

325.7/8

БРЕДЛЕЙ И ХЕНКУК

БЗ4

1972



совершенствованные



ДОРОГИ
И УЛИЦЫ

Инж. БРЕДЛЕЙ и ХЕНКУК

625.7/8

Б87

A34/42

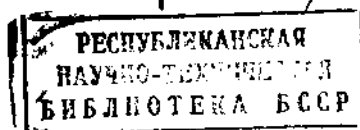
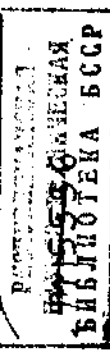
УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ ДОРОГИ И УЛИЦЫ

ТИПЫ ОДЕЖД, МЕТОДЫ
РАБОТ И ОБОРУДОВАНИЕ

ПЕРЕВОД С АНГЛИЙСКОГО

Б. А. ПРОЗОРОВА

ПОД РЕДАКЦИЕЙ ПРОФ. К. Н. КУПРЕЯНОВА



ОГИЗ ГОСТРАНСИЗДАТ
МОСКВА 1982 ЛЕНИНГРАД

H. BRADLEY and C. HANCOOK

MODERN ROADMAKING

WITH SPECIAL REFERENCE
TO MATERIALS AND PLANT

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.
8

От редакции

Глава I. Основания

Предварительные исследования. Назначение основания. Факторы влияющие на выбор типа. Сопротивление подстилающего грунта. Грунты. Осушка подстилающего грунта и влияние ее на сопротивление. Значение стабилизации грунта. Распределение давления. Принципы М а к-А д а м а. Рациональный проект основания. Типы оснований. Основание по методу Т е л ь ф о р д а. Значение железобетонного основания. Асфальтовый бетон. Основные принципы устройства основания.

10

Глава II. Разработка выемок

Рубка леса. Выгоды применения вспашки грунта. Экскаваторы. Компрессорные установки. Универсальная машина для земляных работ. Керосиновые тракторы. Опрокидывающиеся платформы. Стоимость разработки выемок. Использование плуга. Специальный экскаватор для уширения дороги.

23

Глава III. Водоотвод

Роль водоотвода. Свойства различных грунтов в отношении дренажирования. Дренажирование подстилающего грунта. Поверхностный водоотвод. Копание рвов механическими средствами. Расположение и устройство ливнепускков. Выдержка из английских стандартных технических условий для глазурованных гончарных труб. Производство гончарных труб. Поверхностный водоотвод при помощи труб. Трубы под насыпью. Чугунные трубы. «Центробежные» трубы. Бетонные трубы.

33

Глава IV. Минеральные материалы для дорог

Совместная работа дорожных инженеров и химиков. Высокое сопротивление сжатию не является главным фактором. Меры для расширения использования минеральных материалов. Экономичность применения местного материала. Известняк и его родство с битумом. Минеральные материалы, обычно применяемые в дорожном деле. Значение песка. Применение шлака для дорожного строительства. Допускаемые уклоны дорог в зависимости от типов одежд

45

Глава V. Разработка карьеров

Описание разработки карьера. Бурение камня. Взрывные работы. Колка вручную. Подъем к грохотам и грохотка. Производство тармакадама. Оборудование карьера и предъявляемые к нему требования. Дисковая камнедробилка. Грохоты. Способы приведения грохота в движение. Элеваторы. Крошиллки. Специальная крошиллка для производства каменной мелочи

56

Глава VI. Устройство бордюров и лотков

Действие воды на незащищенные лотки. Роль бордюров. Вопросы влияющие на проектирование бордюров. Гранитные бордюры. Устройство бордюров без бетонной полушки не достигает цели. Бордюры из песчаника, известняка, гончарной глины и бетона. Типы бетонных бордюров, изготавливаемых заводским путем. Недостатки производства на месте. Влияние бордюров на видимость дороги. Сроки службы бордюров

64

63

Глава VII. Типы катков и укатка дорог

Первый дорожный каток. Развитие современных катков. Катки таандем для пластических одежд. Вес катка. Количество укатываемого материала. Метод укатки. Паровые катки компаунд. Автоматическое изменение наклона задних валцов. Ремонт износившихся ободьев валцов. Двигатели внутреннего сгорания. Преимущества моторных катков. Кирковщик и получаемая от него экономия. «Индентер» и его применение.

71

Глава VIII. Устройство тротуаров

Необходимость тротуаров. Ширина. Расположение тротуаров. Типы одежд тротуаров. Тротуары из естественных плит. Искусственные плиты. Способ производства плит. Бегонные тротуары, устраиваемые на месте. Тротуары из тармакадама. Клинкерные тротуары. Тротуары из гравия. Асфальтовые тротуары. Тротуары из холодного асфальта. Легкий каток для тротуаров. Сроки службы.

80

Глава IX. Деготь и дегтевые составы

Непостоянство состава сырого дегтя. Сырой деготь и вредность его для водоемов. Применение обезожженного дегтя. Трудность стандартизации дегтя. Деготь для поверхностной обработки. Деготь для тармакадама. Температура дегтя при поверхностной обработке. Влияние вертикальных реторт на свойства дегтя. Смеси с дегтем. Влияние добавок битума и других веществ. Количество добавляемого битума для поверхностной обработки. Поверхностная обработка нового щебеночного шоссе. Ручное распределение. Распределение под действием силы тяжести. Россыпь каменной мелочи. Технические условия для поверхностной обработки. Машины для поверхностной обработки. Машины без давления. Машины с давлением. Специальные машины для россыпи каменной мелочи.

87

Глава X. Поверхностная обработка битумом

Преимущества битума. Значение чистой поверхности. Методы применения. Распределители для битума. Битум, пригодный для распределения обыкновенным дегтевым распределителем. Технические условия на битум Стандарт

103

Глава XI. Дегтевые и битумные эмульсии

Сущность эмульсий. Производство эмульсий. Поверхностная обработка. Метод пропитывания. Значение плотности минерального материала. Цены и расход материалов. Специальное оборудование для производства работ с эмульсиями. Распределение эмульсии машинами действующими силой тяжести.

