляют последовательно более мелкие материалы. Спланированные материалы поливают водой для обеспечения оптимальной влажности, перемешивают автогрейдером до образования однородной смеси, распределяют по ширине слоем одинаковой толщины и уплотняют.

В случае приготовления смеси в смесительной установке распределение ее целесообразно производить самоходным распределителем.

Уложенный слой смеси уплотняют комбинированными, пневмошинными или катками с металлическими вальцами от краев к середине.

Скорость движения катков в начале укатки 1,5-2 км/ч с доведением к концу уплотнения скорости до 5 км/ч. Для уплотнения применяют катки с постепенно увеличивающейся массой и удельным давлением. Для уплотнения щебня и гравия из прочных пород сначала используют 6-тонные катки, затем 10- 12- и при окончании укатки — 10-18-тонные. При уплотнении минерального материала из пород малой прочности сначала применяют катки 3-5-, а затем 6-10-тонные.

Для уменьшения трения между щебенками при укатке производят в летнее время полив уплотняемого слоя водой, ориентировочный расход 25-35 л/м^2.

3.2.3. Технология строительства щебеночных (гравийных) оснований, обработанных не на полную глубину пескоцементной смесью, методами перемешивания и пропитки (вдавливания)

Этот тип основания является жестким и применяетсяпри строительстве дорожных одежд дорог высоких категорий. Основание обладает повышенной по сравнению со щебеночным основанием несущей способностью, позволяющей значительно снизить толщину дорожной одежды, а также использовать менее прочные каменные материалы. Повышенная несущая способность в раннем возрасте по сравнению с пескоцементным основанием из-за каркасности материала обеспечивает возможность проезда построечного транспорта без деформации конструкции и позволяет на 10-20% уменьшить расход цемента.

Недостатками таких оснований являются высокая жесткость и большое количество температурно-усадочных трещин, недостаточная морозостойкость и необходимость ухода за слоем. При использовании такого основания в дорожной конструкции с покрытием из органоминеральной смеси необходимо предусмотреть меры, исключающие появление отраженных трещин в слое покрытия.

Несущая способность основания зависит от глубины пропитки щебеночного слоя, марки применяемого пескоцемента и свойств щебня. При увеличении глубины пропитки слоя и марки пескоцемента модуль упругости увеличивается. В случае сохранения постоянной общей толщины слоя при увеличении глубины пропитки от 0,25 до 0,75 толщины слоя требуемая прочность пескоцемента может быть уменьшена с 10 до 4 МПа, а расход цемента — с 18 до 10% по массе пескоцементной смеси.

Для устройства слоя основания целесообразно использовать известняковый щебень фракции 40-70 и 70- 120 мм. Такой щебень имеет более широкое распространение и меньшую стоимость. При строительстве оснований на дорогах I и II категории минимальная марка щебня по прочности — 600, на дорогах III категории — 400 и V — 200.

В зависимости от климатических условий и категории дороги к щебню предъявляются различные требования по морозостойкости: максимальная — МРЗ 50, минимальная — МРЗ 15.

Для получения требуемого модуля упругости верхней части слоя в щебень вводят пескоцемент марки от 4 до 10 МПа при расходе цемента 10-18% массы смеси. В целях повышения пластичности и проникающей способности смеси в нее целесообразно вводить ПАВ (ЛСТ, ЩСПК) в количестве 0,5-2,0% массы цемента. Вместо цемента может быть использовано шлаковое вяжущее на основе шлаков черной металлургии или зольное вяжущее на основе зол-уноса ТЭЦ. В этом случае отпадает необходимость в смесительных установках. Расход пескоцемента зависит от глубины пропитки и пустотности щебня. При изменении глубины пропитки от 5 до 15 см расход пескоцемента увеличивается с 2,5 до 9,0 $м^3$ на 100 $м^2$ поверхности основания.

Пескоцементную смесь вводят в щебеночный слой под воздействием вибрации или давления. При этом ее влажность должна быть на 20-40% больше оптимальной в первом случае и на ту же величину меньше — во втором.

Щебень укладывают и планируют распределителем или автогрейдером, увлажняют водой из расчета 3-10 л/м^2 и прикатывают легким катком за один-два прохода по одному следу. Приготовленную в установке пескоцементную смесь распределяют по поверхности щебня укладчиком или автогрейдером. Пропитку щебеночного слоя на глубину до 5 см осуществляют двумя-тремя проходами катка на пневматических шинах, на глубину до 7 см — профилировщиком с вибробрусом. При использовании метода вибрации для пропитки на глубину до 10 см применяют вибрационный каток (один-два прохода по одному следу). Окончательное уплотнение основания после пропитки щебеночного слоя пескоцементной смесью осуществляют катками на пневматических шинах за 12-16 проходов по одному следу.

Для пропитки смесью на глубину более 10 см (11-17 см) следует применять кулачковый каток. Число проходов кулачкового катка по одному следу зависит от требуемой толщины пропитки щебеночного слоя и ориентировочно составляет 5-15.

После окончательного уплотнения за построенным основанием осуществляют уход путем розлива битумной эмульсии с расходом 0,6- 0,8 л/м^2 или россыпи песка слоем 4-6 см.

3.2.4 Общие сведения о технологии строительства мостовых

Дорожные одежды с мостовыми в качестве покрытий отличаются достаточной прочностью и сравнительно большим сроком службы (до капитального ремонта не менее 20 лет). В настоящее время практически не строятся из-за использования ручного труда и неровной поверхности. Мостовые можно устраивать на дорогах III и IV категории, на которых нет дорожной службы и отсутствует регулярное содержание, так как они могут долго служить без ремонта.

Для булыжных мостовых применяют мелкий валунный камень, кругляк или булыжник, для осколочных — колотые из скальных горных пород шашки размером от 12 до 25 см.

Ранее построенные мостовые применяют в качестве оснований для покрытий капитального типа.

Мостовые строят в корыте на песчаном или другом дренирующем основании. В поперечном профиле мостовой придают двускатный уклон 4-5% (рис. 17.6).

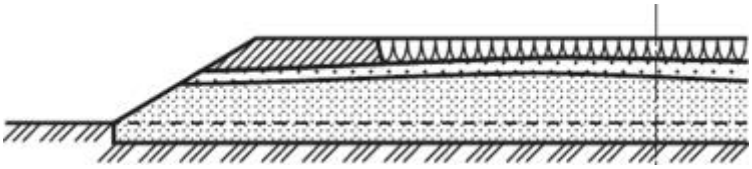


Рис. 17.6 Поперечный профиль булыжной мостовой

Песчаное основание должно быть слоем не менее 15-20 см, так как в него погружают камни, образующие мостовую. Глубина посадки камней в песчаный слой зависит от их высоты и может колебаться в пределах от 1/4 до 1/3 высоты.

До начала мощения обязательна разбивка: ряды колышков забивают через 2-2,5 м по оси, краям и поперечникам, отстоящим друг от друга на 10м. Мощение начинают с установки краевых (верстовых) камней. По колышкам, выставленным у обочин, натягивают шнур, определяющий границу и высоту мостовой. Верстовые камни укладывают попеременно длинной и короткой стороной к шнуру так, чтобы не допустить образования сквозного шва вдоль версты. Мостят таким образом, чтобы ближе к обочинам были более крупные камни с постепенным уменьшением размера к середине. При укладке камней соблюдают перевязку швов как в продольном, так и в поперечном направлении.

После мощения трамбуют участок начиная от краев механической или ручной трамбовкой массой 20-30 кг, после чего швы заполняют каменной мелочью размером 10-20 мм. Затем производят второе, более усиленное трамбование.

После уплотнения мостовую засыпают каменной мелочью (5- 10 мм) с тщательным заметанием их в промежутки между камнями. Затем мостовую уплотняют сначала легкими катками (5-6 т) за четыре-пять проходов по одному следу, затем тяжелыми (8-12 т) за два-три прохода. Тяжелые катки необходимы при строительстве мостовой как основания под капитальное покрытие.

После приемки мостовой ее засыпают песком слоем 1,5-2 см, который разметают щетками и метлами, после чего открывают движение.

3.2.5 Контроль качества работ при строительстве щебеночных и гравийных оснований и покрытий и мостовых

В процессе строительства должен осуществляться контроль качества материалов и устраиваемого слоя, который подразделяется на входной, операционный и приемочный. При входном контроле качество материала (щебня) оценивается по паспортам или собственными испытаниями на соответствие требованиям ГОСТа и проекта. Особое внимание уделяется прочности, морозостойкости, зерновому составу и загрязненности материала. Результаты контроля фиксируются в лабораторном журнале.

1. При входном контроле в каждой партии (700 $м^3$) контролируют прочность, морозостойкость, зерновой состав, содержание пылевато-глинистых частиц (ПГЧ). При операционном контроле на каждые 8000 $м^2$ контролируют зерновой состав и ПГЧ. Результаты контроля фиксируются в лабораторном журнале. При операционном и приемочном контроле качества устраиваемого слоя проверяются высотные отметки, ровность, поперечный уклон, ширина, толщина слоя и качество уплотнения.

Контрольные вопросы к теме 3.2:

1. Устройство щебеночного основания методом заклинки – перечислить технологические операции.

2. Признаки окончания уплотнения щебеночного основания или покрытия.

3. При каких этапах уплотнения щебня применяется вода и для чего?

4. Как вводят в щебеночный слой пескоцементную смесь?

5. Какой материал применяют для булыжных мостовых

6. Какие параметры контролируют при входном контроле?

7. Какие параметры контролируют при операционном контроле?

3.3 Строительство оснований и покрытий из каменных материалов, обработанных органическими вяжущими

3.3.1 Технология строительства щебеночных оснований и покрытий по способу пропитки.

Способ пропитки, применяемый при устройстве покрытий и оснований, состоит в том, что органическое вяжущее распределяют по поверхности щебеночного слоя. Вяжущее обволакивает щебень, создавая повышенное сцепление внутри слоя. В результате модуль упругости щебеночного слоя возрастает на 20—30%.

Основания и покрытия с применением органических вяжущих материалов устраивают способами пропитки и в сухую и тёплую погоду весной и летом при температуре не ниже +5° С, а осенью – не ниже +10° С. а при использовании эмульсий – не ниже + 5° С.

Данный способ является одним из простейших, так как позволяет сравнительно быстро, без применения сложного оборудования (смесительных агрегатов) построить устойчивый слой дорожной одежды. Однако обволакивание щебня вяжущим происходит неравномерно. Часть вяжущего собирается в крупных порах в виде сгустков, что обусловливает недостаточно рациональный расход его.

Повышенная влажность и низкая температура каменного материала снижают сцепление с вяжущим и ухудшают степень обволакивания отдельных зерен. Способ пропитки нецелесообразен в районах с повышенными осадками и низкой положительной температурой.

Покрытия рассматриваемого типа строят на дорогах III—IV категорий. При этом различают пропитку (толщина обрабатываемого слоя 8—10 см) и полупропитку (толщина слоя 5—7 см).

В качестве вяжущего применяют битумы БНД 130/200, БН 130/200, БНД 90/130 и БН 90/130, БНД 60/90 и БН 60/90, дегти Д-6, ДС-7, эмульсии, составленные дегтебитумные смеси.

Менее вязкие материалы лучше проникают в толщу обрабатываемого слоя и полнее обволакивают щебень, но в меньшей степени, чем вязкие вяжущие, создают прочное сцепление между зернами щебня. В связи с этим менее вязкие материалы, включая прямые и обратные эмульсии, целесообразно использовать в районах с прохладным и влажным климатом (II и III дорожно-климатических зонах), а также при применении щебеночных материалов, содержащих много мелких зерен. В IV и V дорожно-климатических зонах и при крупном щебне рекомендуют вязкие вяжущие.

При повышенной влажности щебня можно также применять дегтебитумные смеси, которые обладают лучшей способностью, чем битум, прилипать к поверхности минерального материала. Из дегтебитумной смеси не должен выпадать осадок после прогрева ее в термостате в течение 10 ч при температуре, соответствующей нагреву смеси при ее применении. Использование дегтя в верхнем слое на дорогах населенных пунктов запрещено.

Для уменьшения вязкости органические вяжущие, кроме эмульсий, перед распределением нагревают: БНД 60/90 и БН 60/90 — до 130—150° С; БНД 90/130 и БН 90/130, БНД 130/200 и БН 130/200 — до 140—160°С; Д-6 —до 90—120°С; ДС-7 —до90—120°С. Поверхностно-активные вещества, улучшающие сцепление битума с минеральными материалами, добавляют в вяжущее на базе.

Для покрытий применяют щебень следующих размеров: крупный 40—70 мм, средний 20(25)—40 мм, мелкий 10(15) — 20(25) мм, каменную мелочь 5(3) —10(15)

мм. При полупропитке можно применять смеси размером 5(3)—40 мм или 5(3) — 20(25) мм. Коэффициент сбега этих смесей должен быть 0,65—0,75.

Наибольший размер щебня не должен превышать 0,85—0,95 толщины устраиваемого слоя. Технология строительства слоев по способу пропитки включает следующие процессы: создание основного каркаса из крупного щебня, обработка каркасного слоя вяжущим с немедленной расклинкой.

Щебень подвозят автомобилями-самосвалами. Для укладки щебня крупнее 20 мм применяют самоходные распределители, более мелкий щебень рассыпают навесными распределителями. Возможно применение автогрейдеров. Лучший эффект достигается автогрейдерами с автоматизированной установкой отвала.

Вяжущее разливают с помощью автогудронаторов. Для уплотнения применяют самоходные катки обычно с гладкими вальцами. После каждого распределения и уплотнения щебня поперечный профиль проверяют шаблоном. Ровность в продольном направлении контролируют трехметровой или многоопорной рейкой (готового покрытия).

При уплотнении щебень увлажнять не следует, чтобы не снизить качество сцепления с вяжущим. Исключение может составлять случай обработки эмульсией. В процессе уплотнения необходимо перекрытие проходов катка на 0,25—0,3 ширины укатки. При уплотнении нельзя допускать излишнего дробления щебня и образования мест с заполненными мелочью порами. Если появились такие места, щебень нужно немедленно разрыхлить, заменить новым и тщательно уплотнить сначала механическими трамбовками, а затем катками.

Распределение вяжущего в зависимости от нормы розлива, ширины покрытия и необходимости открытия движения производят по всей ширине или по одной половине покрытия. Необходимо следить за равномерностью распределения, пропущенные места нужно залить вручную из шланга, который имеется на автогудронаторе, или из леек.

В поперечных стыках смежных участков при распределении вяжущего не должно быть перекрытия, так как оно может привести к образованию местного избытка битума и появлению неровностей на покрытии вследствие сдвигов и

других пластических деформаций. Место поперечного стыка нужно закрывать примерно на 2 м бумагой, толем, рубероидом или песком слоем в 1 см.

Работы по устройству покрытий и оснований способом пропитки битумом или дегтем следует производить в следующем порядке:

- распределение основной (фракции щебня; уплотнение катком массой 6 - 8 т (5 - 7 проходов по одному следу);

- розлив 50 % вяжущего от общего расхода; распределение расклинивающей фракции щебня; уплотнение катком массой 10 - 13 т (2 - 4 прохода по одному следу);

розлив 30 % вяжущего от общего расхода; распределение второй расклинивающей фракции щебня; уплотнение катком массой 10 - 13 т (3 - 4 прохода по одному следу);

розлив 20 % вяжущего; распределение замыкающей фракции щебня; уплотнение катком массой 10 - 13 т (3 - 4 прохода по одному следу).

При использовании в качестве вяжущего эмульсий первый розлив вяжущего (70 % эмульсии от общего расхода) следует делать после распределения первой расклинивающей фракции и ее уплотнения. Остальные 30 % эмульсии разливают после уплотнения второй расклинивающей фракции.

Контрольные вопросы:

1. Что в качестве вяжущего применяют для пропитки?
2. Температура воздуха при устройстве пропитки.
3. Температура вяжущего.
4. В чем особенность использования эмульсии?
5. Чем пропитка отличается от полупропитки?
6. Можно ли щебень поливать водой при уплотнении?

3.3.2. Технология строительства оснований и покрытий из каменных материалов, обработанных органическими вяжущими способом смешения на дороге.

Основания и покрытия из щебеночных, гравийных и песчаных смесей, обработанных органическими вяжущими материалами смешением на дороге, следует устраивать при температуре воздуха не ниже 15 °С и заканчивать за 15 - 20 сут до начала периода дождей или устойчивой температуры воздуха ниже 10 °С.

Битумом или дегтем следует обрабатывать каменные материалы влажностью не более 4 %. При большей влажности смесь должна быть просушена путем перемешивания автогрейдером.

Влажность щебеночных и гравийных смесей, обрабатываемых эмульсией. в сухую и ветреную погоду и при температуре воздуха выше 15 °С, должна быть не менее 5 %, а песчано-щебеночных и песчано-гравийных смесей - на 1 - 2 % выше оптимальной.

Перед обработкой смесей анионной эмульсией в них следует предварительно вводить 1 - 2 % извести-пушонки или 2 - 4 % цемента.

Для обработки минеральных материалов смешением на дороге следует, как правило, применять битумы марок СГ 40/70, МГ 40/70, СГ 70/130, МГ 70/130, дегти марок Д-3, Д-4, а также битумные эмульсии ЭБА-3, ЭБК-3. Более вязкие битумы и дегти следует применять в районах с жарким климатом.

Число проходов автогрейдера при перемешивании следует назначать в зависимости от объема смешиваемых материалов и температуры воздуха.

Готовую смесь следует распределять по всей ширине проезжей части. Смесь следует уплотнять катками массой 6 - 8 т ориентировочно 3 - 5 проходами по одному следу.

Движение построечного транспорта разрешается открывать сразу после окончания уплотнения. При этом его следует регулировать по всей ширине проезжей части и ограничивать скорость до 40 км/ч. Коэффициент уплотнения должен быть не менее 0,96 через 30 сут после устройства покрытия или основания.

Устраивать покрытие или защитный слой на основаниях из смесей, приготовленных способом смешения на дороге, следует только после окончания формирования основания.

Способ смешения на дороге- устройство слоев покрытия или основания путем смешения минеральных материалов с органическим вяжущим, разливаемом в холодном или слегка подогретом состоянии.

С точки зрения технологии способ смешения на дороге лучше пропитки за счет о полного обволакивания вяжущим минерального материала, и более экономного расходования.

При смешении на дороге важно выбрать наилучший состав и обеспечить его постоянство во время всего производства работ, тк процесс происходит при низких температурах, с применением вяжущих и менее строгой дозировке материалов.

Влажность щебня (по гран составу плотные или оптимальные смеси) должна быть не более 4%.