107

Глава XII. Другие связующие вещества «неорганические и органические»

Инструкция на устройство одежды «Рокмак». Технические условия на устройство одежды с применением глютрина. Новое шведское связующее вещество. Инструкция на обработку одежды сульфитным щелоком.

117

Глава XIII. Одежды по способу смешения «тармакадам»

Качества минерального материала. Вязкость камня и ее связь с укаткой. Значение отсутствия пустот в коре. Связующее вещество и его сродство с минеральным материалом. Значение исследовательской работы над связующими веществами и минеральными материалами. Температура. Смесительные машины для тармакадама. Современный процесс производства тармакадама. Стоимость тармакадама.

Принципы современных тармакададных машин. Многочисленность факторов, влияющих на производительность машин. Улучшение дегтя при помощи битума. Шлаковый тармакада. Метод производства. Технические условия на устройство одежд из тармакадама.

122

Глава XIV. Битуниная одежда по способу пропитывания

Проникание (пропитывание)—неправильный термин. Последствия, вызываемые неполным уплотнением. Роль битума. Распределение битума. Простота оборудования. Применение заполнителя. Технические условия для пропитывания. Специальные машины для распределения битума. Машины системы Дисвистон. Расход горючего.

142

Глава XV. Асфальт

Необходимость специальных знаний. Требования к основанию при устройстве асфальтовых одежд. Битум и его определение. Происхождение асфальта. Различные гипотезы происхождения битума. Превращение нефти. Разнообразие состава сырой нефти. Перегонка. Переработка сырой нефти на битум. Природный асфальт. Тринидадский битум. Разжижающие масла для битума. Определение количества пустот расчетным способом. Приборы для определения пустот опытным путем. Пример расчета количества битума. Испытания битума. Пригодность битума для одежд всех видов. Группы минеральных материалов, применяемых в асфальтовых бетонах. Взаимная заклинка частиц минерального материала и механическая устойчивость. Песок является скелетом асфальтового раствора. Строго теоретический подбор фракций песка на практике неосуществим. Практическое использование местных источников камня. Мелкий материал и теоретические пропорции. Тщательный подбор обеспечивает устойчивость. Пределы крупного материала. Типичные асфальтовые смеси для дорог. Технические условия для асфальтового бетона. Технические условия для асфальтового раствора на нижнем слое из асфальтового бетона. Прессованный асфальт. Необходимость тщательного подбора и смешения. Необходимость бетонного основания. Асфальтовая мастика и литой асфальт. Добавка мелкого минерального материала. Производство работ. Буксование на асфальтовых одеждах. Примеры технических условий. Стоимость. Машины для асфальтовых работ. Требования к машинам. Простота механизма. Технические условия для асфальто-бетонных установок.

149

Глава XVI. Холодные асфальты

Холодные асфальтовые одежды могут устраиваться в сырую погоду. Отсутствие нагревания. Большое содержание каменного материала. Метод устройства. Стоимость одежды. Отсутствие надобности в ежегодной поверхностной обработке. Быстрота работы и большая производительность. Одежда из дамман-асфальта. Дамман-асфальт для сухой пропитки. Необходимость дальнейших исследовательских работ.

198

Глава XVII. Цемент и бетон

Производство портландцемента. Стандартные британские технические условия для портландцемента. Бетонные смеси. Сопротивление износу зависит от количества цемента и воды. Прочность бетона и связь ее со свойствами минерального материала. Вода для бетона. Наибольшая прочность бетона получается при правильной пропорции воды. Выбор и испытание песка. Пропорции материалов. Необходимость подбора минерального материала по гранулометрическому составу. Определение количества пустот. Уменьшение количества пустот понижает стоимость. Таблицы количества материалов. Испытание на спływ. Тех-

нические условия для двуслойной бетонной дороги. Материалы для заполнения швов. Быстротвердеющие цементы. Плавильный цемент. Плавильный цемент и работа зимой. Быстрота постройки. Бетон с применением плавильного цемента. Способ производства работ. Устройство бетонной дороги методом пропитывания с применением портландцемента. Инструменты и оборудование. Бетономешалки. Сравнение стоимости машинного и ручного смешения. Готовые бетонные шашки для одежды. Новый американский метод производства бетона.

204

Глава XVIII. Арматура для железобетонных дорожных одежд и оснований

Цели закладки арматуры. Пригодность железобетона для оснований. Проектирование арматуры. Применение двойной или одиночной арматуры. Железо с большим или с малым сопротивлением на разрыв. Двойная арматура. Одиночная арматура. Применение готовой арматуры. Таблица моментов сопротивления.

241

Глава XIX. Каменные усовершенствованные мостовые

Большие сроки службы этих мостовых. Высокая первоначальная стоимость оправдывается. Недостатки каменных мостовых. Размеры и форма шашек. Вес шашек и связь его со стоимостью. Способы укладки шашек. Специальный битумный заполняющий материал для швов. Жесткость и способность к раскалыванию. Шашки типа «Ниджед». Мостовая «Дюракс». Шашки из песчаника. Механическое трамбование мостовой. Сравнение производительности ручного и машинного трамбования. Сравнение стоимости ручного и машинного трамбования.

252

Глава XX. Торцовые мостовые

Преимущества мягких пород. Препятствия к распространению торцовых мостовых. Передача на основание ударов от проезда. Железобетонное основание—капитальное вложение. Способ получения водонепроницаемой одежды. Битуминозный состав для заливки швов. Технические условия на укладку шашек по методу «Формосек». Приблизительная стоимость торцовой мостовой в городе. Технические условия на устройство торцовой мостовой. Содержание и срок службы.

259

Глава XXI. Клинкерные мостовые

Преимущества клинкерных мостовых. Испытания клинкера. Факторы, играющие роль при выборе клинкера. Исследования службы клинкерной мостовой уменьшенной толщины. Сопротивление раскалыванию. Ограничение количества заполняющего материала для швов. Тонкая клинкерная мостовая экономична. Клинкерные мостовые в Голландии. Метод укладки, применяемый во Франции.

266

Глава XXII. Резиновые мостовые

Резина—идеальный материал для мостовых. Физико-механическая характеристика резины. Содержание резиновых мостовых. Первые опытные работы. Последующие опыты. Типы резиновых шашек и методы их укладки. Опытные работы в САСШ. Современные городские условия требуют мостовой, способной поглощать удары.

273

Глава XXIII. Механический транспорт на службе дорожного строительства

Паровые грузовики. Специальные условия паровых грузовиков. Снабжение водой. Топливо и его отношение к километражу. Бензиновые грузовики. Оборудование грузовиков. Прицепы. Преимущества самосвалов. Шоферы и необходимые для них знания. Ответственность шоферов. Журнал работы шофера. Езда в один след. Производство перевозок паровыми и бензиновыми грузовиками. Сравнение

стоимости перевозок паровыми и бензиновыми грузовиками. Грузовики с обогревом кузова. Грузовик с низким кузовом. Пятнадцатитонная восьмиколенная машина. Прочный шестиколенный грузовик. Два типа самосвалов. Трактор в дорожных работах. Формула для расчета тягового усилия. Таблица величин сопротивления движению.

279

Глава XXIV. Технические условия, характерные для современного дорожно-городского строительства.

288

ОТ РЕДАКЦИИ

Переводные книги редко удовлетворяют полностью читателя, так как дают изображение не тех природных условий, в которых находится читатель такой книги, а иных. Благодаря этому обстоятельству в настоящей книге мы находим описание некоторых методов, которые не вполне приложимы в данное время к дорожным условиям Союза ССР, например устройство железобетонных одежд и оснований, резиновых мостовых, внутренних дренажей и пр. Наоборот вопросы, живо интересующие нас в данном этапе развития нашего дорожного дела, иногда лишь кратко отмечены как уже пройденные и разрешенные в заграничной практике.

Тем не менее полезное значение этой книги по мнению подписавшегося заключается в том, что она расширяет кругозор дорожников, работающих в области постройки усовершенствованных дорог и улиц, и дает ценные идеи, которые зачастую отличаются оригинальностью и новизной и во многих случаях могут быть с успехом применены в наших условиях и в данное время, конечно, в соответствующем измененном виде.

Книга написана двумя хорошо известными в Англии производственными инженерами, и поэтому в ней преобладает производственная точка зрения с внимательным учетом экономических факторов, тогда как научно-исследовательской точке зрения отведено второе место. Из трех основных дорожных задач, соответствующих трем схематизированным дорожным вопросам: где, из чего и как построить дорогу, первая задача—дорожные изыскания—в книге не затрагивается; вторая—материалы, типы одежд и методы работ и третья—оборудование для работ—разрешаются в применении к усовершенствованным дорогам разнообразных типов, не затрагивая дорог низкой стоимости.

Труд не представляет систематического изложения основ дорожного дела и не может заменить курса; он предназначен для лиц, уже знакомых с курсом. Цены на работы, материалы и оборудование, разумеется, не имеют для наших читателей абсолютного значения, а дают лишь возможность экономического сравнения отдельных методов работ и типов одежд.

Английские меры переведены в метрические, причем английские оставлены в тексте с заключением их в скобки.

Проф. К. Куприянов.



Фиг. 1. Остаток древне-римской дороги в Англии. Обращается внимание на сохранившиеся колен.

ГЛАВА I

ОСНОВАНИЯ

При рассмотрении принципов постройки дорог, как и при строительстве всяких сооружений, первый возникающий перед инженером вопрос — это вопрос о фундаменте сооружения, который в приложении к дороге носит названия основания.¹

Предварительные исследования. Устройство основания является столь важным фактором дорожного строительства, что до приступа к работам не следует жалеть ни времени, ни труда на производство предварительных исследований в этом направлении. Проект дороги должен быть разработан лишь после тщательного рассмотрения всех местных геофизических, а также экономических условий, влияющих на предполагаемую постройку. Каков бы ни был избран тип одежды и как бы она ни была хороша, она не сможет успешно выполнять свое назначение и окажется совершенно неэкономичной, если основание будет ненадежно и не будут предварительно произведены необходимые работы по водоотводу.

Прочное основание с хорошим водоотводом является столь важным фактором в дорожном строительстве, что перед тем как приступить к рассмотрению вопросов, касающихся материалов для постройки одежды или механического оборудования для работ, необходимо рассмотреть вопрос основания, почему в первой главе и сделан общий краткий обзор этого вопроса.

Назначение основания. Назначение основания дороги заключается в равномерном распределении на подстилающий грунт давления нагрузки от проезда.

Факторы, влияющие на выбор типа. При определении типа предполагаемого основания должны быть приняты во внимание многие факторы. Главнейшими из них является первоначальная стоимость, которая тесно связана с будущим ремонтным содержанием дороги, затем свойства грунта, водоотвод, преобладание тех или других местных материалов, размер и характер проезда.

Соппротивление подстилающего грунта. При разрешении экономического вопроса основной задачей является выяснение природы подстилающего грунта, с которым придется иметь дело, и установление степени его сопротивления. Если подстилающий грунт обладает большим сопротивлением, то толщина основания может быть значительно уменьшена и следовательно может быть построено основание более дешевого типа. Плотный и толстый слой гравия сам по себе является прочным

¹ Отмечается следующее различие в терминологии: дорога состоит из трех элементов: одежда, основание и подстилающий грунт. Части, аналогичные этим трем элементам в сооружении, называются соответственно: видимая часть, фундамент и основание.

основанием, и перед устройством одежды он требует только выравнивания и укатки, даже в том случае, если ему предстоит выдержать быстрое движение и тяжелые нагрузки. Такой грунт может выдержать не подаваясь давление от 3 до 6 кг/см² (3—6 тонн на кв. фут) и очевидно не требует устройства какого-либо другого особо прочного основания, как железобетона. Тем не менее естественно должны быть приняты меры для обеспечения постоянства сопротивления грунта посредством соответствующего водоотвода.

Грунты. Из встречающихся в Англии грунтов наиболее подходящим для постройки дороги является крупный, плотный, песчаный гравий, благодаря соединению в нем вязкости и водопроницаемости с природными высокими качествами в отношении легкости осушения.

Следующее место занимают мелкий гравий и острогранный песок, при условии, если его слой будет достаточно толст для распределения давления нагрузки на большую площадь и если он не будет служить водоносным слоем.