Органические вяжущие: жидкие битумы, битумная эмульсия - медленнораспадающаяся

Устройство слоя должно происходить при температуре окружающего воздуха не ниже 15 градусов (4 группа работ)

Технологический процесс по устройству покрытий и оснований смешением на дороге включает следующие операции:

1. Подготовка основания (ямочный ремонт, исправление поперечного профиля).

2. Вывозка и подготовка к смешению минерального материала (оправка валика и обмер шаблоном).

3. Разравнивание валика под розлив вяжущего.

4. Первый розлив вяжущего.

5. Предварительное перемешивание (1...2 прохода фрезы или 7...15 проходов автогрейдера).

6. Оправка в валик и разравнивание под розлив.

7. Второй розлив вяжущего.

8. Перемешивание (4...5 проходов фрезы или 30...45 проходов автогрейдера).

Перемешивание щебня с вяжущими (фриза, ресайклер, автогрейдер

путем последовательных круговых проходов – очень долгая операция, около 100 проходов)

9. Планировка поверхности (а/г – 5-10 проходов)

10. Уплотнение - пневмоколесные, комбинированные катки массой 12-15тонн

11. Уход за смесью – ограничение скорости до 40 км/ч, регулирование движения по ширине

Минеральные материалы смешивают с вяжущими автогрейдерами или фрезами. При этом жидкие битумы или дегти, нагретые до температуры 60...80°С, а также эмульсии подают автогудронаторами или битумовозами. Минеральные материалы не подогревают. Общее число проходов устанавливают в зависимости от объемов смешиваемых материалов и температуры воздуха. При применении эмульсий количество проходов уменьшают на 20..25 %.

Качество оснований и покрытий, устраиваемых способом смешения на дороге, зависит от постоянства состава смеси, качества ее перемешивания и обеспечения сцепления вяжущих с каменными материалами. Значительно улучшить сцепление можно, вводя в минеральную часть 2...3 % по массе извести, а в битум до 15 % дегтя или 5... 10 % каменноугольного масла.

Контрольные вопросы:

1. . Какой применяют битум для смешения на дороге?
2. Сколько раз разливают битум?
3. Температура применяемого битума?
4. Как улучшить сцепление вяжущих с каменным материалом?
5. В чем заключается уход за покрытием?

3.3.3. Технология строительства оснований и покрытий из черного щебня и смесей, обработанных битумом в смесителе

Для приготовления черного щебня следует применять битумы марок БНД 40/60, БНД 60/90, БН 60/90, БНД 90/130, БН 90/130, БНД 130/200, БН 130/200, БНД 200/300,

БН 200/300, МГ 130/200, МГО 130/200, СГ 130/200, МГ 70/130, МГО 70/130, СГ 70/130 и дегти марок Д-6, Д-5.

Черный щебень следует приготавливать в смесителе принудительного перемешивания. Продолжительность перемешивания щебня с вяжущим в смесителях с циркуляционной схемой движения материалов 20 - 40 с. В смесителях с противоточной схемой движения материалов время перемешивания должно быть увеличено в 1,6 - 2 раза.

Для приготовления черного щебня следует применять также эмульсии прямые ЭБК-1, ЭБК-2, ЭБА-1, ЭБА-2 и обратные эмульсии, а также обратные в сочетании с прямыми. Перемешивание щебня с прямой эмульсией следует прекращать после полного введения в мешалку необходимого количества эмульсии.

Время перемешивания щебня с обратной эмульсией определяется пробными замесами.

Для обработки смесей применяют анионные и катионные эмульсии ЭБА-2, ЭБА-3, ЭБК-2, ЭБК-3. При обработке смесей анионными эмульсиями (ЭБА-2 и ЭБА-3) необходимо вводить активные добавки (1 - 2 % извести к массе минерального материала или 3 - 4 % цемента) в минеральный материал перед смешением его с эмульсией. Минеральные материалы и эмульсию не нагревают. Время перемешивания определяют пробными замесами.

Покрытия и основания из горячего и холодного черного щебня на битумах следует устраивать при температуре воздуха не ниже 5 °С.

Свежеприготовленный черный щебень и смеси, обработанные анионной эмульсией, следует укладывать при температуре воздуха не ниже 10 °С, катионной - не ниже 5 °С, обратной совместно с прямой или одной обратной - не ниже минус 5 °С. Черный щебень и смеси из штабеля следует укладывать при температуре воздуха не ниже минус 5 °С.

Работы по устройству покрытий и оснований из черного щебня следует производить в следующем порядке: распределение основной фракции щебня 20 - 40 мм слоем на 25 - 30 % более проектной толщины; уплотнение катком массой 6 - 8 т (4 - 6 проходов по одному следу); распределение расклинивающей фракции 10 - 20

мм; уплотнение катком массой 10 - 13 т (3 - 4 прохода по одному следу); распределение второй расклинивающей фракции 5 - 10 мм; уплотнение катком массой 10 - 13 т (3 - 4 прохода по одному следу). Разрешается при устройстве основания использовать для основного слоя фракцию щебня 40 - 70 мм и для расклинивания соответственно 20 - 40 и 10 - 20 мм.

Если для приготовления черного щебня применяют смесь фракций 5 - 40 или 5 - 20 мм, то конструктивный слой устраивают за один прием из этой смеси без расклинивания.

Перед укладкой черного щебня и смесей поверхность нижележащего слоя, на которую их укладывают, должна быть обработана вяжущим (разжиженный битум, деготь, эмульсия) из расчета 0,5 - 0,8 л/м2.

Холодный черный щебень и смеси следует хранить в штабелях высотой не более 2 м. Свежеприготовленный материал следует перелопачивать ковшом экскаватора до его охлаждения. Срок хранения холодного щебня на битумах класса СГ и дегтях не должен превышать 4 мес, на битумах класса МГ и эмульсиях - 8 мес. Срок хранения смесей на эмульсиях не должен превышать 4 мес.

Контрольные вопросы:

1. К какому типу покрытия относится покрытие из черного щебня?
2. Какие вяжущие применяются для приготовления черного щебня?
3. Как зависит температура укладки черного щебня от вяжущего?

3.4. Строительство асфальтобетонных покрытий и оснований

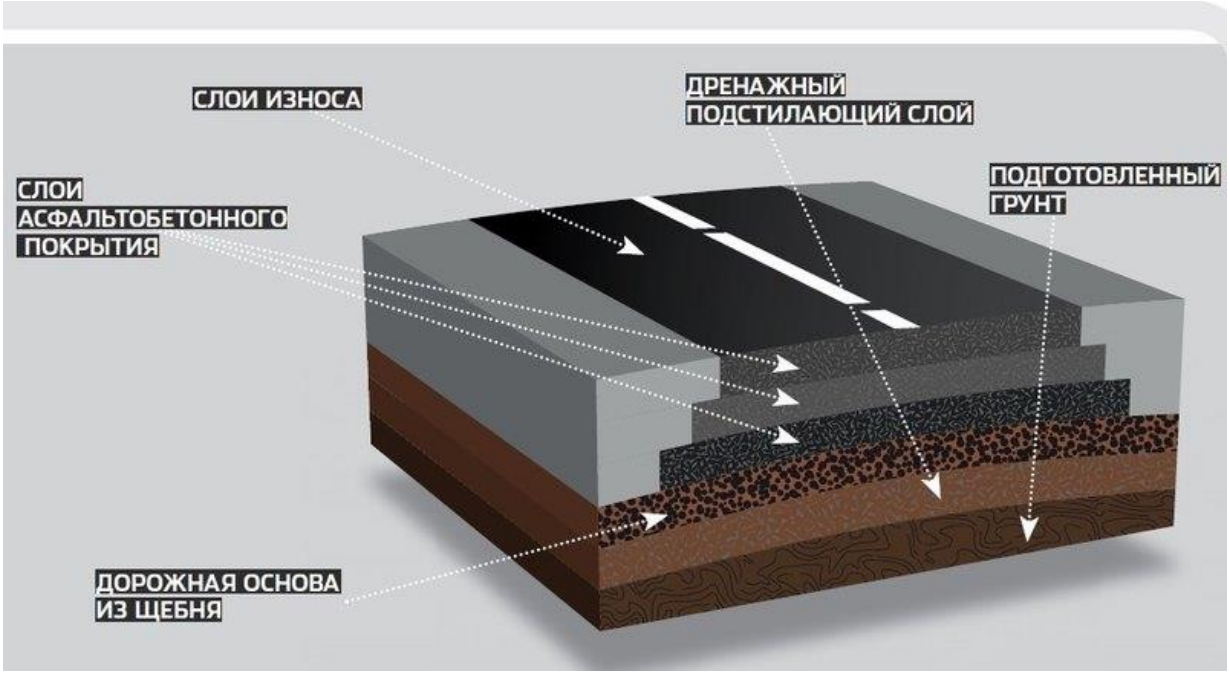
3.4.1 Технология строительства покрытий и оснований из горячих асфальтобетонных смесей.

Среди разнообразных типов покрытий, устраиваемых с применением органических вяжущих материалов, наиболее совершенны асфальтобетонные, которые относятся к высшему типу покрытий этого класса. Асфальтобетоном называют материал, полученный в результате подобранной в определенных

соотношениях смеси из щебня (гравия), природного или дробленого песка, минерального порошка и битума. Смесь составляющих асфальтобетон материалов перемешивается в смесительных установках в нагретом состоянии.

Горячие, теплые и холодные асфальтобетонные смеси имеют свои достоинства и недостатки. Покрытия, устроенные из горячей и теплой асфальтобетонной смеси, отличаются более быстрым формированием, большей прочностью и готовностью к эксплуатации почти сразу после уплотнения. Однако смесь после приготовления должна быть немедленно уложена в покрытие, в то время, как холодные асфальтобетонные смеси можно приготовлять заблаговременно и при необходимости перевозить на большие расстояния. Покрытие из холодного асфальтобетона более скользко в дождливое время и поэтому, как правило, нуждается в поверхностной обработке. На автомобильных дорогах покрытие из холодный асфальтобетонов устраивается на дорогах 3-5 категории. На аэродромах холодный асфальтобетон может быть использован только на РД, МС и перронах во II—V дорожно-климатических зонах при нормативных нагрузках IV—VI категорий.

Асфальтобетонные покрытия могут устраиваться в один или несколько слоев. Однослойные покрытия можно применять только на хорошо сформированных, прочных и ровных основаниях, с обеспечением высокопрочной связи с поверхностью основания. В большинстве случаев приходится применять двух- и трехслойные асфальтобетонные покрытия, так как они более устойчивы и позволяют использовать любые по ровности основания. Однослойные покрытия имеют обычно толщину 4—6 см, двухслойные — 8—11 см, трехслойные — 12—15см. Слои асфальтобетона тоньше 4 см практически укладывать нельзя, так как они быстро охлаждаются и уплотнение становится невозможным.



Контрольные вопросы:

1. Конструкции асфальтобетонных покрытий и оснований. Применяемые материалы.
2. Технология строительства покрытий и оснований из горячих асфальтобетонных смесей.

2.4.2 Уплотнение асфальтобетонных смесей

Процесс уплотнения асфальтобетонной смеси состоит в том, что при давлении катка вначале происходит сближение минеральных частиц с одновременным вытеснением части защемленного воздуха и перераспределением битума.

Продолжение уплотнения приводит к взаимному перемещению минеральных частиц и некоторой их перегруппировке, что вызывает заполнение мелкими частицами пор между более крупными частицами. В результате уплотнения уменьшается пористость, значительно повышается объемная масса асфальтобетонной смеси и она превращается в монолитное покрытие необходимой плотности, прочности и водоустойчивости.

Эффективность уплотнения зависит от особенностей смеси и уплотняющих машин. Уплотнение производят самоходными катками (двух- и трехвальцевыми),

катками на пневматических шинах и виброкатками. В местах недоступных для работы катков применяется трамбование. Катки на пневматических шинах, которые в последние годы широко применяют при устройстве асфальтобетонных покрытий, обеспечивают эффективное уплотнение смеси, допускают регулирование давления в шинах. За счет усилий смятия, направленных перпендикулярно к контакту (отпечатку шины на покрытии), достигается наилучшее уплотнение скелетной части асфальтобетонной смеси. Оптимальному уплотнению способствует также наличие на одной оси большого числа колес.

Эффект уплотнения обычными катками зависит от массы и типа катка, количества проходов, толщины и температуры укатываемого слоя асфальтобетонной смеси. Кроме этого, важно, чтобы вальцы катка были гладкими и хорошо отшлифованными, без шероховатостей и других изъянов. Во избежание прилипания к вальцам асфальтобетонной смеси они должны смачиваться водой или смазываться смесью воды и керосина или нефтью.

Уплотнение асфальтобетонной смеси должно быть начато немедленно после укладки и распределения смеси. Оптимальной температурой уплотнения смеси является такая, которая на 60° С выше температуры размягчения вяжущего, применяемого в асфальтобетонной смеси. Горячая смесь пластична, легко и быстро уплотняется, так как при этом вязкость битума относительно мала, минеральные частицы подвижны и легко перемещаются под воздействием уплотняющих средств.

С понижением температуры асфальтобетонной смеси уменьшается степень уплотнения при одной и той же продолжительности работы уплотняющих средств или резко падает производительность укатки. Так, при снижении температуры смеси со 100 до 70° С в начале уплотнения необходимое число проходов катка возрастает в 3 раза.

Уплотнение начинают от краев полосы к середине таким образом, что при каждом последующем проходе катка перекрывается след его предыдущего прохода на 25—30 см. Скорость движения катков должна быть: в начале укатки 1,5—2 км/ч, а после пяти-шести проходов катка по одному следу увеличена до 3—5 км/ч для

гладковальцовых катков и 5—9 км/ч для катков на пневматических шинах. Скорость движения виброкатков — 2—3 км/ч. Изменение направления движения катка должно быть (во избежание образования неровностей) плавным, без рывков и с остановкой всякий раз на новом месте (рассредоточение).

Уплотнение катками с металлическими вальцами выполняют в два этапа: сначала легкими катками (массой до 8 т) производят начальное уплотнение за два-четыре прохода, в процессе которого минеральные частицы смеси несколько сближаются и занимают наиболее плотное положение, а затем тяжелыми катками за 15—18 проходов достигается окончательное уплотнение.

При использовании виброкатков начальное уплотнение асфальтобетонных смесей следует производить не включая вибратор (два-три прохода), затем с включенным вибратором (три-четыре прохода). Окончательное уплотнение выполняют тяжелыми гладко-вальцовыми катками (6—10 проходов).

При применении катков на пневматических шинах уплотнение асфальтобетонных смесей следует производить одним из следующих способов:

начальное уплотнение — гладковальцовыми легкими катками (два-три прохода), затем катками на пневматических шинах (8— 10 проходов), окончательное уплотнение — тяжелыми гладковальцовыми катками (два-три прохода);

начальное уплотнение — катками на пневматических шинах (10—12 проходов) и окончательное — тяжелыми гладковальцовыми катками (три-четыре прохода).

Коэффициенты уплотнения покрытий должны быть не ниже: 0,99 - для высокоплотного и плотного асфальтобетонов типов А и Б; 0,98 - для плотного асфальтобетона типов В, Г и Д, пористого и высокопористого асфальтобетонов.

Ориентировочное влияние степени уплотнения асфальтобетонного покрытия на его прочность и долговечность можно оценить по данным табл. 1

Таблица 1

Коэффициент отнения	1,00	0,99 ... 0,98	0,97 ... 0,96	0,95 ... 0,94	0,92 ... 0,91

Прочность, %	100	88 ... 84	74 ... 70	58 ... 54	31 ... 26
Долговечность, %	100	86 ... 80	71 ... 65	? 30	? 10

* Данные Ю.Е. Никольского (объединение «Дорстройпроект», г. С.-Петербург).

2.4.3 Уплотнение асфальтобетонных смесей при разной погоде

В прохладную погоду (при температуре воздуха ниже 10° С) и в случае использования щебня высокой прочности уплотнение может производиться сразу тяжелыми катками. Возможные неровности в этом случае окончательно заглаживают легкими катками, направление движения которых принимают по диагонали или поперек покрытия.

В жаркую погоду допускается укатка средними катками (массой 7—8 т) и самоходными катками на пневматических шинах.

В процессе уплотнения необходимо постоянно следить за ровностью и качеством покрытия. Обнаруженные места с дефектами должны быть переделаны. Исправление дефектов, когда смесь еще находится в горячем состоянии, менее трудоемко и не оставляет никаких следов ремонта на готовом покрытии.

При строительстве двухслойных асфальтобетонных покрытии разрыв во времени между укладкой и уплотнением смеси в нижнем и верхнем слоях должен быть не более 1 сут. В случае укладки последующего слоя через сутки и при условии чистой поверхности нижележащего слоя обработка его поверхности не производится. При более значительных разрывах во времени требуется очистка поверхности нижнего слоя от пыли и грязи и смазка горячим битумом или эмульсией.

Упорные брусья при укладке полос верхнего слоя должны быть примерно на 1 м смещены по отношению к их расположению при укладке нижнего слоя для того, чтобы места стыкования (швы) полос укладки и уплотнения асфальтобетонной смеси не совпадали. После уплотнения нижний слой должен иметь ровную, но шероховатую и пористую поверхность без трещин. Неровности и трещины не

допускаются, потому что впоследствии в верхнем слое они, как правило, повторяются и тем самым снижают качество покрытия.

Контрольные вопросы:

1. Для чего нужно уплотнять асфальтобетонную смесь?
2. Минимальная температура смеси для качественного уплотнения
3. Какие катки используются для уплотнения асфальтобетонной смеси?
4. Что делают, чтобы вальцы не прилипали к асфальтобетонному слою?

3.4.4. Особенности строительства асфальтобетонных покрытий при пониженных положительных и отрицательных температурах

В некоторых случаях может возникнуть необходимость в строительстве асфальтобетонных покрытий поздней осенью или ранней весной, а также в зимний период, когда температура воздуха осенью ниже 10° С, весной ниже 5° С и зимой отрицательная.

Работы по строительству асфальтобетонных покрытий при отрицательных температурах связаны с рядом трудностей, так как асфальтобетонная смесь при транспортировании, распределении (укладке) и уплотнении интенсивно охлаждается. Поэтому процесс укладки и уплотнения должен быть очень быстрым при непрерывном и интенсивном поступлении смеси.