Мел подвержен значительным изменениям, но в сухом состоянии представляет собой прочный и твердый материал. Его поверхность может быть срезана при сравнительно небольших затратах по поперечному скату и продольному профилю предполагаемой дороги, что обеспечивает одинаковую толщину слоя материала основания. Однако во влажном состоянии сопротивление мела меньше сопротивления мокрой глины. Этот вид грунта обладает исключительной водопоглощательной способностью и при большом содержании влаги становится совершенно пластичным. Его качества в отношении легкости осушения очень высоки.

Скалистый грунт был бы идеальным, если бы его использование не было сопряжено с большими расходами. Слой скалы редко бывают расположены по линии дороги, часто попадаются трещины и выемки со слабыми материалами, что требует производства дополнительного водоотвода, выборки слабых мест и заполнения их прочными грунтами, после чего неизбежно происходит неравномерная осадка; кроме того, в случае надобности в какой-либо выемке или срезке сильно повышается стоимость работ.

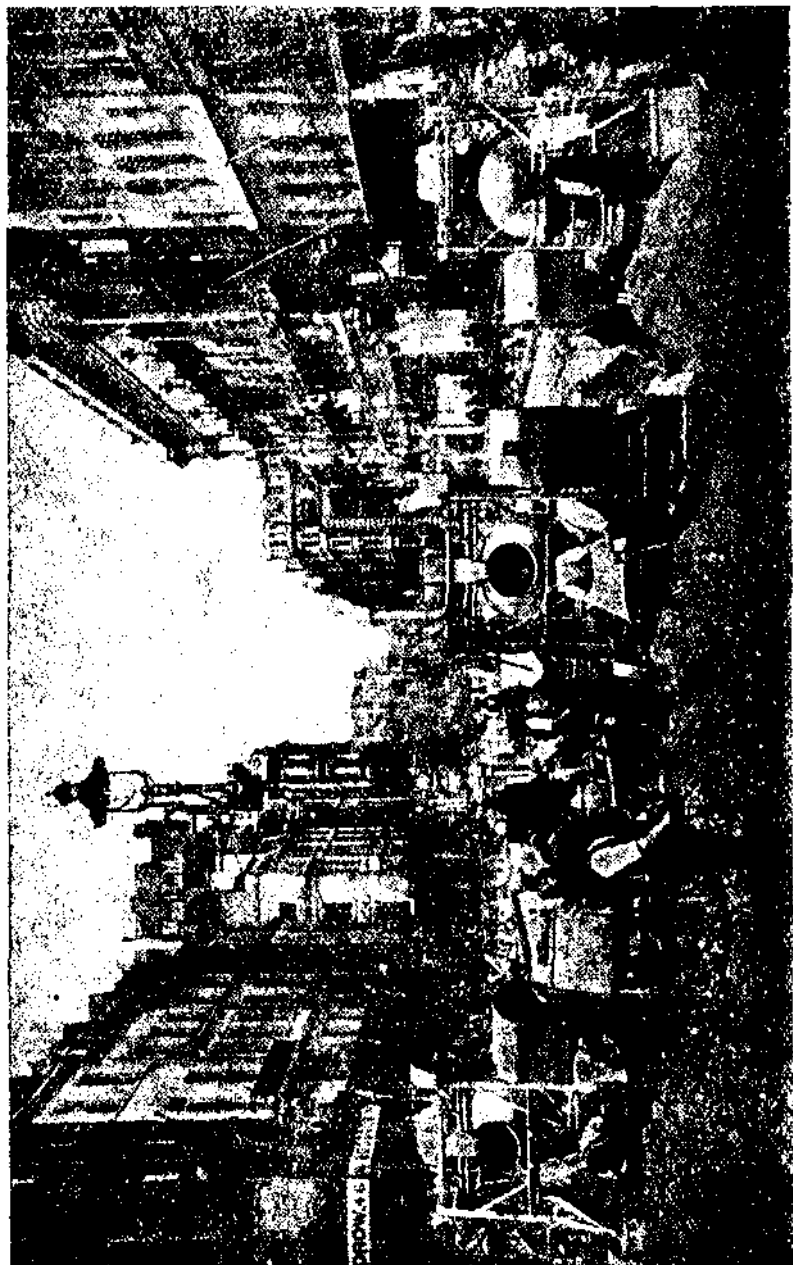
Гумусовые, мергелистые, глинистые почво-грунты являются плохими; их большая водопоглощательная способность, сжимаемость и непостоянство объема являются чрезвычайно вредными свойствами для использования этих грунтов.

Болотный и торфяной грунты самые плохие виды грунта, и устройство дороги на этих грунтах требует больших расходов и труда.

Осушка подстилающего грунта и влияние ее на сопротивление. Осушка подстилающего грунта, являющаяся одним из наиболее важных факторов дорожного строительства и в значительной степени влияющая на стоимость будущего ремонтного содержания, зависит от свойств грунта. Сопротивление подстилающего грунта или его способность выдерживать нагрузку, не поддаваясь значительно, обыкновенно зависит от его способности удерживать воду и изменяется в связи с содержанием в нем влаги. Продолжительность службы дороги зависит от степени постоянства сопротивления грунта при всех условиях.

Осушка грунта должна служить не только для отвода всякой уже проникшей в него воды, но и для предотвращения возможности проникновения воды в грунт.

Вода проникает в грунт посредством просачивания сверху и с боков и вследствие гигроскопичности. В некоторых грунтах она



Фиг. 2. Улица Пикадилли-Стрит в Лондоне, называемая англичанами «Международной». Перестройка старой одежды с заменой ее торцовой мостовой на железобетонное основание.

появляется благодаря постоянной капиллярности снизу. Применяемые обыкновенно предохранительные меры заключаются в устройстве продольных закрытых дренажей по обеим сторонам дороги, к которым

присоединяются поперечные дренажи, помещаемые под дорожной одеждой.¹ Уровень дренажей зависит от расположения мест выпуска воды и от уклона подлежащего дренированию слоя грунта. Количества поперечных дренажей и расстояния между ними определяются характером грунта, топографией места и местонахождением ключей.

Устройство осушки в грунтах, обладающих большой капиллярностью, требует большого внимания. В некоторых грунтах вода поднимается со значительной глубины, и в таких случаях необходимо вынуть грунт под будущей одеждой и заменить его толстым слоем крупнозернистого гравия, шлака и т. п.