При пониженных положительных и отрицательных температурах разрешается устраивать асфальтобетонное покрытие из горячих и теплых смесей с учетом следующих основных положений:

основание должно быть построено с надлежащим уплотнением заблаговременно (до наступления отрицательных температур);

строить, как правило, следует только нижние слои двухслойных покрытий из плотных крупнозернистых смесей, содержащих минеральный порошок; строительство верхнего слоя может быть выполнено только при крайней

необходимости. В этом случае его укладывают на нижний слой с температурой в пределах 20—40° С;

для верхнего слоя должны быть использованы теплые смеси типов Б, В, Г и Д, приготовленные с разжиженными битумами; водонасыщение должно приближаться к нижнему допустимому пределу (1,5-2%);

при температуре воздуха не ниже 0°С разрешается применять для верхнего слоя горячие смеси;

во всех случаях необходимо применять асфальтобетонные смеси с ПАВ или с активированными минеральными порошками;

толщина слоев должна быть увеличена против проектной на 0,5—1 см, а верхний слой не должен быть менее 4 см.

Для уменьшения потерь тепла асфальтобетонной смеси при ее перевозке необходимо применять автомобили-самосвалы с утепленными или обогреваемыми отработавшими газами кузовами большой грузоподъемности и асфальтобетонную смесь при перевозке укрывать ватными матами, брезентом и пр.

Перед укладкой асфальтобетонной смеси основания очищают от грязи, снега и льда автогрейдерами или механическими щетками. На поверхности основания полезно наносить хлористые соли, которые снижают температуру замерзания водного раствора и вызывают частичное оттаивание основания. После этого грязь и влагу с поверхности удаляют и производят разогрев и просушивание с помощью разогревателей. Можно также применять горячий песок слоем 5—8 см, нагретый в асфальтосмесителе до 250—300° С. После оттаивания основания песок с помощью автогрейдера убирают, а теплое основание очищают и перед укладкой асфальтобетонной смеси обрабатывают разжиженным жидким битумом.

При укладке горячая асфальтобетонная смесь должна иметь температуру в пределах 150—160° С, теплая — 80—120° С в зависимости от вида и марки битума. Для уменьшения потерь тепла смесь необходимо укладывать асфальтоукладчиком с включенным вибробрусом и с подогревом форсункой выглаживающей плитой. Укладка смесей производится, если скорость ветра не превышает 7 м/с при

температуре- воздуха плюс 10—0°С, 5 м/с — 0 — минус 5° С, 3 м/с — минус 5 — минус 10°С.

Для улучшения сопряжения полос смесь укладывают двумя асфальтоукладчиками, движущимися по ступенчатой схеме. Длина захватки при температуре от —5 до —10° С не должна превышать 20—25 м.

Для уплотнения асфальтобетонной смеси применяют только тяжелые (10—18 т) катки, первые проходы которых сразу же сильно уплотняют смесь, резко замедляя процесс охлаждения. Уплотнение должно проводиться при минимальной длине хода катков, что позволяет в короткое время сделать наибольшее число проходов по одному следу. Число проходов по одному следу составляет 15—20. Потребность в катках зимой увеличивается в 1,5—2 раза по сравнению с летними условиями.

Эффективность уплотнения повышается, если с помощью специальных приспособлений обогревать вальцы. Вальцы трехосных трехвальцовых катков целесообразно заполнять горячей водой или горячим маслом. Прилипание асфальтобетонной смеси к вальцам катков предотвращается смачиванием их соленой водой из расчета 1 кг соли на 10 л воды.

Для улучшения условий укладки и уплотнения асфальтобетонной смеси могут применяться передвижные брезентовые палатки или дощатые короба длиной 15—20 м, которые предназначаются главным образом для защиты места укладки и уплотнения смеси от ветра и снегопадов.

Контрольные вопросы:

1. Особенности технологии строительства асфальтобетонных покрытий и оснований при пониженных температурах воздуха.
2. Какие катки используются для уплотнения асфальтобетонной смеси?
3. Что делают, чтобы вальцы не прилипали к асфальтобетонному слою?

3.4.5. Организация работ при строительстве асфальтобетонных покрытий

Рациональная организация работ при строительстве асфальтобетонных покрытий зависит от правильно выбранного ведущего технологического процесса,

принятой длины захватки, на которой выполняется этот процесс, и последовательности выполнения всех других процессов в общем потоке строительства покрытий.

Ведущим технологическим процессом при строительстве асфальтобетонных покрытий является укладка и распределение смеси с предварительным уплотнением асфальтоукладчиком. Длина полосы укладки определяется по формуле и может быть при использовании горячей смеси от 25 до 200 м, а теплой и холодной— до 500 м. Работу укладчика целесообразно организовать в две смены. Нижний слой, поверхность которого может отделываться с меньшей тщательностью, следует укладывать во вторую (вечернюю) смену, а верхний — в утреннюю смену. При односменной работе нижний и верхний слои укладываются через сутки. Лучше иметь два смесителя и два асфальтоукладчика, приготовляющие и укладывающие асфальтобетонную смесь один — в нижний слой, другой — в верхний слой.

Контроль качества асфальтобетонного покрытия осуществляют как в процессе производства работ, так и после окончания строительства. В процессе работ проверяют: качество подготовки основания (ровность, плотность, чистоту, наличие прогрунтовки); температуру асфальтобетонной смеси при укладке и уплотнении; ровность и равномерность распределения смеси, а также заданную толщину уложенного слоя с учетом коэффициента уплотнения; режим уплотнения, качество сопряжения кромок полос, выдерживание требуемых поперечных уклонов, качество готового покрытия.

Качество асфальтобетонной смеси перед укладкой ее в покрытие должно контролироваться по показателям водонасыщения, набухания, прочности при сжатии при температуре 20° С (для всех видов асфальтобетона) и при температуре 50° С (для горячих и теплых асфальтобетонов), коэффициенту водостойкости, слеживаемости для холодных асфальтобетонных смесей, зернового состава и содержания битума. Для этого следует отбирать по две пробы с каждой смесительной установки в течение одной смены.

Качество асфальтобетона в покрытии контролируется по показателям водонасыщения, набухания и коэффициенту уплотнения, определяемому соотношением плотности (объемной массы) вырубки или керна к плотности переформованных из нее образцов.

Для определения толщины покрытия и физико-механических свойств асфальтобетона, уложенного в покрытие, берут пробы (керны или вырубки) —одну на каждые 2000 м^2, но не реже одной пробы в течение смены укладки. При взятии образцов оценивают качество сцепления покрытия с основанием визуально. Образцы-пробы берут спустя 10 сут после устройства покрытий из горячих и теплых асфальтобетонных смесей и 30 сут — холодных смесей. По образцам с ненарушенной структурой определяют водонасыщение, объемную массу и толщину, характеризующие качество готового покрытия. Переформированные образцы проверяют на водонасыщение, набухание, прочность при сжатии и используют для определения объемной массы.

Коэффициент уплотнения верхнего слоя асфальтобетонных покрытий из горячих и теплых смесей должен быть не менее 0,99 для асфальтобетона типов А и Б и 0,98 — типов В, Г и Д, а нижнего слоя — не менее 0,98 для всех типов смесей.

Продольный и поперечный уклоны покрытия проверяют нивелиром, а ровность — трехметровой рейкой или при помощи передвижной многоопорной рейки ПКР-4М конструкции Союздорнии. Соответствие ширины, толщины и поперечного профиля проверяют через каждые 100 м покрытия, а длины — по осям ВПП, РД и МС.

3.4.6 Системы контроля и управления асфальтоукладчиков

Наиболее далеко современные укладчики асфальта ушли от своих предшественников в области систем контроля и управления. Не последнюю роль в этом сыграли резко возросшие требования к ровности и текстуре поверхности уложенного покрытия, обусловленные в свою очередь сильно возросшими скоростями движения и интенсивностью транспортных потоков.

Основные функции систем управления остались теми же: соблюдение поперечных и продольных уклонов, задатчики уровня тоже не изменились: те же струна или лыжи, но благодаря микропроцессорным технологиям точность их работы поднялось на качественно новый уровень. Кроме того, электроника взяла на себя множество вспомогательных функций, освобождая внимание оператора для контроля над качеством основной работы. Здесь и выдерживание скорости и направления движения, и регулирование количества смеси в шнековой камере, и контроль толщины укладываемого слоя, и поддержание постоянной температуры выглаживающей плиты, и мониторинг состояния двигателя, ходового привода, исполнительной гидросистемы машины и многое другое.

Источник фото: dorkomteh.ru

Еще один элемент устройства асфальтоукладчиков - пульт управления - тоже преобразился, украсившись кнопками автоматического выбора режимов, жидкокристаллическими дисплеями, световыми индикаторами и, как не печально, антивандальными кожухами, прячущими все это великолепие от посторонних глаз и блудливых рук. Модели некоторых марок оснащены двумя (левым и правым) равноценными постами управления, машины других производителей - одним, но передвигающимся к левому или правому борту машины в зависимости от желания

оператора. Что лучше, сказать трудно, так как обе версии сосуществуют на равных, не вызывая ни у строителей, ни у производителей заметных эмоций.

Кабина оператора

Несколько необычно отношение машиностроителей к рабочему месту оператора. У большинства марок укладчиков в стандартном исполнении оно открытое, ну в лучшем случае, защищенное тентом.

Вероятно виной тому сезонный характер работы дорожников, хотя заметим, что в России иным летом нужно одеваться потеплее. И наиболее чуткие к требованиям рынка поставщики машин уже начинают учитывать это обстоятельство, предлагая либо полностью закрытые жесткие кабины, либо 100% отентовку рабочего места оператора. Зато изменились операторские сиденья, превратившись из металлических седел велосипедного типа в мягкие, удобные, виброзащищенные кресла.

3.4.7. Определить сменную производительность асфальтоукладчика и их необходимое количество

Распределение крупнозернистой асфальтобетонной смеси асфальтоукладчиками.

Сменный объём работ по строительству слоя покрытия из крупнозернистой асфальтобетонной смеси составляет:

$Q^{см}_{а/б.к.з} = 612.6$ т

Для выполнения работ принимаем асфальтоукладчик VOGELE SUPER 2100 на гусеничном ходу.

Ширина полосы укладки b=2.5…12.5 м

Толщина слоя $h_{сл}$ до 0,30 м

Рабочая скорость $V_р$ =650 $м/ч$

Определяем часовую производительность асфальтоукладчика:

$П^{ч}_{а.у} = \rho \cdot V_р \cdot (b-a) h_{сл} \cdot k_{зу} \cdot k_{сл} \cdot k_в \cdot k_т$, $т/ч$, где

ρ -насыпная плотность асфальтобетона, $т/м^3$ ρ =1,65 $т/м^3$

$V_Р$ - рабочая скорость, $V_Р$=650 $м/ч$

b – ширина полосы укладки b=9.5 м

h $_{сл}$ - толщина укладываемого слоя, h $_{сл}$ =0.09 м

а – ширина перекрытия смежных полос, а=0 м

$k_{з.у}$ -коэффициент запаса на уплотнение $k_{з.у}$ =1,25

$k_{сл}$ -коэффициент, учитывающий толщину укладываемого слоя, $k_{сл}$ =0.65

$К_В$ - коэффициент использования внутрисменного времени $К_В$=0.75

$К_Т$ - коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной, $К_Т$=0.75

Определяем сменную производительность асфальтоукладчика.

$П^{см}_{ау} = П^{ч}_{ау} \cdot T_{см}$, $т/см$, где

$T_{см}$ -продолжительность смены, ч, $T_{см}$ =8 ч

Определяем необходимое количество асфальтоукладчиков:

$$N_{расч} = \frac{Q^{см}_{а/б.к.з}}{П^{см}_{ау}}$$

Вычисляем коэффициент использования асфальтоукладчиков по времени:

$$k_{вп} = \frac{N_{расч}}{N_{прин}}$$

3.4.8 Особенности технологии строительства асфальтобетонных покрытий из холодных смесей.

Основная особенность холодных асфальтобетонных смесей по сравнению с горячими и теплыми — способность их находится длительное время (до 4—8 мес)

в несвязном (рыхлом) состоянии и уплотняться при более низких температурах. Формирование покрытий из холодных смесей протекает медленно (20—40 сут) и зависит от погодных условий, интенсивности и нагруженности транспортных средств, вида битума и минерального порошка. Применение активированного минерального порошка сокращает формирование покрытия до 10—15 сут. В начале эксплуатации покрытия из холодного асфальтобетона имеют пористость более 5%, но со временем она становится примерно такой, как у плотного горячего и теплого асфальтобетона.

Холодные асфальтобетонные смеси укладывают укладчиком, как правило, с включенным трамбующим брусом. При работе асфальтоукладчика ранней весной и осенью необходимо включать имеющуюся съемную мешалку для дополнительного перемешивания и разбивки комьев.

Уплотнение холодных асфальтобетонных смесей следует производить самоходными катками на пневматических шинах (6—10 проходов) и только при отсутствии их — моторными легкими катками (четыре-шесть проходов).

Для уплотнения холодной асфальтобетонной смеси с активированным минеральным порошком допускается применение тяжелых катков, но при появлении трещин уплотнение необходимо прекратить или тяжелые катки заменить легкими.

Во избежание скользкости покрытия рекомендуется после первых проходов катка произвести россыпь однородной каменной мелочи крупностью 5—8 мм или 10—15 мм из твердых пород, предварительно обработанной жидким битумом. Расход ее составляет 10—12 кг/м^2.

Укладку и уплотнение холодного асфальтобетона следует выполнять в сухую и теплую погоду при температуре воздуха не ниже 5°С весной и 10° осенью. Уплотнение холодного асфальтобетона следует прекратить за 20—30 дней до наступления прохладной дождливой погоды, так как при более поздней укладке покрытие не успеет сформироваться к осенне-зимнему периоду.

Контрольные вопросы:

1. Какой тип ходового оборудования асфальтоукладчика предпочтителен в городских условиях?
2. Какое устройство подает смесь к шнековой камере?
3. К чему закреплен шнек?
4. Назначение трамбующего бруса

3.4.9. Строительство покрытий их литых асфальтобетонных смесей

Литой асфальт является разновидностью горячих асфальтобетонных смесей. Его название объясняется тем, что в горячем состоянии литой асфальт приобретает консистенцию материала, который укладывается на подготовленную поверхность плотной массой и не требует уплотнения. Такая технологическая особенность литого асфальта обусловлена его структурой, которая в то же время придает этому материалу ряд важных эксплуатационных качеств таких, как коррозионную стойкость, износостойкость, повышенные фрикционные свойства. Под литым асфальтобетоном понимается асфальтобетонная смесь с плотностью равной единицы, в которой отсутствуют поры и которая на требует какого либо вида уплотнения, обладающая высокой пластичностью (свойствами литой массы) при технологической температуре распределения, содержащая исходные компоненты с высокой стабильностью требуемых параметров, отвечающая требованиям технологичности и экологической безопасности. При соблюдении технологии укладки на этом покрытии практически не образуется колейность. Средний срок службы такого покрытия составляет 25–30 лет при температурах эксплуатации от –30 до +40 °С! Из всех известных разновидностей асфальтобетонных покрытий покрытия из литого асфальта являются наиболее устойчивыми к механическим и физическим воздействиям окружающей среды и транспортных средств. Низкие эксплуатационные расходы и длительный срок службы (от 25 до 35 лет) обеспечивают покрытиям из литого асфальта экономическое преимущество.

Область применения покрытий из литого асфальта достаточно широка: дорожное строительство и ремонт, мостостроение, где преимущества литого асфальта очевидны как хорошего изоляционного материала, водонепроницаемость материала позволяет защитить конструкцию от коррозии и обеспечивает качественное покрытие дорожного полотна мо-ста. С помощью литого асфальта можно устраивать промышленные полы на производстве, полы паркингов и офисных помещений, он также является хорошим кровельным материалом для крыш зданий

Литой асфальт – горячая смесь тестообразной консистенции, в которой важнейшим компонентом является мастика, которая представляет собой смесь полимербитума ПБВ 40-60, минерального порошка и песка.(полимерно-битумного вяжущего (ПБВ), полученного на основе дивинил-стирольных термоэластопластов (ДСТ), ПБВ получают введением в битум 8,5-10 ДСТ по массе.)

Применяемый полимербитум относится к нефтяным глубокоокисленным вязким дорожным битумам, с температурой вспышки не ниже +240^{0}С модифицированным полимерной добавкой SBS (типа стирол-бутадиен-стирола). Для получения полимербитума используют модификаторы калпрен, финапрен и отечественные аналоги, например, ДСТ-30-01. Для модификации требуется 8,5-10 % SBS по массе, время приготовления - 4 часа при температуре битума от + 180°С в зависимости от вида полимерной добавки. Разжиженный полимербитум изготовляется из полимербитума и растворителя типа Solvessa 100; предусматривается, что он содержит не менее чем 0,5 % по весу поверхностно-активного вещества (ПАВ) типа диамина. порядке должны подвергаться опытной проверке.

Слои покрытия из литой асфальтобетонной смеси устраивают в сухую погоду: весной при температуре воздуха не ниже 5°С, осенью - не ниже 10°С.

Технологический процесс включает следующие операции:

- подготовительные работы;
- транспортировка литой смеси;
- приведение рабочих органов асфальтоукладчика в рабочее положение;
- распределение и виброуплотнение смеси рабочими органами

•асфальтоукладчика;

•россыпь черного щебня по поверхности покрытия;

•прикатка черного щебня;

•очистка рабочих органов асфальтоукладчика от остатков смеси по окончании работ;

•подготовка и отделка сопряжений.

В состав подготовительных работ, входит:

•очистка основания от пыли и грязи поливомоечными машинами, основание обрабатывают жидким битумом или битумной эмульсией. Расход материалов при этом составляет: при обработке жидким битумом 0,5-0,8 л/кв. м, при обработке битумной эмульсией - 0,4-0,7 л/кв.м. Одновременно обрабатывают вертикальные края ранее уложенных полос асфальтобетона;

•установка на длину до 20 м боковых металлических или деревянных брусов высотой равной толщине укладываемого слоя и прикрепление их штырями к нижележащему слою;

•доставка и размещение в необходимых объемах вдоль сменной захватки черного щебеня для втапливания.

Транспортирование литых смесей осуществляется:

•смесей I типа - в специальных автомобилях-кохерах, оснащенных котлом-термосом, обогревом и лопастным валом для перемешивания смеси; температура смеси 180-240°С. Кохер перед загрузкой смесью прогревается в течение 10 минут до температуры 180-190°С;

•смесей II и III типов - в автомобилях-самосвалах, оборудованных утепленным кузовом и тентом, при продолжительности транспортирования не более 40 минут.

В процессе транспортирования в кохере необходимо перемешивание смеси в течение не менее 20 минут.

Для укладки литой смеси I типа применяют специальные асфальтоукладчики, бункер которых выполнен герметичным снизу, а перемещение смеси в бункере

осуществляется продольными шнеками. Прием смеси в бункер укладчика осуществляется из кохеров.

Укладка литой смеси:

•для укладки литой смеси I типа применяют специальные асфальтоукладчики, бункер которых выполнен герметичным снизу, а перемещение смеси в бункере осуществляется продольными шнеками. Прием смеси в бункер укладчика осуществляется из кохеров.