Недостатки водоотвода посредством дорожных канав. Отрицательные стороны осушки дороги посредством открытых канав заключаются в том, что вода может проникать в подстилающий грунт с обочин, при стоке по обочине, а также вследствие капиллярности, если в канаве стоит вода. Там, где применяется этот способ водоотвода, поверхность обочин должна быть обработана со скатом к канаве; но все же насколько возможно следует открытые канавы заменять закрытым дренажом¹. Глубокие открытые канавы не должны устраиваться слишком близко от края дороги, так как при этом ослабляется боковая устойчивость обочины.

Слабые подстилающие грунты. При мергелистых, глинистых, гумусовых грунтах и пр. дорога прокладывается на насыпи и продольные дренажи должны быть расположены у ее подошвы. Это изолирование полосы подстилающего грунта, несущей дорожную одежду, делается в целях сохранения возможного постоянства сопротивления подстилающего грунта. В этих грунтах скорость движения воды очень незначительна, но их поглощательная способность очень велика.

Значение стабилизации грунта. Так как та или другая степень стабилизации грунта сильно влияет на толщину основания, то весьма желательно, чтобы водоосушительные работы были произведены до устройства самого основания, для того чтобы грунт имел возможность просохнуть в течение возможно большего срока до начала работ по сооружению самой дороги.

Разрушения вследствие слабости основания. После тщательного исследования грунта и способов дренирования должен быть решен вопрос о типе предполагаемого основания. В связи с этим необходимо проследить причины разрушения одежд, наиболее часто встречающиеся на дорогах, предназначенных для современного транспорта. Одной из главных причин просадки одежды является отсутствие достаточного сопротивления боковым силам. Усилия, развивающиеся от современного проезда, требуют для предотвращения «разъезжания» основания в сторону наименьшего сопротивления применения какого-либо вида бокового углубленного упора или увеличения ширины самого основания. Вызываемые проездом напряжения, наиболее сильные в месте ударов от колес, повидимому приобретают горизонтальное направление и распространяются как рябь на поверхности воды. Так как по краям дороги сопротивление меньше, то это распространение приобретает более поперечное, чем продольное направление. Благодаря наличию поперечного ската дороги наружные колеса повозок нагружены больше, и так

¹ Дренажи этого типа в нашей практике устраиваются лишь в особых случаях—вследствие высокой стоимости их.

как наибольшее движение обыкновенно наблюдается на расстоянии 0,6—0,9 м (2—3') от края дороги, то указанное выше распространение давления в поперечном направлении еще более усиливается и результаты его действия становятся заметны на расхатывании краев одежды и смещении бордюров и кромок.

Распределение давления. Распределение веса проезда меняется в зависимости от типа основания. Угол распределения давления равен приблизительно 45°, вследствие чего на узких дорогах с тяжелым проездом основание должно выступать за линию бордюра или за край одежды, по крайней мере на 30 см (12"); если основание построено по методу Т е л ь ф о р д а, то на слабом грунте общая глубина его должна быть не меньше 45 см (18") для распределения давления на возможно большую площадь.

Данные сопротивляемости различных грунтов. Следующая таблица показывает приблизительное сопротивление грунтов, обычно встречающихся в дорожном строительстве.

Таблица сопротивления грунтов

Название грунта	Приблизительное сопротивление в кг/см ² (тонн/кв. фут)	
Болотистый и торфяной	0—0,22	(0—0,2)
Глинистый, гумусовый, мергелистый	3,3—7,6	(3—7)
Скала	2,2—19,6	(2—18)
Мел	1,1—4,4	(1—4)
Мелкий гравий	4,4—6,5	(4—6)
Мелкий песок	2,2—5,4	(2—5)
Крупный гравий	6,6—8,8	(6—8)

Приведенные выше цифры показывают только приблизительные величины сопротивления перечисленных грунтов. В зависимости от содержания влаги эти величины в отдельных случаях значительно изменяются.

За редкими исключениями любой плотный грунт может выдержать нагрузку самого тяжелого проезда, если содержание в нем влаги регулируется соответственным образом и если поверхность частиц его защищена какой-либо предохранительной пленкой. Постоянство сопротивления грунта достигается обыкновенно при посредстве дренажной системы. Но некоторые грунты настолько задерживают в себе влагу, что обыкновенное дренирование не может удалить лишнюю воду с достаточной быстротой.

Усиление слабых грунтов. В таких случаях, например при некоторых сортах глины, вопрос может быть решен достаточно удовлетворительно путем добавления в грунт крупного песка, фиг. 3, мелкого гравия или измельченного клинкера.¹ Получаемая смесь будет не только менее задерживать влагу, но и обладать значительно большей сопротивляемостью.

Среди инженеров как в Англии, так и за границей, существует мнение, что если грунт обладает слабой сопротивляемостью, то единствен-



Фиг. 3. Грунт, образующий дно земляного ящика, улучшен внесением в него соответствующих добавок.

ным средством повышения ее является увеличение толщины искусственного основания независимо от того, будет ли оно из камня, или же из цементного или асфальтового бетона.

Принципы Мак-Адама. Такое решение нелогично и неэкономично. Повидимому не всем известно учение М а к - А д а м а, хотя установленные им принципы применимы и в настоящее время, несмотря на происшедшие большие перемены в характере проезда.

Ясно, что во многих случаях будет дешевле повысить сопротивляемость грунта посредством примесей к нему и благодаря этому получить возможность устройства, для удовлетворения требованиям проезда, сравнительно тонкого основания, чем примириться со слабой сопротивляемостью грунта и построить сильное основание для распределения давления нагрузки, фиг. 3.

¹ Здесь и в дальнейшем под клинкером разумеются всякие керамические материалы, шлаки котельных топок и пр., обожженные до частичного сплавления, имеющие характер отходов. Лишь в главе XXI идет речь о специально обожженном дорожном клинкере.