•для укладки литых смесей II и III типа применяют обычные асфальтоукладчики с пластинчатым питателем. Подача смеси в укладчик осуществляется из самосвалов.

Непосредственно перед приемом смеси в бункер асфальтоукладчика бункер должен быть прогрет до 180-190°С разогревателем кромок с инфракрасными горелками.

Уплотнение литой смеси в зависимости от ее типа производится:

•смесь I типа - уплотняется сама, поэтому ни трамбующий брус, ни виброплита не включаются;

•смесь II типа - уплотняется трамбующим брусом или виброплитой; оба рабочих органа одновременно не включаются;

•смесь III типа - уплотняется с использованием трамбующего бруса и виброплиты, а при низких температурах (ниже 20°С) и 3-4 проходами гладковальцового статического катка.

Обеспечения шероховатости покрытия:

•распределение черного щебня для обеспечения шероховатости покрытия производится немедленно после укладки смеси равномерным слоем в одну щебенку. Расход щебня 5-8 кг/м2 при использовании фракций от 3-5 до 5-8 мм.

•После остывания смеси в слое до 80-100°С производится прикатка щебня ручным катком массой 30-50 кг. После остывания смеси в слое до температуры воздуха невтопившийся щебень сметается щеткой.

3.4.10. Строительство покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона

Щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси (ЩМАС) созданы специально для устройства верхних слоев покрытия и слоев износа на дорогах с высокой интенсивностью движения высших технических категорий (не ниже III) имеют обозначение SMA. Специфическими особенностями ЩМАС являются высокая степень наполнения щебнем и отсутствие природного песка, что снижает уплотняемость. При укладке и уплотнении эти смеси имеют повышенную жесткость. Их низкая технологичность требует строгого соблюдения технологического режима строительства.

Зерна щебня и крупные фракции дробленого песка удерживает в слое асфальтовая мастика. ЩМАС готовят в соответствии с ГОСТ 310150—2002. Содержание кубовидного высокопрочного щебня составляет 70...80% по массе.

Щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси в зависимости от крупности зерен применяемого щебня подразделяются на марки ЩМА-20, ЩМА-15 и ЩМА-10. В состав ЩМАС вводят стабилизирующие (волокнистые или полимерные) добавки с целью исключить стекание вяжущего при хранении в накопительных бункерах и транспортировании смеси. Наиболее известными добавками являются целлюлозные волокна, в том числе гранулированные (TOPCEL, TECHNOCEL 1004, VIATOP 66, ITERFIBRA, ARBOCEL); акриловые волокна (DOLANIT); специальные полимеры «Унирем» и другие материалы.Волокнистые наполнители могут выпускаться в виде гранул или распушенных волокон. Средний расход добавки составляет 3...4,5 кг на 1 т смеси.

Щебеночно-мастичный асфальтобетон обеспечивает покрытию повышенную водостойкость, шероховатость и сдвигоустойчивость.

Приготавливают щебеночно-мастичные смеси (ЩМАС) в стандартных асфальтосмесительных установках, оборудованных смесителями принудительного перемешивания, то есть лопастными мешалками. Температура смесей при выпуске из смесителя должна соответствовать требованиям, указанным в табл. 19.6.

Таблица 19.6

Вид смеси	Температура смеси при выпуске, °С			
	Марка вяжущего по глубине проникания иглы, 0.1 мм, при температуре 25°С			
	от 40-60	61-90	91-130	131-200
ЩМА-10; ЩМА-15; ЩМА-20	160-175	155-170	150-165	140-160

Волокнистую стабилизирующую добавку вводят перед или одновременно с минеральным порошком.

Время хранения ЩМАС в накопительном бункере не боле 0,5 часа.

Рекомендуемые температуры ЩМАС на месте укладки, то есть перед выгрузкой в бункер асфальтоукладчика должны соответствовать данным табл. 19.7.

Таблица 19.7.

Вид смеси	Температура смеси, °С при выгрузке в бункер, не менее			
	Марка вяжущего по глубине проникания иглы, 0,1 мм, температуре 25°С			
	40-60	61-90	91-130	131-200
ЩМА-10; ЩМА-15; ЩМА-20	150	145	140	135

Транспортирование ЩМАС осуществляют в автомобилях-самосвалах, оборудованных обогревом кузова и утепленным тентом.

Слой покрытия из ЩМАС устраивают в сухую погоду при температуре окружающего воздуха не ниже 5°С.

Укладывать покрытия из ЩМАС необходимо сразу на всю ширину проезжей части одним или несколькими укладчиками, так как холодные швы неизбежно

раскрываются. При укладке ЩМАС следует использовать асфальтоукладчики с рабочей плитой, оснащенной вибрационным и трамбующим механизмами.

Для уплотнения ЩМА смесей - наиболее пригодны тяжелые гладковальцовые статические катки массой 8-10 т. Количество проходов 4-6. Катки вибрационные гладковальцовые массой не более 11 т применяются на первых проходах (2-3) без вибрации, а затем с максимальной частотой и при минимальной амплитуде на последующих проходах (не более 3). Катки пневмошинные и комбинированные можно применять только на заключительной стадии уплотнения при хорошо разогретых шинах. Вальцы гладковальцовых катков в процессе укатки смачивают водой, мыльным раствором или водокеросиновой эмульсией. Скорость движения катков 5-6 км/ч. Катки должны как можно ближе подходить к асфальтоукладчику. Захватки уплотнения должны быть не длиннее 50 м.

Температура смеси в слое должна быть не ниже 100°С при уплотнении вибрационными катками и не ниже 80°С при уплотнении статическими катками.

3.4.11 Строительство покрытий из асфальтобетонных смесей на основе полимерно-битумных вяжущих

Горячие асфальтобетонные смеси на основе полимерно-битумных вяжущих (полимерасфальтобетон) в мировой практике дорожного строительства наиболее широкое применение нашли при строительстве верхних слоев покрытия в районах с высокими положительными и низкими отрицательными температурами воздуха и районах резко континентального климата в целях расширения интервала работоспособности асфальтобетонных покрытий. Это обеспечивает более высокую усталостную долговечность покрытий, их большую устойчивость к образованию пластических деформаций (сдвигов, колей и т.д.) при высоких и низких эксплуатационных температурах.

Для условий Российской Федерации горячие асфальтобетонные смеси с использованием полимерно-битумных вяжущих (ПБВ) материалов на основе вязких дорожных нефтяных битумов и блоксополимеров типа стирол-бутадиен-

стирол (СБС) применяются при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог, мостов и аэродромов.

Полимерно-битумные вяжущие (ПБВ) готовят на основе:

- вязких дорожных битумов - БНД 40/60, БНД 60/90 и БНД 90/130 и битумов нефтяных: БН 40/60, БН 60/90 и БН 90/130 путем введения полимеров, пластификаторов и ПАВ;
- дивинилстирольного термоэластопласта (ДСТ) марки ДСТ-30Р-01 и ДСТ-30-01 и полимерблоксополимеров бутадиена и стирола типа СБС в виде крошки и порошка;
- индустриального масла И-40А; допускается использование масла И-20А, И-30А.

Применяют две технологии приготовления ПБВ.

Первая включает приготовление раствора ДСТ в масле с температурой 160-170°С, ввод раствора ДСТ в нагретый до температуры 110-120°С битум и перемешивание до получения однородного ПБВ.

Вторая включает нагрев битума и масла отдельно до температуры 110-120°С, ввод в битум масла и полимера при постоянном перемешивании, нагрев битума с маслом и полимером до 155-160°С и перемешивание до получения однородного ПБВ.

Для сокращения времени растворения ДСТ в масле или в битуме (с маслом) применяют коллоидные мельницы (диспергаторы), производящие дополнительное измельчение ДСТ и ускоряющие растворение ДСТ в масле.

В зависимости от глубины проникания иглы при 25°С ПБВ подразделяют на марки:ПБВ 300, ПБВ 200, ПБВ 130, ПБВ 90, ПБВ 60, и ПБВ 40.

Полимерасфальтобетонные смеси приготавливают в асфальтосмесительных установках, как правило, циклического действия.

Полимерно-битумное вяжущее подается в смеситель с температурой 150-160°С. Общее время перемешивания составляет 30-32 с. Время выдерживания смеси в бункере-накопителе не менее 10-15 мин и не более 1,5 ч. Температура смеси не должна быть более 160°С.

Транспортирование полимерасфальтобетонных смесей осуществляется в автомобилях-самосвалах, оборудованных обогревом кузова и утепленных (укрытых) тентом.

Основание дорожной одежды под укладку асфальтобетонной смеси должен быть ровным и уплотненным. Его следует очистить от пыли и грязи, затем произвести розлив вяжущего (битумной эмульсии или жидкого битума). Лучшим вяжущим для обеспечения качественного сцепления между слоями является катионная битумная эмульсия ЭБК-1 или ЭБПК-1, расход которой составляет 0,6...0,9 л/м^2 — на щебеночное основание и 0,3...0,4 л/м^2 — на слой асфальтобетона (при обработке нижнего слоя).

Укладку полимерасфальтобетонной смеси производят сразу на всю ширину покрытия без образования холодных продольных стыков в сухую погоду при температуре окружающего воздуха не ниже 15°С весной и летом и не ниже 10°С осенью.

Уплотнение полимерасфальтобетонной смеси осуществляют отрядом катков, в который входят катки с гладкими стальными вальцами, катки вибрационного действия и пневмоколесные катки. В состав отряда в обязательном порядке должна входить ручная трамбовка для уплотнения отдельных небольших участков асфальтобетонного слоя в недоступных для катков местах. Уплотняющее действие виброплиты прямо пропорционально ее весу и амплитуде вибрации.

Уплотнение свежеуложенного асфальтобетонного слоя проводят от краев полосы укладки к середине, перекрывая следы от катка на 30 см.

Рекомендуемые режимы уплотнения: скорость движения катков, число проходов и режимы вибрации приведены в табл. 19.8.

Таблица 19.8.

Тип катка	Скорость движения катка (км/ч), число проходов и частота вибрации (Гц)	
	начальный этап уплотнения	основной этап уплотнения

		первый	второй
Пневмоколесный	3-4 км/ч 2-4 прохода	4-6 км/ч 5-6 проходов	6-10 км/ч 2-3 прохода
Вибрационный и комбинированный	3-4 км/ч 2-4 прохода без вибрации	4-6 км/ч 5-6 проходов 30 Гц	4-6 км/ч 5-6 проходов 45 Гц
Статического действия	3-4 км/ч 2-4 прохода	4-6 км/ч 5-6 проходов	6-8 км/ч 3-4 прохода

Давление воздуха в шинах пневмоколесного катка должно составлять 0,7-0,8 МПа. Не допускается остывание шин пневмоколесного катка, для чего выезд катка на остывшее покрытие не рекомендуется.

3.4.12. Особенности технологии строительства асфальтобетонных покрытий и оснований при пониженных температурах воздуха

Работы по строительству асфальтобетонных покрытий при отрицательных температурах связаны с рядом трудностей, так как асфальтобетонная смесь при транспортировании, распределении (укладке) и уплотнении интенсивно охлаждается. Поэтому процесс укладки и уплотнения должен быть очень быстрым при непрерывном и интенсивном поступлении смеси.

Для обеспечения коэффициента уплотнения необходимо организовать высокопроизводительную работу по укладке и уплотнению смесей, а также снизить тепловые потери смеси при ее транспортировке.

Коэффициент уплотнения должен быть не менее: 0,99 - для высокоплотного и плотного асфальтобетона типов А и Б из горячих смесей; 0,98 - для плотного асфальтобетона типов В, Г и Д пористого и высокопористого из горячих смесей; 0,96 - для асфальтобетона из холодных смесей.

Основными факторами, обеспечивающими возможность строительства слоев из горячих асфальтобетонных смесей при температуре воздуха до -10°С, является:

•толщина укладываемого слоя не менее 5 см;

•устройство, как правило, только нижнего слоя двухслойного покрытия;

•устройство верхнего слоя только по свежеуложенному нижнему слою при температуре нижнего слоя не ниже 10°С;

•исключение применения битумной эмульсии при подгрунтовке;

•повышение подвижности смеси за счет применения ПАВ и повышения температуры смеси при укладке;

•снижение потерь тепла смесью в процессе ее транспортирования;

•повышение интенсивности уплотнения смеси.

В составе подготовительных работ следует предусмотреть работы по подготовке асфальтобетонного завода, асфальтоукладчиков, катков, самосвалов и другой техники для работы в условиях низких температур.

Перед началом работ по укладке асфальтобетонной смеси нижележащий слой должен быть очищен от снега, льда и накануне по нему необходимо распределить жидкие антигололедные реагенты. В день укладки требуется тщательно удалить с поверхности нижележащего слоя остатки жидких реагентов и произвести подгрунтовку.

Подгрунтовка нижележащего слоя выполняется жидким битумом СГ 70/130 нагретым до температуры 130-150°С с нормой расхода 0,5-0,8 л/м^2 для обработки основания и 0,2-0,3 л/м^2 для обработки нижнего слоя покрытия.

В условиях отрицательных температур в составе горячих асфальтобетонных смесей применяют поверхностно-активные вещества катионного типа (АМДОР, КАП, ДОРОС или ИНТЕРЛЕН) в количестве 0,5-1,0 % от массы битума.

Температура асфальтобетонной смеси на месте укладки (в автомобиле-самосвале) должна быть не ниже указанных в табл. 19.9.

Таблица 19.9

Толщина дываемого слоя, см	Минимальная температура смеси, °С, при температуре уха (при скорости ветра, м/сек)		
	°С	5°С	10°С

	45 (до 6) 55 (свыше 6)	50 (до 6) 60 (свыше 6)	55 (до 6) 65 (свыше 6)
0	35 (до 6) 40 (свыше 6)	40 (до 6) 45 (свыше 6)	45 (до 6) 50 (свыше 6)

Кузова автомобилей-самосвалов, доставляющих смесь, должны в обязательном порядке иметь обогрев и утепленный (3-слойный) тент/полог.

Укладку асфальтобетонной смеси следует вести только на всю ширину проезжей части без образования «холодных» стыков. Бункер асфальтоукладчика должен быть заполнен асфальтобетонной смесью не менее чем на 50 %. Укладка при температуре до - 10°С допускается только при отсутствии снега и снегопереноса.

Уплотнение асфальтобетонной смеси должно производиться при температуре смеси не ниже 80°С. Для уменьшения потерь тепла смесь необходимо укладывать асфальтоукладчиком с включенным вибробрусом и с подогревом форсункой выглаживающей плитой.

Для уплотнения асфальтобетонной смеси применяют только тяжелые (10—18 т) катки, первые проходы которых сразу же сильно уплотняют смесь, резко замедляя процесс охлаждения. Уплотнение должно проводиться при минимальной длине хода катков, что позволяет в короткое время сделать наибольшее число проходов по одному следу. Число проходов по одному следу составляет 15—20. Потребность в катках зимой увеличивается в 1,5—2 раза по сравнению с летними условиями.

Эффективность уплотнения повышается, если с помощью специальных приспособлений обогревать вальцы. Вальцы трехосных трехвальцовых катков целесообразно заполнять горячей водой или горячим маслом. Прилипание асфальтобетонной смеси к вальцам катков предотвращается смачиванием их соленой водой из расчета 1 кг соли на 10 л воды.

Скорость движения катков можно увеличить до 4-5 км/ч на первых проходах и до 6-8 км/ч на завершающих. Скорость пневмошинного катка на завершающих проходах можно увеличить до 8-10 км/ч.

3.4.13. Контроль качества работ при строительстве асфальтобетонных покрытий и оснований

Контроль качества работ при строительстве асфальтобетонных покрытий и оснований подразделяется на входной, операционный и приемочный.

Входной контроль. Перед началом укладки асфальтобетонных слоев проверяют готовность нижележащего слоя к укладке смесей (ровность, плотность и чистоту поверхности нижележащего слоя, а при наличии бортовых камней — правильность их установки, качество очистки от пыли и грязи, качество подгрунтовки).

Ведут учет объема и качества асфальтобетонной смеси, поступающей на объект. Отмечают время выпуска смеси на АБЗ, время поступления смеси на объект, температуру смеси в кузове автосамосвала при выгрузке в бункер укладчика и на выходе из укладчика сразу за выглаживающей плитой. Оценивают однородность смеси в кузове. Расслоение асфальтобетонной смеси недопустимо. Выполняют визуальную оценку качества смеси. Доброкачественность асфальтобетонной смеси оценивают по следующим признакам: цвету, запаху, форме конуса, однородности покрытия зерен щебня битумом, отсутствию расслоения. Цвет качественной смеси — темно-серый, без характерного битумного блеска. Коричневый оттенок свидетельствует о нарушении температурного режима приготовления смеси.

Форма конуса асфальтобетонной смеси в самосвале должна быть пологой. Если смесь растекается по кузову или образует конус с острой вершиной, ее следует браковать и не допускать к укладке в слой.

На объекте необходимо вести журнал входного контроля, в который заносят номер автомашины, время поступления смеси, ее температуру.

Операционный контроль. Это контроль за выполнением каждой технологической операции. На стадии операционного контроля оценивают толщину и плотность слоя, продольный и поперечный уклоны, ровность слоя, ширину полосы укладки, ровность кромок, качество продольных и поперечных

швов и отделки стыков (сопряжений) смежных полос укладки. Продольный и поперечный уклоны покрытия проверяют нивелиром, а ровность - трехметровой рейкой или при помощи передвижной многоопорной рейки ПКР-4М конструкции Союздорнии. Соответствие ширины, толщины и поперечного профиля проверяют через каждые 100 м покрытия, а длины — по осям ВПП, РД и МС.

Толщину укладываемого слоя контролируют в процессе укладки металлическим щупом с делениями. Для определения толщины покрытия и физико-механических свойств асфальтобетона, уложенного в покрытие, берут пробы (керны или вырубки) —одну на каждые 2000 м^2, но не реже одной пробы в течение смены укладки.

Важнейшим показателем качества построенного слоя является его плотность. Для ее определения чаще используют неразрушающие методы контроля (порометрический, радиоизотопный, акустический и др.).

Контролируют работу укладчика: скорость движения, режим работ вибрационной плиты и трамбующего бруса, толщину слоя и уклоны в продольном и поперечном направлениях.

На готовом покрытии контролируют ровность, шероховатость, толщину слоев, прочность сцепления между слоями и соответствие свойств асфальтобетона нормативным требованиям. Из готового слоя отбирают и испытывают пробы в виде вырубок или кернов.