Чрезмерная толщина основания. Предполагаемые преимущества сильных оснований, заключающиеся в том, что они как бы образуют мосты над слабыми грунтами, в значительной степени явились причиной чрезмерной толщины всей конструкции основания, и хотя тяжелые, жесткие основания и пользуются большим доверием, тем не менее все же бесспорно установлено, что и их сохранность находится в прямой зависимости от тщательной обработки подстилающего грунта. Если грунт нуждается в какой-либо обработке, то наиболее выгодно довести сопротивление грунта до такого предела, который даст возможность применить наиболее экономичную толщину основания.

Рациональный проект оснований. Рациональный проект основания и должен исходить из того положения, что вес и удары от проезда в конечном результате будут переданы на грунт и что грунт является основной поддерживающей средой. Признание этого факта требует устройства основания, соприкасающегося с грунтом всей своей поверхностью, причем экономичным будет тот проект, который в максимальной степени использует «несущую» способность подстилающего грунта.

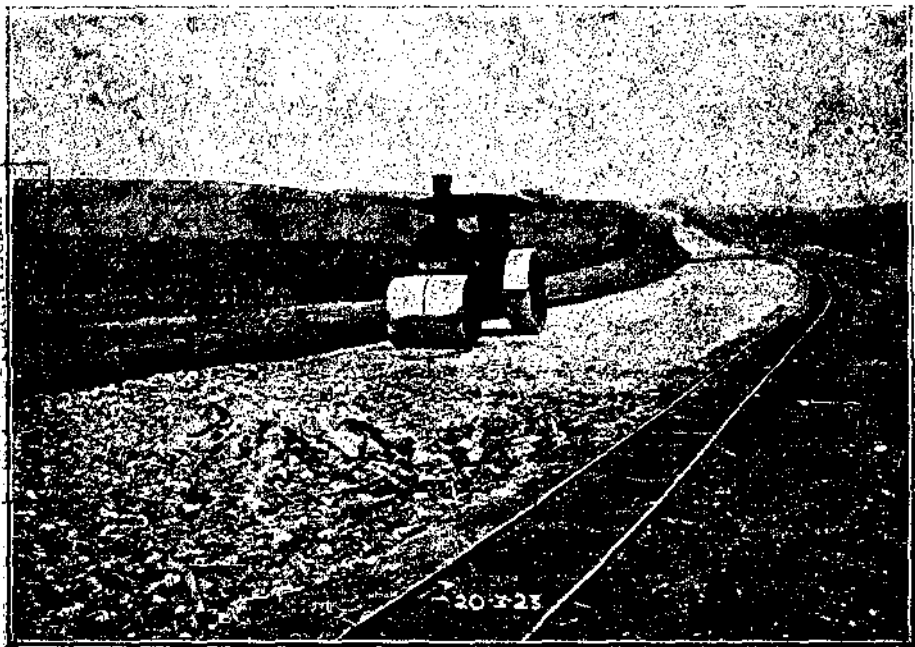
Жесткие основания иногда абсолютно необходимы. От этого принципа все же приходится отказываться при некоторых типах дорожной одежды, требующих для ее прочности жесткого основания. Так например торцовая мостовая должна быть уложена на гладком, ровном бетонном основании, фиг. 2. Прессованный асфальт требует также жесткого бетонного основания; так как он укладывается сравнительно тонким слоем от 35 до 50 мм (1,5—2"), то при упругом основании он был бы склонен к растрескиванию благодаря присущей ему твердости и относительной жесткости. Асфальтовый порошок, идущий для прессованного асфальта, часто считают упругим материалом, но его упругость очень незначительна и он не обладает пластичностью в обычных условиях за исключением мест с высокими температурами климата, редкими для Англии. Эти мало упругие одежды, торцовые мостовые и прессованный асфальт, требуют более жесткого основания, чем упругие одежды, потому что последние, несколько подаваясь под давлением проезда, заставляют упругое основание плотно прилегать к подстилающему грунту и благодаря этому используется максимально возможное сопротивление грунта. Совершенно жесткое основание, как цементный бетон, лишь в отдельных точках соприкасается с подстилающим грунтом и является как бы мостом, перекрывающим слабые, осевшие места грунта.

Нерациональность метода перекрытия слабых мест. Однако при большой поверхности сплошного слабого грунта это перекрытие недостаточно прочно и при большой нагрузке должно последовать повреждение и разрушение этого основания. Это перекрытие действительно лишь над небольшими отдельными местами, например над засыпанными канавами или включениями слабого грунта среди остального плотного грунта.

Типы оснований. В обычной практике Англии применяется три типа оснований, обладающих различной прочностью: 1) основание, построенное по методу Т е л ь ф о р д а, 2) асфальтовый бетон и 3) железобетон. Стоимость является во многих случаях решающим фактором, причем цементный бетон не следует считать универсальным типом, применимым во всех ненадежных местах (для полной надежности он должен быть снабжен двойной арматурой, нижней и верхней). На некоторых грун-

тах и в известных местностях железобетон является прекрасным основанием, но вообще на загородных дорогах он обычно не употребляется за исключением случаев, когда имеются дешевые местные каменные материалы и песок. Во многих случаях, в особенности там, где может быть использовано существующее шоссе, асфальтовый бетон дает прекрасные результаты.

Основание применительно к методу Тельфорда. После придания дну земляного ящика необходимой выпуклости, его поверхность покрывается ровным слоем шлака¹ или клинкера, который укатывается до толщины в 10 см (4"). При устройстве основания по этому методу по обеим сторонам проезжей части дороги устраивают продольные рвы шириной 0,6 м



Фиг. 4. Укатка щебеночного слоя, составляющего верхнюю часть основания по типу Тельфорда.

(2), причем глубина их на 0,15 м (6") больше глубины земляного ящика; в соответствующих местах устраиваются дренажи для отвода воды в продольные дренажи. Продольные рвы заполняются слоем клинкера в 10 см (4") толщиной, затем заполняются прочным камнем или шлаком крупностью 12—23 см (5—9"), укладываемым тычком вручную с хорошей заклинкой; сверху камни выравниваются заполнением пустот мелким щебнем, после чего поверхность камня доводится до требуемого уровня добавочным слоем крупного материала. Эти заполненные камнем канавы образуют усиленные опорные края проезжей части и являются дополнением к первоначальной системе Тельфорда.