Пробы в количестве 3 шт. с каждых 7000 м^2 отбирают не ранее чем через 3 сут. после устройства покрытия из горячего асфальтобетона и через 15-30 сут. из холодного асфальтобетона. При взятии образцов оценивают качество сцепления покрытия с основанием визуально.. По образцам с ненарушенной структурой определяют водонасыщение, объемную массу и толщину, характеризующие качество готового покрытия. Переформированные образцы проверяют на водонасыщение, набухание, прочность при сжатии и используют для определения объемной массы.

Степень уплотнения конструктивных слоев оценивают коэффициентом уплотнения $K_у$, который должен быть: не ниже 0,99 — для асфальтобетона из горячих смесей типа А и Б и не менее 0,98 — для асфальтобетонов типа В, Г и Д.

Не ранее чем через 10 сут. с момента открытия движения определяют коэффициент сцепления колеса с покрытием.

При визуальном контроле на готовом покрытии не допускается наличие каких-либо дефектов и загрязнений. Выявленные дефекты устраняют до приемки покрытия в эксплуатацию.

Правила приемки асфальтобетонных покрытий в эксплуатацию.При приемочном контроле проводят анализ журналов входного и операционного контроля, обрабатывают результаты лабораторных испытаний при текущем и приемочном контроле и записи в рабочих журналах. При необходимости проводят дополнительные испытания.

Готовое асфальтобетонное покрытие не должно иметь просадок, выбоин и иных повреждений, затрудняющих движение транспортных средств, участков выпотевания битума, признаков расслоения слоя, участков с признаками дробления щебня в слое, шелушения слоя и других повреждений.

Контроль линейных параметров дороги следует осуществлять с помощью диагностических лабораторий, курвиметров, рулеток или линеек. Контроль параметров, не имеющих количественной оценки, осуществляют визуально.

На готовом покрытии не допускается наличие каких-либо дефектов и загрязнений. Выявленные дефекты должны устраняться до приемки покрытия в эксплуатацию.

Контрольные вопросы к теме 3.4:

1. Температура приготовления различных асфальтобетонных смесей

2.Температура воздуха при укладки асфальтобетонных смесей.

3.Температура смесей, разрешенных к укладке?

4.Для чего нужна подгрунтовка основания перед укладкой асфальтобетонных смесей.

5.Что такое распад эмульсии, сколько он длится.

6. Максимальная дальность транспортирования асфальтобетонных смесей.

7.В чем заключается подготовка основания перед укладкой смеси?

8.Технологическая последовательность устройства асфальтобетонного покрытия .

9.Для чего нужно уплотнять асфальтобетонную смесь?

10. Минимальная температура смеси для качественного уплотнения.

11. Какие катки используются для уплотнения асфальтобетонной смеси?

12. Что делают, чтобы вальцы не прилипали к асфальтобетонному слою

13. Как происхолит уплотнение литой смеси.

Тема 3.5. Строительство поверхностной обработки покрытий

3.5.1. Назначение и способы строительства поверхностной обработки

Поверхностная обработка — это способ создания шероховатой поверхности покрытия и устройства слоев износа и защитных слоев путем розлива на основание тонкого слоя органического вяжущего, распределения высокосортного щебня и уплотнения (рис. 21.3). Во многих странах поверхностную обработку называют chip seals — щебеночные защитные (изолирующие) слои.

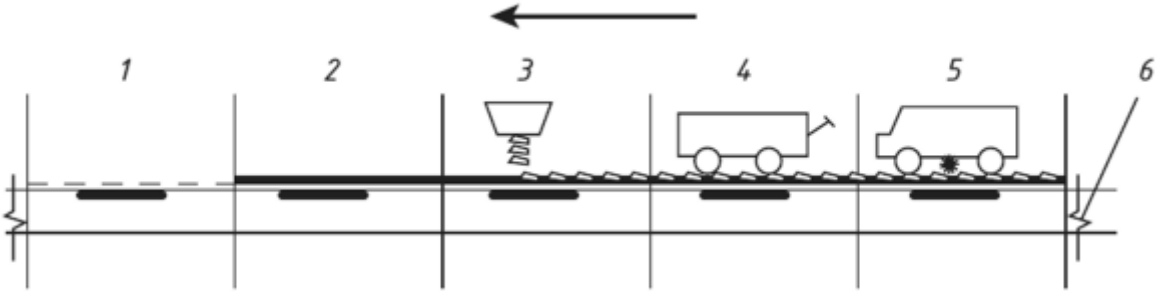


Рис. 21.3. **Основные технологические операции по устройству поверхностной обработки:**

1 — подготовительные работы; *2* — розлив битума; *3* — распределение щебня; 4 — уплотнение щебня; 5 — сметание лишних щебенок, *6* — старое покрытие

Основанием является верхний слой дорожного покрытия, которое предварительно должно быть подготовлено к поверхностной обработке.

В состав подготовительных работ при устройстве поверхностной обработки на новом покрытии входят:

- — очистка покрытия от пыли и грязи;
- — установка знаков для организации движения, ограждение места производства работ.

В случаях когда покрытие не удается полностью очистить от пыли и грязи, оставшейся в мелких трещинках и впадинах, его рекомендуется подгрунтовать путем розлива жидкого битума по норме 0,3...0,5 л/м^2 или битумной эмульсии с расходом 0,5...0,8 л/м^2.

В состав основных работ входит розлив битума, распределение и уплотнение щебня. После этого производится сметание отдельных неукрепившихся щебенок и открывается движение транспорта. Процесс окончательного формирования поверхностной обработки продолжается около 10 сут., в течение которых скорость движения автомобилей ограничивается и производится ежедневное сметание неукрепившихся щебенок.

Назначение и виды поверхностных обработок.

Поверхностная обработка выполняет следующие функции:

- восстанавливает и повышает сцепные качества дорожного покрытия;
- формирует слой износа и защитный слой от проникания воды в дорожную одежду;
- останавливает разрушение и продлевает срок службы старых покрытий, на которых появились признаки износа в виде трещин, шелушения, выкрашивания и др.;
- при устройстве на щебеночных и гравийных покрытиях обеспечивает обеспыливание и значительно более комфортные условия движения автомобилей.

Различают несколько видов поверхностной обработки, которые применяют в различных условиях.

- 1. *Одиночная или простая обработка* с однократным розливом вяжущего и распределения щебня применяется для создания слоя износа и

шероховатого слоя на покрытиях с достаточной прочностью и невысокой интенсивностью движения. Толщина слоя составляет 1.5 -2.5 см.

- 2. *Одиночная или простая обработка с двойным распределением щебня.* На слой разлитого вяжущего сначала распределяют более крупную фракцию щебня (например, 8...11 или 15...20 мм), прикатывают катком, а затем распределяют более мелкую фракцию щебня (например,2-5 или 5-10 мм) и уплотняют. Применяется на дорогах с высокой скоростью движения автомобилей. Толщина слоя может составляет3-4 см.
- 3. *Простая обработка типа «сэндвич».* На поверхность покрытия распределяют крупную фракцию щебня, затем разливают вяжущее, распределяют мелкую фракцию щебня и уплотняют. Применяется при неоднородном по ровности основании для выравнивания и некоторого усиления.
- 4. *Двойная поверхностная обработка или поверхностная обработка типа «двойной сэндвич».* На первый слой разлитого вяжущего распределяют крупную фракцию щебня и уплотняют. Затем разливают второй слой вяжущего, распределяют более мелкую фракцию щебня и окончательно уплотняют. Толщина слоя составляет 3-4 см. Применяется на покрытиях с недостаточной прочностью, при наличии сетки трещин, ямочности, колей, при высокой интенсивности движения, т.е. в тех случаях, когда необходимо не только создать шероховатый слой износа и защитный слой, но и улучшить ровность, несколько повысить прочность и сдвигоустойчивость. Применяется также на цементобетонных покрытиях.
- 5. *Двойная поверхностная обработка с прослойкой из щебня.* На очищенное и выровненное гравийное или щебеночное покрытие рассыпают прослойку из щебня крупной фракции и уплотняют. Затем разливают первый слой вяжущего, распределяют более мелкую фракцию щебня и уплотняют. После этого разливают второй слой вяжущего, распределяют щебень мелкой фракции и окончательно уплотняют. Толщина слоя может достигать 5 см. Применяется на «белых» гравийнощебеночных покрытиях для перевода их в «черное» шоссе.

Существует два способа устройства поверхностных обработок:

- традиционный – с раздельным распределением материалов;
- способ с синхронным распределением вяжущего и щебня.

Традиционный способ. Работы по устройству одиночной поверхностной обработки традиционным способом с использованием битумов, дегтебитумов, битумо- и дегтеполимерных вяжущих производят в следующем порядке:

- подготовка поверхности (очистка от пыли и грязи) и ремонтные работы;
- розлив вяжущего;
- распределение щебня;
- укатка;
- уход в период формирования.

Работы по устройству двойной поверхностной обработки производят в такой последовательности:

- подготовка поверхности (очистка от пыли и грязи) и ремонтные работы;
- первый розлив вяжущего;
- первая россыпь щебня;
- укатка;
- второй розлив вяжущего;
- вторая россыпь щебня (между первой и второй россыпью щебня допускается перерыв не более 3–5 суток);
- укатка;
- уход в период формирования.

Очистку покрытия от пыли и грязи выполняют механическими щетками, наиболее загрязненные участки промывают с помощью поливомоечной машины. В случаях, когда старое покрытие не удается полностью очистить от пыли и грязи, оставшихся в мелких трещинах и впадинах, его необходимо подгрунтовать путем розлива жидкого битума по норме 0,3–0,5 л/м^2 или битумной эмульсией с расходом 0,5–0,8 л/м^2.

Розлив вяжущего производят автогудронатором. Для равномерного розлива вяжущего необходимо обеспечить бесперебойность действия сопел, равномерность работы насоса и требуемую скорость перемещения гудронатора.

Сопла должны быть теплоизолированы и оснащены устройством обогрева, позволяющим поддерживать или обеспечивать определенную температуру вяжущего.

Во время розлива температура битума марок БНД 60/90, БНД 90/130, БН 60/90 и БН 90/130 должна составлять 150–160°С; марок БНД 130/200 и БН 130/200 – 100–130°С; температура полимерно-битумного вяжущего – 140–160°С; дегтеполимерного вяжущего – 100–110°С.

Распределение щебня производят самоходным щебнераспределителем, автомобилем-самосвалом с навесным приспособлением или другим механизмом, обеспечивающим быстрое и равномерное распределение щебня. Кузов всех этих механизмов должен быть плоским и без локальных деформаций. Высота сброса щебня должна быть небольшой, чтобы обеспечить более однородное распределение заполнителя на покрытии. Автощебнераспределители могут быть оснащены системой гидравлического расширения, позволяющей изменять без остановки рабочую ширину от 2,50 до 4 м.На дорогах низких категорий допускается использование автогрейдера.

Щебень распределяют непосредственно после розлива вяжущего слоем в одну щебенку и укатывают катком 6–8 т за 4–5 проходов по одному следу.

Уплотнение поверхностной обработки покрытий обеспечивает укладку щебня и его закрепление на покрытии.

В течение первых дней эксплуатации необходимо осуществлять уход за формирующимися слоями. Незакрепившийся щебень должен быть удален с покрытия не позднее чем через 1 сутки после открытия движения. Скорость движения автомобилей ограничивают 40 км/ч и регулируют по ширине проезжей части. Выброшенный лишний щебень подбирается очистительными машинами-сборщиками, очистительными машинами и втягивающими машинами.

Оснащенные различными щетками и всасывающими соплами, они оборудованы сборными емкостями для мелкозернистого материала, который они поднимают.

Поверхностную обработку с использованием битумных эмульсий выполняют в следующем порядке:

- подготовка поверхности (очистка от пыли и грязи) и выполнение в случае необходимости ремонтных работ;
- смачивание поверхности водой (в жаркую сухую погоду);
- розлив эмульсии по покрытию в количестве 30% нормы;
- распределение щебня в количестве 70% нормы;
- розлив оставшейся эмульсии (70%);
- распределение оставшегося щебня (30%);
- укатка;
- уход в период формирования.

Температуру и концентрацию эмульсии устанавливают в зависимости от погодных условий. При температуре воздуха ниже 20°С рекомендуется применять эмульсию с температурой 40–50°С и концентрацией битума 55–60%. Подогрев эмульсии до указанной температуры следует производить непосредственно в автогудронаторе в процессе транспортирования к месту работ. При температуре воздуха выше 20°С эмульсию применяют в холодном состоянии, а концентрацию битума можно снизить до 50%.

Распределение щебня осуществляют таким образом, чтобы щебень распределялся не далее 20 м от автогудронатора, разливающего эмульсию.

Уход за поверхностной обработкой с применением битумных эмульсий выполняется так же, как и при использовании битума. При использовании анионных эмульсий движение автомобилей открывается не ранее чем через 1 сутки после окончания работ.

Технология поверхностной обработки с синхронным распределением вяжущего и щебня. Основным отличием новой технологии устройства

поверхностной обработки является синхронное, практически одновременное распределение вяжущего и россыпь щебня (рис. 3).

Рис. 3. Поверхностная обработка с синхронным распределением материалов

При устройстве поверхностной обработки традиционными методами разрыв во времени между распределением вяжущего и россыпью щебня лимитируется временем остывания горячего битума и может достигать 1 часа.

При синхронном распределении вяжущего и щебня разрыв между этими операциями не превышает 1 сек, что существенно сказывается на повышении качества поверхностной обработки, как при использовании в качестве вяжущего горячего битума, так и битумной эмульсии.

Повышение качества при использовании в роли вяжущего горячего битума объясняется тем, что за столь короткий промежуток времени битум не успевает остыть и сохраняет жидкую консистенцию и высокую клеящую способность. В результате битум хорошо проникает в микропоры щебня и покрытия, обволакивает каждую щебенку и прочно приклеивает их к покрытию и одну к другой.

Уплотнение уложенного слоя также происходит при горячем состоянии битума, что обеспечивает максимальный эффект уплотнения.

При использовании в роли вяжущего битумной эмульсии высокое качество поверхностной обработки с синхронным распределением вяжущего и щебня объясняется тем, что за столь короткий промежуток времени распад эмульсии только начнется, и эмульсия в жидком состоянии заполнит все микропоры щебня и покрытия, покроет каждую щебенку тонким слоем вяжущего и обеспечит возможность хорошего уплотнения слоя поверхностной обработки.

Синхронное распределение решает все проблемы организации и координации работ, возникающие при асинхронном распределении, поскольку при каждой остановке в распределении щебня автоматически прекращается и распределение вяжущего. Существенно сокращаются простои из-за климатических условий и повышается производительность работ. Это важно при использовании вяжущих высокой вязкости, но особенно важно при работе в неблагоприятных погодных условиях.

Синхронное распределение вяжущего и щебня благоприятно сказывается на формировании сопряжения между вяжущим и щебнем, что гарантирует высокие эксплуатационные характеристики поверхностной обработки, уменьшает риск неудачи работ из-за разницы температур основания и вяжущего, а также из-за наличия сухих тонкодисперсных фракций при устройстве поверхностных обработок с использованием эмульсий.

Опыт показывает, что высокий уровень качества поверхностной обработки с синхронным распределением вяжущего и щебня позволяет добиться поразительных результатов, когда тонкий слой щебня и вяжущего выдерживает интенсивное воздействие колес автомобилей в течение 10–15 лет.

Таким образом, синхронное распределение вяжущего и щебня с временем задержки в 1 секунду является самым важным нововведением в практике поверхностной обработки за последние 20 лет.

Для поверхностной обработки с синхронным распределением вяжущего и щебня в России применяют машины БЩР-375 и битумощебнераспределители Саратовского ФГУП Росдортех типа Чипсилер-40 и Рипсилер-26 Производительность указанных машин составляет 3-6 км/ч.

3.5.2. Контроль качества работ при строительстве поверхностной обработки покрытий

Контроль качества работ при устройстве поверхностной обработки разделяют на входной, операционный и приемочный**.**

При входном контроле проверяют:

Показатели качества битума (каждая партия):

•–глубину проникания иглы (пенетрацию);

•–адгезию к щебню.

Показатели качества эмульсии (каждая партия):

•–коэффициент распада;

•–содержание остаточного вяжущего;

•–однородность по остатку на сите 063;

•– адгезию к щебню.

Показатели качества щебня (каждая партия):

•–содержание зерен пластинчатой и игловатой форм;

•–зерновой состав;

•–содержание пылевидных частиц;

•–влажность.

При операционном контроле проверяют:

1. Перед началом производства работ:

•– схему организации движения и ограждения места производства работ (каждый участок);

•– качество подготовки покрытия – отсутствие дефектов, пыли и грязи (каждый участок);

•– качество подгрунтовки – сплошность пленки вяжущего и отсутствие его отслоений от покрытия (каждый участок);

•– температуру окружающего воздуха (в начале смены);

•– настройку автогудронатора и щебнераспределителя в соответствии с технической документацией на них.

2. Во время производства работ:

•– нормы и равномерность распределения материалов (1 раз в смену);

•– температуру розлива вяжущего (постоянно);

•– качество продольных и поперечных стыков (постоянно);

•– количество проходов катка по одному следу (постоянно);

•– скорость катка при уплотнении (постоянно);

•– степень уплотнения пробным проходом катка – не должно наблюдаться смещения щебенок (постоянно).

3. В период первых 10 суток формирования поверхностной обработки:

•– установку знаков ограничения скорости (на каждом участке);

•– регулирование движения автотранспорта по полосам (на каждом участке);

•– сметание незакрепившегося щебня (на каждом участке);

•–температуру покрытия (при наличии выпотевания вяжущего).

Приемочный контроль проводят через 14-28 суток после завершения работ по устройству или ремонту поверхностной обработки.

Приемочный контроль включает:

•–визуальную оценку качества поверхностной обработки – сплошность, ровность, отсутствие выкрашивания либо втапливания щебня и др. (на каждом участке);

•–определение плотности распределения щебня (на каждой захватке);

•–определение шероховатости покрытия

Контрольные вопросы к теме 3.5:

1. Назначение и виды поверхностных обработок
2. Одиночная поверхностная обработка – это?
3. Двойная поверхностная обработка – это?
4. Когда проводят приемочный контроль после завершения работ по устройству поверхностной обработки?
5. Контролируемые параметры во время производства работ.

3.6. Строительство монолитных цементобетонных, армобетонных и железобетонных покрытий и оснований

Дорожные одежды с конструктивными слоями из цементобетона называют жёсткими. В зависимости от технологии строительства жёсткие покрытия и основания подразделяют на монолитные, сборные, сборно-монолитные и из укатываемого бетона. Цементобетонные покрытия и основания могут быть неармированными, армированными (в том числе непрерывно армированными) и дисперсно армированными. Покрытия выполняют одно- и двухслойными. Толщину слоя назначают по расчету и обычно она колеблется от 18 до 24 см, а иногда до 30 см.