На указанный выше слой шлака или клинкера, необходимый как для водоотвода, так и для образования подушки, укладывается камен-

¹ Шлак котельных топок и др. видов.

² Усоверш. дороги

ное основание. Это основание устраивается из прочного минерального материала размерами от 12 до 23 см (5—9"), укладываемого вручную рядами поперек проезжей части дороги, причем каждый камень должен быть плотно уложен плоской стороной книзу и острием вверх; при укладке следует по возможности соблюдать перевязку швов; верхушки камней сбиваются кувалдой, и пустоты расклиниваются щебенкой крупностью от 35 до 75 мм ($1\frac{1}{2}$ —3"), после чего производится укатка паровым катком весом 10—12 т, фиг. 4. Работа производится так же, как и при устройстве обыкновенного шоссе с поливкой водой с употреблением заполняющего материала от 0 до 20 мм ($0\frac{3}{4}$ ") крупностью.

Важное значение размеров материалов. Весьма важно, чтобы камни были уложены вручную и чтобы были использованы каменные материалы разной крупности для достижения возможно меньшего процента пустот. В результате такой работы получают плотное основание из сухого бетона от 23 до 30 см (9—12") толщиной, способное не поддаваясь выдерживать удары и прочие усилия, производимые механическим транспортом. Несколько видоизмененный метод заключается в уширении основания за линию бордюров с закладкой его во всех частях на одинаковой глубине. В виду того, что полное уплотнение получается не сразу после укатки, а лишь после проезда, устроенное основание открывается для движения, каковое продолжается по крайней мере месяц. Лишь после этого приступают к устройству самой одежды. Благодаря неровностям поверхности основания удары и усилия, вызываемые проездом, будут исключительно велики; поэтому если основание выдержит столь тяжелое испытание в течение указанного срока, то почти не приходится сомневаться в том, что и додвно оно будет соответствовать своему назначению после того, как на нем будет устроена одежда с гладкой поверхностью. Все слабые места, которые выявятся за этот срок, должны быть установлены, выяснена причина разрушения их, и негодные части вынуты и заменены новыми.

Необходимость использования старой дорожной одежды. При усовершенствовании старой дороги применимы те же принципы, но при этом необходимо использовать старую кору. Ее никогда не следует ломать. В этом случае допускается более легкий вид постройки нового основания, причем в большинстве случаев считается достаточным новый слой из камня размерами 7,5—12,5 см (3—5"), укатанный до толщины в 7,5 см. В качестве расклинивающего и заполняющего материала пользуются высевками в 20—35 мм ($\frac{3}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ ") и 0—20 мм ($\frac{3}{4}$ ") в пропорции 10 и 15%. Этот метод обыкновенно применяется при устройстве основания под одежду из тармакадама, но большей частью старое основание используется под одежду из асфальтового бетона толщиной 7,5 см. При этом на загородных дорогах проезжая часть может быть уширена за счет обочины путем описанного выше устройства усиленных краевых частей; уширяемые части делаются из камня, цементного бетона (железобетона) или асфальтового бетона.

Бетонное основание. При постройке дорог на грунтах с малой сопротивляемостью при большом грузовом движении и в местностях с дешевым каменным материалом и песком устройство железобетонного основания будет дешевле как по первоначальной стоимости, так и в отношении будущего ремонтного содержания дороги, чем основание по типу Теллфорда.

Значение железобетонного основания. Железобетон прочнее, дешевле и более упруг, чем сплошной бетон. Он прочнее, потому что момент сопротивления в железобетонных сооружениях в три раза больше, чем в сплошном бетоне; дешевле, потому что толщина слоя бетона может быть уменьшена приблизительно на одну треть, и он более упруг, потому что арматура придает ему ту эластичность, которая дает основанию возможность выдерживать без поломок удары и давление тяжелого проезда. Арматура должна быть двойная, верхняя и нижняя, в расстоянии 35 мм ($1\frac{1}{2}$ ") от верхней и соответственно нижней поверхности бетонной плиты.

Почти при всех видах грунта, а в особенности при глине, рекомендуется укладывать слой клинкера¹ толщиной 75 мм в уплотненном виде. Этот клинкерный¹ слой должен быть насыщен водой и должен сохраняться в таком состоянии во время всей работы по устройству бетонного основания.

Перемешивание и укладка бетона. Смесь должна состоять (по объему) из 4 частей щебня вязких сортов крупностью от 6 до 35 мм ($\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ "), 2 частей острогранного песка (без примеси глины) и 1 части цемента. Полученный бетон должен представлять собой смесь с минимумом пустот и в месячном возрасте должен обладать временным сопротивлением сжатию в 160 кг/см². Для достижения положительных результатов необходимо, чтобы приготовление смеси и ее укладка выполнялись под наблюдением опытного лица и чтобы употребляемый материал был абсолютно чист, хорошего качества и однороден. Кроме того необходимо установить тщательное наблюдение за количеством употребляемой воды, так как слишком большое ее содержание значительно уменьшает прочность бетона; воды нужно добавлять такое количество, чтобы полученная смесь была пластична и удобна для работы.

Толщина основания зависит от сопротивляемости грунта. Слой бетона должен иметь однообразную толщину; дну земляного ящика придается соответствующая выпуклость. Как общее правило, для основания достаточна толщина в 15 см (6"), но в сущности вопрос о толщине должен решаться на основании данных проезда (статистических) и сопротивляемости грунта. Бетон должен сохраняться во влажном состоянии, при помощи мокрых мешков и песка, по крайней мере в течение двух недель. Срок службы будущей дороги находится в прямой зависимости от правильного ухода за бетоном, почему этому вопросу необходимо при постройке уделить возможно большее внимание.

Необходимость увеличения площади основания. Края основания должны быть вынесены за линию бордюра по крайней мере на 0,30 м (12") для распределения давления на большую площадь; при этом в проекте должно быть предусмотрено устройство бордюров или повышенных обочин для воспрепятствования прониканию воды с проезжей части на обочины и неизбежной в связи с этим порчей подстилающего грунта, а следовательно и повреждением самого основания.

Некоторые инженеры предпочитают пользоваться железной арматурой (для железобетона), устраиваемой по специальным проектам, несмотря на то, что имеется достаточное количество удовлетворительных типов готовой арматуры (сетки и пр.), использование ко-

¹ Клинкер в трактовке, изложенной на стр. 52.