Цементобетонные покрытия имеют высокую распределяющую способность и малую величину вертикальных упругих перемещений под нагрузкой автомобилей, незначительный износ вследствие истирания, высокий, малозависящий от увлажнения покрытия, коэффициент сцепления.

Прочностные и деформативные характеристики цементобетона практически не меняются в реально наблюдаемых диапазонах изменения температуры, влажности и скорости нагружения. Его прочность возрастает в течение всего срока службы дорожной одежды, что служит дополнительным резервом долговечности.

Благодаря светлому цвету поверхности цементобетонных покрытий для их освещения требуется на 20 % меньше энергии. На таких покрытиях автомобили расходуют примерно на 5-10 % меньше топлива, чем на асфальтобетонных. Для производства минерального вяжущего (портландцемента) имеются значительно большие сырьевые ресурсы, чем для производства битума. Цементобетонные покрытия устраивают непосредственно на месте строительства из свежеприготовленного бетона по конструктивным слоям.

3.6.1. Технология строительства дорожных одежд с цементобетонными покрытиями комплектами машин

Бетонное покрытие укладывают на искусственное основание из грунта, обработанного цементом, щебня, обработанного вяжущим или из других прочных материалов. Обеспечение необходимой ровности и прочности основания позволяет

существенно снизить напряжения в цементобетонном покрытии, повысить его работоспособность. В мировой практике используют в основном две технологии строительства цементобетонных покрытий и оснований: в скользящей опалубке и в рельс-формах. Применяют рельсовый комплект бетоно-укладочных и отделочных машин и комплект высокопроизводительных машин на гусеничном ходу со скользящими формами, обеспечивающие полную механизацию всех технологических процессов. В настоящее время повсеместно применяют в основном более прогрессивную технологию устройства покрытий в скользящих формах. Ведущими производителями бетоноукладочной техники являются фирмы «Gomaco» и «CMI» (США), «Wirtgen» (Германия), «Massenza» (Италия).

При строительстве покрытий комплектом машин со скользящими формами для обеспечения прохода гусениц машин ровное и прочное основание устраивают не менее чем на 2,1 м шире покрытия.

Все модели современных бетоноукладчиков оснащаются автоматическими системами выдерживания курса и уровня, а отдельные - системой стабилизации поперечного уклона, что позволяет укладывать цементобетонное покрытие с высокой ровностью.

В качестве базы для работы автоматических систем используется копирная струна с вынесенными на неё проектными отметками продольного профиля. Точность и тщательность установки струны во многом определяет качество устраиваемого покрытия и, в первую очередь, его ровность.

В последнее время большое значение придают совершенствованию систем управления бетоноукладочными машинами. Лазерная система управления курсом и уровнем укладчика позволяет отказаться от трудоёмкой операции установки копирных струн.

Номенклатура машин для устройства цементобетонных покрытий, производимых фирмами, включает не только бетоноукладчики, но и профилировщики для подготовки основания, распределители бетонной смеси, машины для создания текстуры поверхности и ухода за бетоном.

Цементобетонные монолитные покрытия неармированные и армированные (армобетонные и обычные железобетонные) укладывают в один или два слоя. Правила производства и технология строительства всех указанных разновидностей покрытий являются общими.

Строят эти покрытия при среднесуточных температурах воздуха выше +5° С. При более низких температурах необходимы специальные меры для обеспечения условий твердения и набора прочности цементобетона.

Для снижения напряжений, возникающих при суточных и сезонных изменениях температуры воздуха, цементобетонные покрытия разделяют продольными и поперечными швами, которые устраиваемыми в процессе строительства, на отдельные плиты прямоугольной формы. Размеры плит в плане и толщину устанавливают расчетом при проектировании.Устраивают температурные швы сжатия, коробления, расширения и рабочие..

Кроме перечисленных поперечных температурных швов устраивают и продольные швы. Продольный шов требуется при ширине покрытия более 4,5 м, для предупреждения появления извилистых продольных трещин, образующихся от воздействия транспортных средств, неоднородного пучения и осадки земляного полотна.

Швы расширения (рис. 17.2) предназначены для восприятия перемещений плит при их расширении под действием высоких летних температур. При правильном устройстве швов расширения они устраняют перенапряжение плит и исключают отрицательное влияние этих напряжений на продольную устойчивость покрытия, сколо- и трещинообразование. В швах расширения покрытие разрезают по всей ширине и на всю толщину устанавливают прокладки из дерева, пенополиуретана и других материалов. Верхнюю часть швов расширения заполняют герметизирующими материалами.

Швы сжатия (рис. 17.3) устраивают между швами расширения, чтобы предупредить появление трещин, возникающих в покрытии вследствие изменения температуры, усадки бетона и неоднородных деформаций земляного полотна. В швах сжатия покрытие разрезают по всей ширине на глубину не

менее 1/4 толщины. Ниже этой прорези в последующем возникает трещина, так как при сокращении плиты от понижения температуры вследствие трения между плитой и основанием в бетоне плиты возникает растяжение.

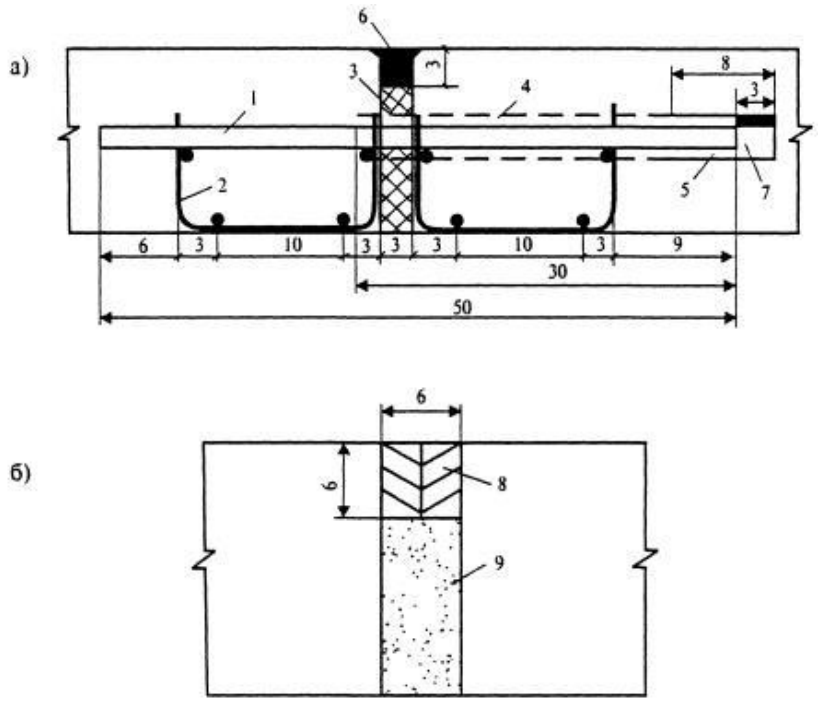


Рис. 17.2. Конструкции поперечных швов расширения:

а - устраиваемые в покрытии; б - перед искусственными сооружениями; 1 - штыри; 2 - каркас-корзинка; 3 - деревянная доска-прокладка; 4 - битумная обмазка; 5 - колпачок из резины или полиэтилена; 6 - мастика; 7 - воздушный зазор в колпачке; 8 - герметизирующий материал или готовая резиновая прокладка; 9 - пористый легкосжимаемый материал

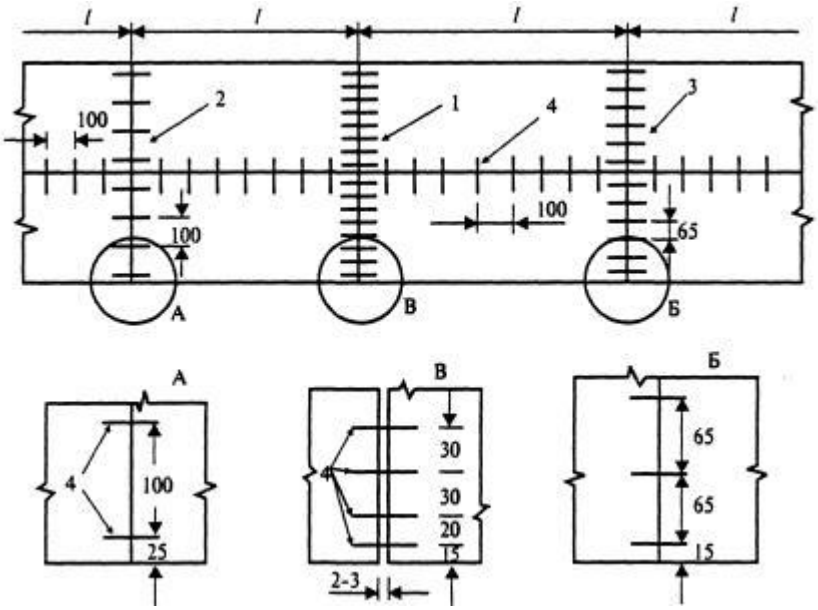


Рис. 17.3. Схема расположения штырей в швах цементобетонного покрытия: 1 - шов расширения; 2 - шов сжатия при основании из каменных материалов и из грунтов, укреплённых вяжущим; 3 - шов сжатия при основании из материалов, не укреплённых вяжущими (песок, щебень, шлак, гравийно-песчаная смесь); 4 - штыри

После нарезки швов в затвердевшем бетоне нарезчиком швов с алмазными дисками и очистки шва сжатым воздухом в него запрессовывают уплотнительный шнур, обрабатывают стенки праймером и производят герметизацию.

Швы коробления повышают продольную устойчивость покрытия, уменьшают в плитах температурные напряжения, повышают трещиностойкость и транспортно-эксплуатационные качества покрытия. Швы коробления размещают через один шов сжатия. Швы коробления не устраивают в плитах длиннее 6 м. Рабочие швы применяют в конце рабочей смены или при перерыве бетонирования покрытия более чем на 3 ч.

Рабочие швы устраивают по типу швов расширения. Для частичной передачи нагрузки с плиты на плиту и для исключения образования ступеней между плитами поперечные и продольные швы армируют (рис. 17.4).

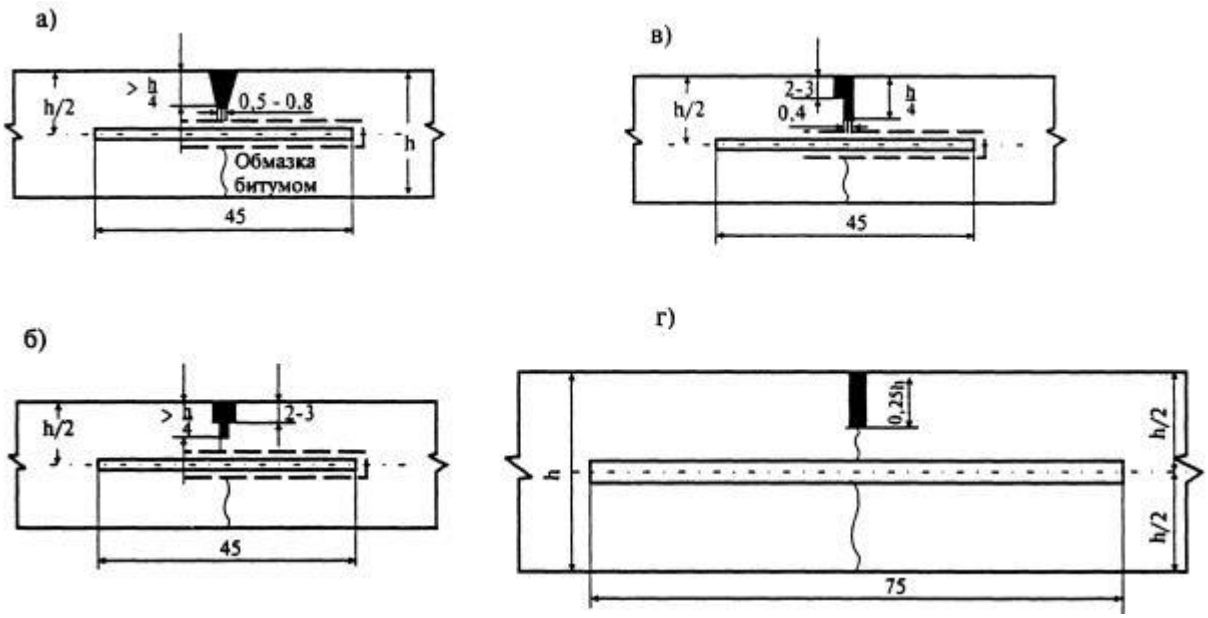


Рис. 17.4. Конструкции поперечных швов сжатия и продольного шва:

а) в свежеуложенном бетоне; б) комбинированным способом; в) в затвердевшем бетоне; г) продольный шов; пунктиром показана обмазка штырей битумом

При строительстве машинами со скользящими формами покрытий толщиной 22-24 см на основаниях из цементогрунта толщиной 16 см и более в швах сжатия штыревые соединения не применяют, за исключением штыревых соединений в контрольных швах, нарезаемых в свежеуложенном бетоне. Такие швы, устраиваемые по типу швов сжатия, можно не армировать, если суточный перепад температуры на поверхности покрытия достигает 20°С. При наличии швов сжатия без штыревых соединений велика вероятность уступов между плитами в период эксплуатации. Размеры штырей из гладкой арматуры приведены в табл. 17.8.

Таблица 17.8

Шов	Толщина плиты, мм	Длина штырей, мм	Диаметр штырей,
Расширения	180 200-240	500 500	22 25
Сжатия	180-240	450	20
Продольный	180-240	750	16

Во всех случаях, когда необходимо исключить на отдельных участках штырей сцепление с бетоном, в этих местах штыри покрывают битумом слоем 0,2-0,3 мм.

Технология строительства цементобетонных покрытий рельсовым комплектом машин состоит из следующих процессов:

- окончательной подготовки грунтового основания;
- установки рельс-форм для перемещения бетоноукладчика;
- раскладки рулонного материала по поверхности основания;
- изготовления и установки приставной опалубки и элементов стыковых соединений;
- заготовки и укладки арматуры;
- транспортирования, укладки и уплотнения смеси в покрытии;
- нарезки и заполнения швов;
- ухода за свежеуложенным цементобетоном;
- снятия рельс-форм и опалубки.

При устройстве этих покрытий машинами на гусеничном ходу со скользящими формами технологические процессы по установке рельс-форм и опалубки, а затем снятие их после бетонирования отпадают, но возникает необходимость в установке копирных струн.

Транспортирование цементобетонной смеси. Готовые бетонные смеси транспортируют к месту укладки автобетоновозами или автомобилями-самосвалами. Кузова автомобилей-самосвалов должны быть водонепроницаемыми, иметь исправные затворы и гладкую поверхность.

Применяемые способы транспортирования бетонных смесей должны исключать возможность попадания в них атмосферных осадков, нарушения однородности, потери цементного раствора, а также обеспечивать предохранение смеси в пути от воздействия ветра и солнечных лучей.

Для максимального использования производительности комплекта бетоноукладочных машин и получения бетона однородного состава смесь выпускают равномерно и непрерывно в течение смены. Количество транспортных

средств устанавливают и корректируют с учётом дальности транспортирования смеси и полной загрузки комплекта машин по устройству покрытия и исключения перерывов в подаче смеси к месту укладки.

Для предотвращения расслоения бетонной смеси при погрузке её в автомобили-самосвалы на бетонном заводе при необходимости устраивают промежуточные накопительные бункеры или лотки. Высота падения бетонной смеси при перегрузках не должна быть более 1,5 м. Кузова автобетоновозов или автомобилей после выгрузки бетонной смеси промывают водой.

Максимально допустимая продолжительность транспортирования бетонной смеси, готовой к употреблению, при температуре воздуха от 20°С до 30°С и при температуре смеси 18-20°С приведена в табл. 17.12 (ГОСТ 7473-94.

Таблица 17.12

Марка смеси по добоукладываемости	Средняя скорость транспортирования, км/ч	Продолжительность транспортирования, мин	
		втобетоносмесителем	втосамосвалом
Ж2-Ж1	30	210	60
П1		210	60
П2		150	40
П3-П5		90	30

Примечание. При изменении температуры смеси или окружающей среды максимально допустимую продолжительность транспортирования определяют опытным путём.

Технология строительства бетоноукладчиками со скользящими формами. К работе по строительству покрытия приступают после завершения подготовительных работ, включая подготовку путей подвоза бетонной смеси, готовность к работе ЦБЗ и бетоноукладочного комплекта, наличие материалов для ухода за бетоном и т.д. Обочины, по которым будет доставляться к бетоноукладчику цементобетонная смесь, должны быть укреплены и тщательно спланированы.

Для бетоноукладчиков, выпускаемых американскими фирмами, характерно использование подвижных бетонных смесей П2 с осадкой конуса 3-6 см. Для бетоноукладчиков фирмы «Wirtgen» (Германия) применяют менее подвижные смеси П1 с осадкой конуса 1-3 см. При этом скорости бетонирования для этих типов машин также различны, так как применение подвижных смесей предопределяет более высокие рабочие скорости (2-5 м/мин.), тогда как менее подвижные смеси укладывают на скоростях 1-3 м/мин.

В качестве основных уплотняющих органов на бетоноукладчике используют гидравлические или электрические глубинные вибраторы. Типовая схема рабочих органов бетоноукладчика включает распределяющий шнек, дозирующий брус, глубинные вибраторы, трамбующий брус и формующую плиту.

В качестве дополнительного оснащения на бетоноукладчики устанавливается оборудование для армирования поперечных и продольных швов, а также боковой грани покрытия. Эффективность отделки покрытия и особенно мест погружения арматурных штырей достигается применением экструзионного бруса, совершающего возвратно-поступательные движения поперёк полосы укладки, и продольной выглаживающей плиты, совершающей сложные возвратно-поступательные движения вдоль укладываемой полосы и одновременное перемещение поперёк полосы.

Перед началом работ по укладке бетона проверяют правильность установки копирных струн на захватке. Размечают места расположения швов сжатия и расширения и устанавливают с помощью геодезических приборов металлические марки, к которым в дальнейшем приваривают каркасы швов сжатия и прикрепляют деревянные прокладки со штырями для швов расширения. Стальные каркасы швов сжатия крепят в верхней плоскости марок сваркой, а промежуточные участки дополнительно закрепляют костылями из стержневой арматуры. Для крепления деревянных прокладок швов расширения используют стальные кронштейны.

Система для армирования поперечных швов IDBI фирмы «Gomaco» позволяет автоматически устанавливать штыри в процессе укладки покрытия и отказаться от технологии, предусматривающей размещение штырей на основание в специальных

корзинах перед укладкой бетона. При этом отпадает необходимость использования распределителя, а самосвалы могут разгружаться на основание непосредственно перед бетоноукладчиком.

При необходимости строительства армобетонных покрытий, когда каркасы или сетки заранее устанавливаются на основание и заезд на него самосвалов с бетонной смесью невозможен, применяется специальный распределитель с боковой загрузкой.

Для соединения полос укладки между собой на машинах фирмы «Wirtgen» применяется не только штыревое соединение, но и соединение в виде шпунта или синусоидального профиля, обеспечивающее эффективное распределение нагрузки между отдельными полосами в процессе эксплуатации.

Модель укладчика SP-1600 фирмы «Wirtgen» позволяет реализовать принципиально отличную от общепринятой технологию укладки двухслойного покрытия. При этой технологии бетоноукладчик укладывает одновременно два слоя из различных бетонных смесей. Бетонная смесь нижнего слоя распределяется непосредственно на основание перед бетоноукладчиком и обрабатывается рабочими органами, установленными в передней части машины, а цементобетонная смесь для устройства верхнего слоя подаётся транспортёром в заднюю часть укладчика, где также установлены распределяющие, дозирующие, уплотняющие и формующие рабочие органы.

Уход (защиту свежеуложенного бетона от высыхания) начинают немедленно после отделки поверхности покрытия. Основным способом ухода является применение плёнкообразующих веществ. Фирма «Gomaco» для нанесения шероховатости на поверхности покрытия и ухода за бетоном выпускает специальные модели машин T/C 400B и T/C 600. Машины оснащены распределительной системой, состоящей из бака, насоса, распределительной трубы и форсунок, количество которых зависит от ширины обрабатываемой полосы по уходу за бетоном и направляющих, на которых смонтированы щётки для придания шероховатости поверхности покрытия. Дополнительно на машинах может быть

установлен барабан с полиэтиленовой плёнкой для защиты свежеуложенного бетона от внезапно выпавшего дождя.

Фирма «Wirtgen» выпускает две модели машин по уходу за бетоном TCM 850 и TCM 1600. Их отличие от моделей других фирм заключается в том, что плёнкообразующая жидкость распределяется через три форсунки, смонтированные на рампе, установленной вдоль оси покрытия и совершающей движение поперёк оси от одной кромки к другой. При этом операции нанесения шероховатости и распределения плёнкообразующей жидкости совмещены и производятся одновременно.

Швы в затвердевшем бетоне нарезают при достижении бетоном прочности 8-10 МПа нарезчиками швов с алмазными дисками. Чтобы не происходило обламывания кромок швов под нагрузкой и вследствие этого разгерметизации швов, производят снятие фасок. Операцию по снятию фасок выполняют специальным алмазным диском.

Герметизация швов в цементобетонном покрытии включает в себя следующие операции: продувку сжатым воздухом (при влажном бетоне - продувку осуществляют горячим воздухом); запрессовку уплотнительного шнура; обработку стенок шва праймером; герметизацию.

Для герметизации всех видов швов используются герметики холодного и горячего применения. Герметики холодного применения созданы на основе синтетических каучуков и, как правило, состоят из пасты и отвердителя. В России успешно применяют герметики VULCEM (США), U-SEAL (Канада), COLPOR (Англия) и др. Герметики холодного применения используют с помощью пневмошприцев и заливщиков для двухкомпонентных герметиков.

Герметизирующие материалы горячего применения включают битумы нефтяные, дроблёную резину, смягчители, пластификаторы, наполнители, полимерную добавку. Применение праймера (полимерной композиции) значительно удлиняет срок эксплуатации покрытия с герметичными швами.

Строительство покрытий комплектом машин, перемещающихся по рельс-формам. До 60-х гг. XX в. преобладал метод укладки бетона в опалубке из инвентарных рельс-форм, устанавливаемых под нивелир и закрепляемых к основанию штырями и одновременно образующих два рельсовых пути для движения машин бетоноукладочного комплекта. Недостатками этого метода являются трудоёмкость установки, снятия и перевозки рельс-форм, когда многие операции выполняются вручную; большая металлоёмкость комплекта и в первую очередь из-за необходимости иметь большое число рельс-форм (общая длина звеньев не менее 1 км, а масса не менее 60 кг/м); малая мобильность комплекта и необходимость применения прицепов-тяжеловозов при перемещении бетоноукладочного комплекта даже на небольшие (0,1-0,5 км) расстояния. В то же время метод позволяет гарантировать уплотнение бетонной смеси и отделку поверхности покрытия за счёт дополнительных проходов бетоноотделочной машины; обеспечить постоянство толщины бетонного покрытия за счёт применения профилировщика основания, движущегося по рельс-формам и готовящего основание под отметки, равноудалённые от головок рельс-форм; применять бетонные смеси различной консистенции, включая и жёсткие, уплотняемые при совмещении вибрации с прессующим воздействием.

Работам по установке рельс-форм предшествует инструментальная разбивка и закрепление в натуре оси или одной из кромок будущего покрытия и его вертикальных отметок. Положение в плане кромки покрытия, определённое с помощью теодолита, фиксируют деревянными кольями или металлическими штырями, которые после этого забивают по нивелиру под проектную отметку поверхности покрытия.

Монтаж рельс-форм, так же как их погрузку и выгрузку, производят автомобильным краном. Их установку выполняют вначале по одной кромке, где по результатам инструментальной геодезической разбивки выставлены вертикальные отметки и зафиксировано положение кромки в плане. Когда одна нитка звеньев установлена в проектном положении и закреплена, с помощью шаблонов и уровня под контролем геодезиста монтируют вторую нитку рельс-форм. Типы рельс-форм

представлены на рис. 17.7. Перед установкой рельс-форм необходимо обеспечить достаточную плотность основания под их подошвами.

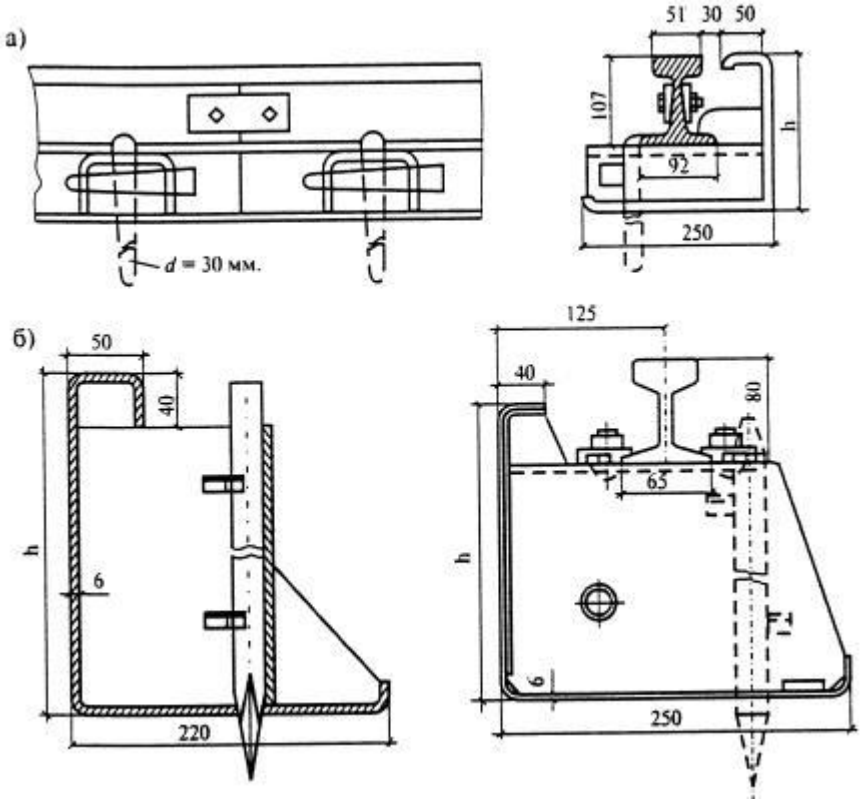


Рис. 17.7. Рельс-формы: а - применяемые в России; б - применяемые за рубежом

В комплект машин, перемещающихся по рельс-формам, входят машины, осуществляющие распределение, уплотнение и отделку бетона. Кроме того, могут входить также машины для устройства деформационных швов, для нанесения плёнкообразующих материалов для ухода за бетоном, монтажа и демонтажа рельс-форм.

В состав комплекта входили профилировщик ДС-509, шнековый бетонораспределитель ДС-507 и бетоноотделочная машина ДС-508.

Рабочими органами машины ДС-509 являются две профилирующие фрезы или шнеки, транспортёр и вибрационный брус. Фрезы служат для профилирования стабилизированного основания. Шнеки предназначены для профилирования песчаного основания. Транспортёр удаляет срезанный излишек материала основания за пределы рельс-форм, а вибрационный брус уплотняет основание.

После завершения работ по устройству основания, установке и закреплению рельс-форм на полосу бетонирования автосамосвалами завозят песок для выравнивающего слоя. Песок разравнивают автогрейдерами и увлажняют поливомоечными машинами, чтобы влажность песка в период его уплотнения была близка к оптимальной. Шнеками профилировщика Д-509 производят профилирование выравнивающего слоя в соответствии с проектным профилем и запасом на уплотнение и одновременно за один проход уплотняют выравнивающий слой.

Установку арматуры, как и установку закладных деталей швов сжатия и продольного шва, осуществляют до начала или в процессе бетонирования [38].

Шнековым распределителем ДС-507 осуществляют распределение и предварительное уплотнение бетонной смеси по полосе шириной 7,0 и 7,5 м. Основным рабочим органом машины ДС-507 является реверсивный шнек, состоящий из двух половин, каждая из которых имеет независимый привод. Виброброс выполнен в виде сварной балки, на которой установлены шесть механических вибраторов, соединённых валами с эластичными муфтами.

Бетоноотделочная машина ДС-508 предназначена для окончательного уплотнения бетонной смеси, уложенной распределителем ДС-507, и отделки поверхности.

Швы сжатия в свежеуложенном бетоне нарезали нарезчиком ДНГИС-60, который двигался в потоке машин за бетоноотделочной машиной в 5-10 м от неё по рельс-формам. После нарезки бетон отделывали в зоне швов. В последующие годы более широкое применение получил метод нарезки швов в затвердевшем бетоне. Остальные технологические операции аналогичны применяемым при безрельсовом способе строительства покрытий.

Металлоёмкость рельс-форм составляет около 2/3 всей массы и стоимость - около 1/3 общей стоимости комплекта бетоноукладочных машин, трудоёмкость работ по установке и снятию рельс-форм - до 20 % общей трудоёмкости работ. Значительная часть трудозатрат даже в случае применения специализированных

машин для установки рельс-форм приходится на ручные работы, что резко снижает уровень механизации и производительности труда.

3.6.2. Особенности технологии строительства армобетонных и железобетонных покрытий и оснований.

С целью ограничения растрескивания плит при неоднородных деформациях земляного полотна применяют армирование бетонных покрытий. Используют плоские сетки с продольной арматурой из стали А-II периодического профиля диаметром 8-14 мм с размещением сеток в средней по высоте зоне плиты. Расход продольной арматуры на 1 м^2 покрытия приведен в табл. 17.9. Количество арматуры установлено из условия раскрытия трещин до 0,2 мм с целью предотвращения коррозии.

Таблица 17.9

Толщина плиты, см	Длина плиты, м				
	5	8	10	15	20
	Расход продольной арматуры, кг/м^2				
24	-	2,3	2,8	4,1	-
20-22	1,8	2,0	2,5	3,7	4,5
18	1,2	1,4	1,7	2,5	3,4

В зависимости от категории дороги и интенсивности движения применяют три схемы армирования (рис. 17.5) [38].

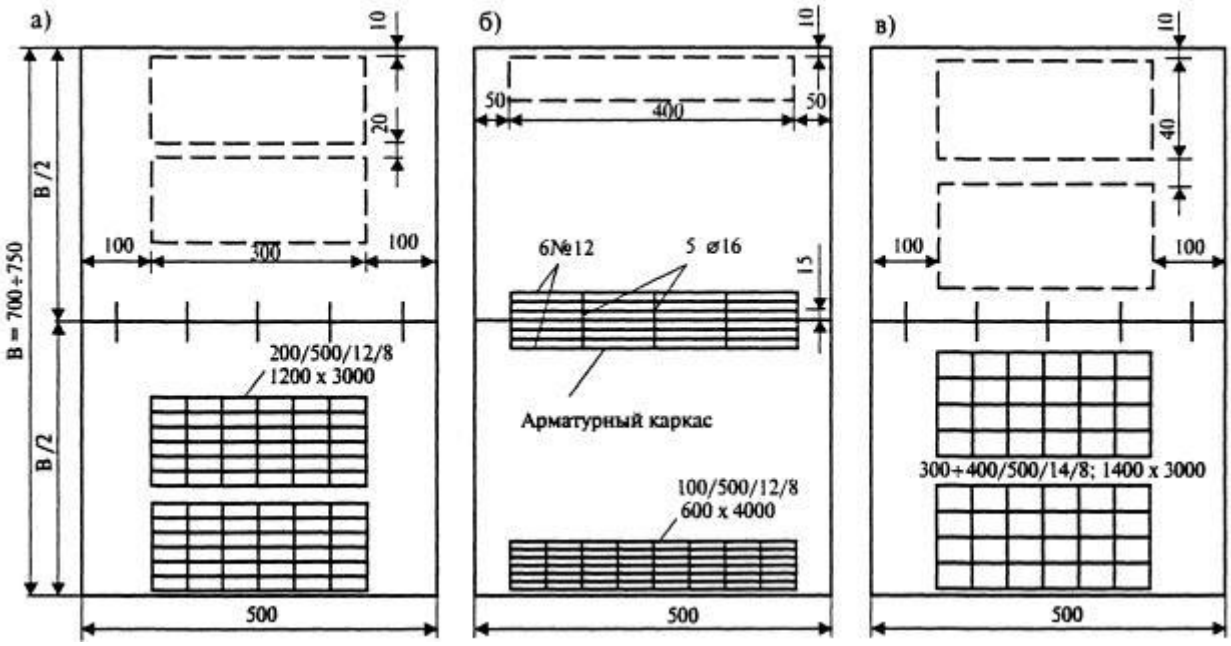


Рис. 17.5. Схемы армирования плит цементобетонных покрытий автомобильных дорог

Для интенсивности движения, не превышающей 5000 авт./сут, при насыпях высотой менее 3 м может быть применено краевое армирование сеткой из семи продольных стержней периодического профиля диаметром 12 мм (см. рис. 17.5, б).

На дорогах с интенсивностью более 5000 авт./сут, на насыпях выше 3 м и особенно у путепроводов при пересечении железных дорог производят армирование плоскими сварными сетками по схеме, приведенной на рис. 17.5 (а, в). Армирование плит по схемам, приведенным на рис. 17.5 (а, в), отличается только диаметром арматуры продольных стержней при одинаковом расходе на 1 м^2.

Принципиальное отличие непрерывно армированных цементобетонных покрытий от обычных неармированных состоит в том, что под влиянием внешних воздействий и благодаря наличию арматуры в них образуются поперечные трещины с шагом 1,5-3,0 м и раскрытием их на поверхности до 0,2-0,4 мм. Такое незначительное раскрытие трещин обеспечивает передачу поперечной силы между плитами и гарантирует от проникновения к арматуре воды, так как на уровне арматуры трещины не раскрываются. Непрерывно армированные покрытия позволяют устраивать швы расширения через довольно большие расстояния.

Технология производства работ определяет особенности непрерывно армированного покрытия. При укладке бетона в один слой применяют арматурные сетки из стержней диаметром 14-20 мм с размерами ячеек, достаточными для прохождения бетона через заранее выложенные на подставках сетки. При укладке бетона в два слоя сетки раскладывают по уложенному нижнему слою бетона. Процент армирования конструкции обычно принимают равным 0,5-0,7 %.

Поперечную распределительную арматуру располагают через 25-70 см; рабочую арматуру по высоте сечения располагают на расстоянии 1/4-1/2 от верха плиты. В местах сопряжения с покрытиями других типов в конструкцию непрерывно армированного покрытия встраивают анкеры. Анкерные устройства назначают по расчету.

В состав арматурных работ при строительстве цементобетонных армированных покрытий входят: заготовка стержней, изготовление сеток и каркасов, их перевозка и установка в конструкцию плит покрытия. Могут также применяться каркасы, состоящие из сеток и отдельных стержней для армирования краевых участков плиты. Значительное количество арматурных стержней диаметром 20— 25 мм длиной 40—50 см расходуется на устройстве стыков.

Все работы по заготовке стержней и изготовлению сеток и каркасов выполняют на оборудованном специальными арматурными станками. Сетки и каркасы изготовляют с помощью электросварки контактным способом, сваривая определенные точки пересечения арматурных стержней, указанные в проекте конструкции плит покрытий.

Перевозят их на автомобилях, прицепах или полуприцепах седельного типа, оборудованных специальной рамой из прокатных профилей по размеру сеток или каркасов. Для избежания чрезмерной деформации между сетками или рядами каркасов при их погрузке укладывают доски на расстоянии 1 —1,5 м друг от друга в зависимости от жесткости сеток (каркасов).

При монтажных арматурных работах сетки и каркасы укладывают на подготовленное основание после установки опалубки. Арматурные каркасы раскладывают на предварительно разложенные подкладки размером 25х25 см из

цементобетона или раствора прочностью не ниже прочности цементобетонного покрытия. Арматурные сетки укладывают в проектное положение с помощью установочных каркасов-фиксаторов, состоящих из треугольных хомутов высотой, равной высоте положения сетки и связывающих их по углам трех арматурных стержней при устройстве покрытий на песчаном основании или с помощью монтажных стоек — на других типах оснований.

Установочные каркасы размещают на подготовленном основании через каждые 1,2—1,5 м и для обеспечения фиксированного положения и большей жесткости сеток их через 1,0—1,5 м крепят к каркасам (привязывают вязальной проволокой или соединяют электросваркой). Монтажные стойки располагают в линейном или шахматном порядке из расчета одна стойка на 0,5 м^2 площади арматурной сетки.

В процессе укладки сеток и каркасов необходимо следить за положением арматурных стержней по толщине покрытия. Отклонение высотного положения арматуры от проектного может быть не более 10 мм при обязательном сохранении минимальной толщины защитного слоя.

3.6.3. Строительство предварительно напряжённых монолитных цементобетонных покрытий

Существует несколько способов создания предварительно-напряжённых конструкций, которые можно свести к двум системам (рис. 17.10):

- неподвижная, состоящая из плит, деформации которых в продольном направлении невозможны;
- подвижная, то есть допускающая перемещения плит за счёт стыковых устройств.

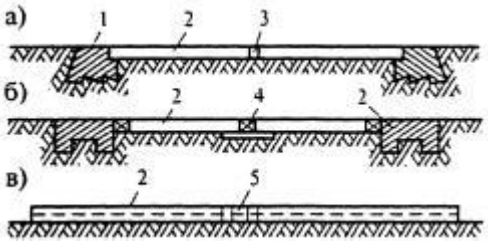


Рис. 17.10. Системы напряжённо армированных покрытий: 1 - концевой упор; 2 - участок плиты без швов; 3 - силовой шов, омоноличиваемый в конце процесса обжатия бетона; 4 - упругий шов; 5 - арматура из высокопрочной стали

В неподвижной системе предварительное напряжение создаётся приложением к бетону сжимающих усилий специальными устройствами, располагаемыми в швах, а само покрытие жёстко закреплено между неподвижными анкерными упорами. Первоначально устраивают упоры, затем укладывают плиту, делая в одном или в нескольких сечениях зазоры (швы), в которые устанавливают домкраты для создания предварительного напряжения. В этой системе изменение величины предварительного напряжения обусловливается изменениями температуры и упругими свойствами бетона. В подвижной системе плиты могут расширяться или сжиматься под влиянием температурно-влажностных изменений. В связи с этим покрытие разделяют швами, конструкции которых позволяют воспринимать перемещения плит без повреждения заполнения швов.

Подвижная система допускает скольжение плит по основанию, в связи с чем появляется сила трения, изменяющая силу предварительного напряжения в бетоне. Перемещение концов плит обеспечивает продольную устойчивость покрытия. По способу обжатия подвижные системы могут быть двух видов: с внешним и с внутренним обжатием.

При внешнем обжатии предварительное напряжение осуществляется домкратами или какими-либо другими упругими устройствами, установленными в месте стыка плит. Швы называют упругими. При внутреннем обжатии предварительное напряжение создаётся напряжением арматуры, расположенной в сечении плиты. Швы между плитами в этом случае называют свободными.

Подвижная система с внутренним обжатием по способу напряжения может быть с натяжением арматуры до бетонирования на упоры и с натяжением арматуры на затвердевший бетон. Плиты могут иметь напрягаемую арматуру только в продольном направлении, в продольном и поперечном направлениях, в диагональном направлении и по периметру плит.

Струнобетонные покрытия представляют собой один из видов предварительно напряжённых покрытий подвижной системы, в которых для получения предварительного напряжения в продольном направлении применяют высокопрочную проволоку (струну), напрягаемую до бетонирования и отпускаемую в поперечных швах после достижения бетоном прочности, необходимой для полного сцепления стали с бетоном (рис. 17.11). Толщина плит покрытия при песчаном основании обычно составляет 14 см, на стабилизированном основании - 12 см при расстоянии между поперечными швами 50 м. Число струн диаметром 4 мм на ширине 7 м при толщине плит 14 см - 81, а при толщине плит 12 см - 99. Расход высокопрочной проволоки соответственно 1,16 и 1,45 кг/м^2. Под поперечными швами обычно укладывают бетонные подшовные плиты сечением 15×80 см на всю ширину покрытия. Для закрепления натянутых струн по концам захватки устраивают анкерные упоры.

Метод натяжения арматуры на затвердевший бетон покрытия не требует дорогих концевых упоров и применяется в подвижных системах. Данный метод строительства предварительно напряжённых покрытий отличается тем, что принимаются специальные конструктивные или технологические меры по предупреждению сцепления арматуры с бетоном. Для этого арматурные пучки либо помещают в образованные различными способами каналы, либо покрывают специальной изоляцией, предохраняющей от сцепления с бетоном.

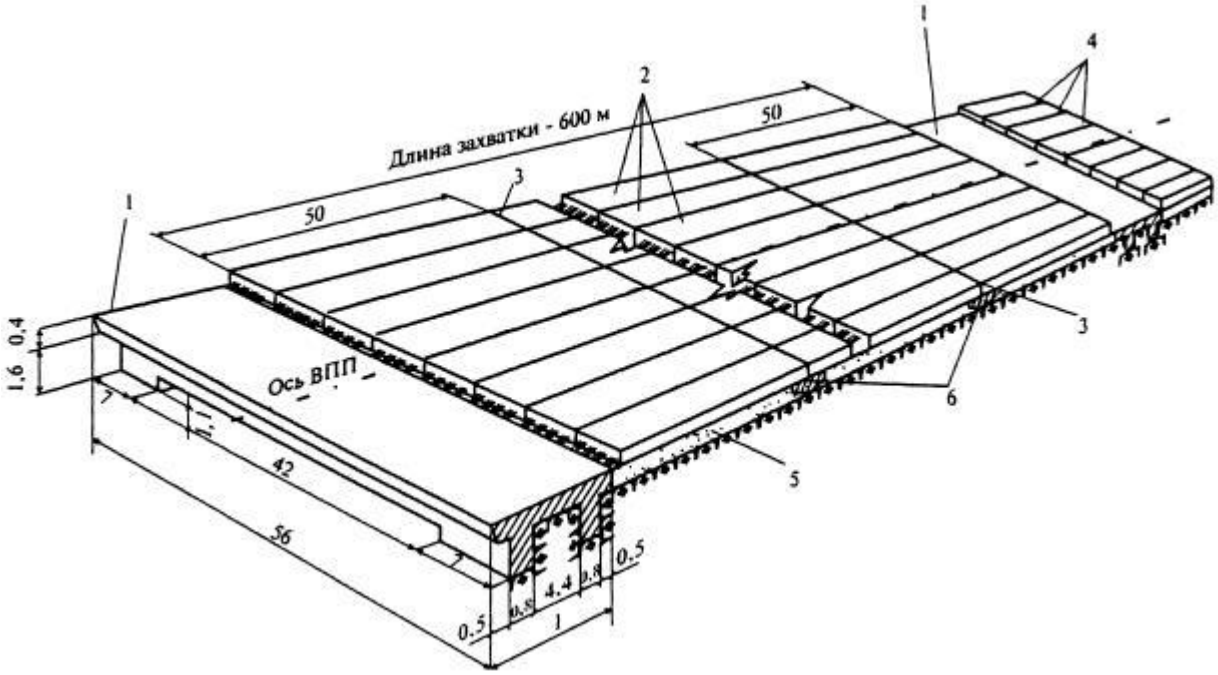


Рис. 17.11. Принципиальная схема струнобетонного покрытия:

1 - анкерные упоры; 2 - плиты струнобетонного покрытия; 3 - швы расширения; 4 - продольные швы между захватками; 5 - песчаное основание; 6 - подшовные плиты

Для устройства каналов в бетон закладывают резиновые шланги или прочные цельнотянутые металлические трубки, которые после схватывания бетона вытаскивают из плит. Затем в каналы вставляют арматурные пучки и после достижения бетоном требуемой прочности их натягивают и закрепляют, а каналы заполняют цементным раствором.

3.6.4 Контроль качества работ при строительстве монолитных цементобетонных, армобетонных и железобетонных покрытий и оснований

На бетонном заводе контролируют качество материалов для бетона, состав бетонной смеси, ее подвижность (жесткость) и количество вовлеченного воздуха, прочность и морозостойкость бетона.

Перед началом строительства цементобетонного покрытия оценивают качество изготовленного основания, его плотность и ровность. В процессе установки

копирной струны основным контролируемым параметром является положение струны в плане и профиле с предельными отклонениями от проектной линии: в профиле ±3 мм; в плане ±5 мм. Отклонения контролируются измерительными приборами. Натяжение струны контролируют визуально — по отсутствию провисания между стойками.

При производстве работ по устройству цементобетонного покрытия контролируют следующие параметры:

- раскладку и крепление полиэтиленовой прокладки на основании;
- установку и крепление секций арматурного каркаса и сеток;
- правильность установки копирных струн.

При работе распределителя бетонной смеси контролируют:

- ширину и толщину слоя распределяемой смеси;
- соблюдение скоростного режима;
- сплошность распределяемой смеси.

При работе бетоноукладчика контролируют:

- соблюдение режимов работы рабочих органов и скорости движения бетоноукладчика;
- просвет под рейкой длиной 3 м;
- ширину и толщину полосы бетонирования;
- поперечные уклоны;
- толщину защитного слоя бетона для верхней и боковой арматуры;
- геометрию и качество продольных кромок;
- отделку поверхности после прохождения бетоноукладчика. Высотные отметки контролируют по копирной струне.

При работе машины по уходу за бетоном контролируют:

- нормы розлива пленкообразующего материала;
- равномерность распределения пленкообразующего материала; При устройстве деформационных швов контролируют:
- своевременность устройства швов;
- геометрические размеры пазов швов;

- состояние кромок пазов швов;
- качество подготовки пазов швов перед их заполнением;
- качество заполнения пазов швов герметиком.

Ровность и поперечный уклон уложенного бетонного покрытия контролируются с помощью трехметровой рейки не реже чем через 20 м.

При контроле качества строительства сборных бетонных покрытий проверяют геометрические параметры плит, их внешний вид и качество поверхности в соответствии с требованиями стандартов или рабочих чертежей.

Не реже одного раза в смену (из расчета оценки одной из ста уложенных плит) проверяют качество контактирования сборного покрытия с основанием (выравнивающим слоем) перед сваркой стыковых скоб путем поднятия плиты. В трех поперечниках на 1 км сборного покрытия проверяют превышение граней смежных плит. Оценке подлежит качество заполнения швов герметизирующими материалами.

Контрольные вопросы к теме 3.6:

1. Конструкции дорожных одежд с цементобетонным покрытием.
2. Виды температурных швов.
3. Технология устройства температурных швов.
4. Технология строительства покрытий из ненапряженного бетона.
5. Безрельсовая укладка бетонной смеси.
6. Строительство предварительно напряженных цементобетонных покрытий.
7. Какие контролируют параметры при производстве работ по устройству цементобетонного покрытия
8. Какие существуют способы создания предварительно-напряжённых конструкций.

3.7 Строительство дорожных одежд с использованием местных материалов

В конструкции дорожной одежды слои основания имеет наибольшую толщину, и поэтому его строительство сопряжено с большим расходом строительных материалов. В то же время слои оснований работают в более благоприятных условиях при сравнении с покрытиями, что позволяет широко использовать для их строительства местные материалы и отходы промышленности. Целесообразность их использования обосновывают технико-экономическими расчетами с учетом возможного уменьшения срока службы дорожной одежды в результате отказа от применения стандартных привозных материалов.

Помимо технико-экономической целесообразности применение при строительстве дорог отходов промышленности и вторичных ресурсов помогает решать экологические проблемы региона, высвобождая занимаемые отходами значительные территории, в том числе сельскохозяйственные земли.

Многообразие технических и технологических решений позволяет использовать при строительстве, ремонте и эксплуатации дорог практически все отходы промышленности. Исключение составляют отходы, имеющие повышенное содержание канцерогенов и радионуклидов.

Среди местных материалов для строительства дорожных оснований наибольшее распространение получили грунты, гравийные и щебеночные смеси, малопрочные каменные материалы.

Малопрочные каменные материалы широко распространены и легкодоступны, поскольку их месторождения поддаются разработке без буровзрывных работ и больших капиталовложений. Из этих материалов наиболее часто применяют малопрочные известняки. Разнопрочность известняков характерна для большинства месторождений. В связи с этим в целях придания слою основания из малопрочного известняка необходимых физико-механических свойств ограничивают максимальную величину щебенок (до 15... 30 мм), а также вводят в щебеночные смеси различные добавки.

Номенклатура отходов промышленности чрезвычайно велика и разнообразна. В зависимости от специализации производства различают металлургические шлаки и отходы металлургического и литейного производства, топливные шлаки и

золы-уноса, отходы горнорудной промышленности, побочные продукты коксохимических предприятий, нефтегазовой промышленности, различных предприятий химической и деревообрабатывающей промышленности, отходы строительства.

Сама дорожная отрасль также является поставщиком отходов, используемых вторично при проведении строительных работ. Наиболее часто применяют материалы, полученные при разборке и ремонте дорожных одежд эксплуатируемых дорог. Бетонные покрытия и основания после дробления и грохочения превращают в щебень и песок. Сфрезерованные при проведении ремонтных работ старые асфальтобетонные покрытия в виде асфальтогранулята используют при изготовлении новых асфальтобетонных смесей, а также для строительства оснований путем обработки его различными вяжущими в процессе фрезерования покрытия мобильными фрезами- ресайклерами.

3.7.1. Технология улучшения грунтовых дорог созданием оптимальных грунтовых и грунтощебеночных (или грунтогравийных) смесей, добавками металлургических шлаков, торфа и других местных материалов.

При строительстве сельских и местных подъездных грунтовых дорог, а также оснований под различные типы дорожных покрытий весьма важным условием является повышение устойчивости и несущей способности грунта, что достигается его улучшением (стабилизацией), введением в него различных минеральных и органических добавок. Улучшение грунтовых дорог и оснований значительно повышает их эксплуатационные качества: связность, механическую прочность, водонепроницаемость, морозостойкость, беспыль-ность и ровность и создает более благоприятные условия для эксплуатации их в дождливое время.

Улучшение грунтовых дорог и оснований выполняется различными методами в зависимости от местных условий и экономической целесообразности: введением грунтовых или минеральных добавок (шлака, трепела, каменной мелочи и др.); химической обработкой (растворами солей, введением щелочей, силикатированием и др.); термической обработкой (обжигом и спеканием);

обработкой органическими (битуминозными) или минеральными (цемент, известь) вяжущими материалами. Независимо от применяемого метода улучшение экономически оправдывается только в том случае, если весь процесс работ комплексно механизирован.

Введение грунтовых и минеральных добавок. Наиболее простым способом улучшения грунтовых оснований является изменение гранулометрического состава грунта примесью глины, песка или каменных материалов. Этот способ включает в себя следующие механизированные процессы: разрыхление поверхности кирковщиками, бульдозерами-рыхлителями, сельскохозяйственными плугами и боронами, дробление и измельчение комьев грунта дорожными фрезами или сельскохозяйственными боронами (дисковыми, пружинными, зубчатыми, игольчатыми); подвозка грунта или минеральных добавок транспортными средствами с равномерным распределением материалов по поверхности улучшаемого грунта — распределителями; перемешивание и разравнивание привезенного материала с местным грунтом дорожными фрезами, дисковыми боронами, грейдерами и автогрейдерами; предварительное уплотнение грунта прицепными или самоходными пневмо-колесными катками, так как обычно при надлежащем подборе состава грунта поверхность дороги окончательно уплотняется в результате укатки автотранспортом во время эксплуатации.

Наиболее качественное улучшение грунтовой дороги достигается внесением скелетных добавок (гравия, песчано-гравийной смеси, щебня, металлургических и топливных шлаков, ракушки, дресвы и т. п.). Есть два способа внесения:

- постепенный, за 2... 4 приема;
- сразу, в один прием.

При постепенном способе улучшения добавки рассыпают по поверхности дороги слоем 3...5 см, разравнивают автогрейдером и уплотняют легким катком. Для облегчения втапливания добавок в грунт введение их лучше производить после дождя. Перемешивание добавок с грунтом происходит при разравнивании автогрейдером, уплотнении катком и движении транспорта. При необходимости процесс повторяют.

Для введения добавок в один прием поверхностный слой земляного полотна разрыхляют, подвозят добавки и распределяют их по земляному полотну. Перемешивают добавки с грунтом автогрейдерами, дисковыми боронами и фрезами. Планировку ведут автогрейдерами, уплотнение — легкими катками и проходящим транспортом. Улучшение грунта следует проводить при его оптимальной влажности.

3.7.2 Строительство конструктивных слоев дорожных одежд из шлаковых материалов и шламов

По основным характеристикам (химическому и минералогическому составу, морозостойкости) шлаки представляют собой ценное сырье для приготовления нерудных материалов и минеральных вяжущих. Активные шлаки частично заменяют традиционные вяжущие (цемент, известь) при строительстве дорожных оснований и покрытий. Многолетний опыт дорожных организаций показывает, что себестоимость шлаковых дорожно-строительных материалов в 2 раза ниже себестоимости аналогичной продукции из естественных горных пород.

Максимальный размер зерен в шламе и шлаке текущего производства не должен превышать 70 (120) мм. Отвальный (лежалый) шлам и шлак следует применять после рыхления и последующего дробления до размера 0-70 (120)мм.

Зерновой состав смесей должен быть оптимальным, обеспечивающим максимальную плотность уплотненного слоя. Содержание зерен мельче 0,16 мм в готовых смесях из активных и высокоактивных шлаков и шламов не нормируется (рекомендуемое количество таких частиц 20-25 %).

Требования по прочности, истираемости и морозостойкости к щебню из активных и высокоактивных шлаков и шламов, входящих в состав готовых смесей, не предъявляются.

Активность (прочность) шлаков и шламов без активаторов в возрасте 90 суток должна быть: для высокоактивных - свыше 5,0 МПа, активных - 2,5-5,0 МПа.

Расчетные модули упругости слоев, устраиваемых из активных и высокоактивных шлаков и белитовых шламов, в 1,5-2 раза выше модулей упругости обычных щебеночных и гравийных слоев, что позволяет снизить толщину основания из активных материалов на 20-30 %,

Распределение шлама или шлака по нижележащему слою или земляному полотну можно осуществлять бульдозером или автогрейдером. При этом комья схватившегося материала, как правило, полностью разрушаются гусеницами и отвалом бульдозера или колесами и отвалом автогрейдера.

При использовании шлака (шлама) с содержанием комьев размером более 120 мм для усиления эффекта размельчения используют кулачковый каток. Неподдающиеся размельчению комья, размер которых превышает проектную толщину устраиваемого слоя, удаляют.

Продолжительность разрыва во времени между вывозкой шлама или шлака на дорогу и его распределением по нижележащему слою или земляному полотну не регламентируется при условии, если шлам (шлак) предохранен от наезда транспорта, а также от загрязнения грунтом или другими материалами.

Увлажнение шлама (шлака) до оптимальной влажности рекомендуется проводить с применением поливомоечной машины. Шлам (шлак) увлажняют в три приема при расходе воды соответственно 60, 25 и 15 % расчетного.

Уплотнение шлама (шлака) осуществляется катками на пневматических шинах массой 16 т и более ориентировочно за 12-16 проходов по одному следу. Количество проходов уточняют по результатам пробного уплотнения в начале работ. Уплотнение проводят от краев к середине с перекрытием следа предыдущего прохода не менее чем на 20 см.

Движение транспорта разрешается сразу же после уплотнения слоя. В сухую погоду во избежание высыхания поверхность слоя целесообразно поливать водой не реже 1 раза в сутки при расходе 1,5-2,0 л/м^2 до устройства следующего слоя.