торых значительно сокращает затрату рабочей силы и не требует при- том постоянного технического надзора. В одной из последних глав этой книги будут рассмотрены наиболее известные способы устройства арматуры и постройки железобетонных одежд и оснований.

Асфальтовый бетон. Употребление асфальтового бетона в Америке распространено в большей степени, чем в Англии, но этот тип осно- вания благодаря достигнутым в этой области успехам становится все более и более популярным и в Англии. Следует отметить, что термин «асфальтовый бетон» употреблялся сначала в слишком широком смысле и под ним разумелся также асфальтовый раствор, состоящий из смеси песка, заполнителя и битума (без каменного материала).

Пластичность асфальтового бетона. Асфальтовый бетон, употреблен- ный в основание, благодаря свойственной ему пластичности способен иметь полное соприкосновение с нижележащей поверхностью, в ча- стности с подстилающим грунтом. Благодаря этому возможна некоторая экономия в проекте, так как нет надобности в устройстве такого жесткого основания, которое бы перекрывало слабые места, имеющиеся в грунте.

Мало упругое основание из цементного бетона должно быть спроек- тировано достаточно основательным или быть настолько снабженным арматурой, чтобы оказаться в состоянии выдерживать, как мост, любое осе- дание, образующееся в грунте. Если бетонная плита основания не бу- дет достаточно прочна, то под ударами и давлением проезда она должна треснуть, а следовательно неизбежно произойдет разрушение основа- ния. Для основания из асфальтового бетона достаточно, чтобы оно было такой толщины, при которой оно бы не раздавилось, причем необходимо, чтобы давление распределялось на такую площадь земляного ящика, которая соответствовала бы сопротивляемости грунта.

Упругость и пластичность асфальтового бетона являются его отли- чительными качествами. Сжатый под ударами проезда материал очень быстро возвращается в первоначальное состояние, и при заделке отдель- ных мест свежий асфальтовый бетон срастается со старым слоем в очень короткий срок.

Состав асфальтового бетона. Асфальтовый бетон для основания представляет собой строительный материал, содержащий точно подоб- ранные фракции минерального материала с максимальной величиной щебенки в 63,5 мм ($2\frac{1}{2}$ "), смешанной с битумом и порошкообразным заполнителем, в нагретом виде, в специальном смесителе. Полученная смесь рассыпается на место и укатывается катками.

Смесь асфальтового бетона, содержащая минеральный материал (ка-мень, шлак, гравий и песок) и битум, может быть изготовлена для осно- вания в следующих пропорциях (по весу):

Материал	Процентное содержание
Минеральный материал, проходящий через грохот с круглыми отвер- стиями в 63,5 мм ($2\frac{1}{2}$ ") и задерживающийся на грохоте с круглыми отвер- стиями в 37 мм ($1\frac{1}{2}$ ")	35—45
То же—проходящий через грохот с отверстиями в 37 мм ($1\frac{1}{2}$ ") и задерживающийся на грохоте с отверстиями в 20 мм ($\frac{3}{4}$ ")	15—25
То же—проходящий через грохот с отверстиями в 20 мм ($\frac{3}{4}$ ") и задерживающийся на грохоте № 10	10—20
То же—проходящий через сито № 10	20—30
Битум	4—9

Минеральные материалы, проходящие через сито № 10, должны соответствовать следующим пропорциям (по весу):

Заполнитель, проходящий через сито № 200	5—10
Песок, проходящий через сито № 80 и задерживающийся на сите № 200	20—25
Песок, проходящий через сито № 40 и задерживающийся на сите № 80	3—45
Песок, проходящий через сито № 10 и задерживающийся на сите № 40	20—30

Эти технические условия, данные областным дорожным инженером в Фресно в Калифорнии (*County surveyor of Fresno California*), относятся к толщине в плотном теле в 8,7 см ($3\frac{1}{2}$ "'). Употребляемый там минеральный материал помещался в четырех бункерах и был взят в следующих пропорциях (в кг).

Бункер № 1 204 (450 фнт.)

" " 2 91 (200 фнт.)

" " 3 45 (100 фнт.)

" " 4 113 (250 фнт.)

Вязкость битума. На это количество минерального материала битума бралось 20 кг (45 фнт.) с прониканием 45 (стандартная игла № 2). Тягучесть битума не была ниже 100 см при стандартных условиях испытания. Тот факт, что для этого случая был употреблен битум с указанным прониканием, не является указанием на то, что такой битум всегда желателен. Необходимая степень вязкости битума может быть установлена только после тщательного изучения климатических условий местности, в которой предполагается использовать материал.

Необходимость тщательного взвешивания материалов. Все минеральные материалы, входящие в смесь, должны быть точно отмерены, причем битум, предварительно испытанный, должен быть взвешен отдельно от минеральных материалов.

Температура. Перед засыпкой в мешалку минеральный материал следует нагреть до температуры 150—200° (300—400° Ф). Температура битума при выливании в мешалку должна быть не ниже 90° (200° Ф) и не выше 150° (300° Ф). В процессе расплавления его температура не должна превышать 160° (325° Ф).

Россыпь и укатка смеси. Смесь рассыпается в горячем состоянии лопатами с соблюдением требуемого поперечного ската и укатывается катком в 10—12 тонн до полного уплотнения, после чего никакое дальнейшее уплотнение катком невозможно. Движение должно быть открыто тотчас, как только остынет бетон, так как проезд значительно способствует дальнейшему уплотнению. Слабые места, появляющиеся в течение этого первого периода движения, могут быть исправлены до производства поверхностной обработки слоя.

В виду того, что для изготовления нужной смеси асфальтового бетона и для укладки ее требуются значительные знания и опыт, целесообразно поручать эту работу лицам специально работающим в этой области.

В отделе этой книги, посвященном асфальтовым одеждам, будут более подробно рассмотрены различные методы, применяемые для укладки этого материала.¹

Основные принципы устройства основания. После краткого обзора главнейших видов оснований и методов постройки их, можно принципы, относящиеся к основаниям, свести к следующим.

1) Важное значение имеет придание подстилающему грунту необходимой стабилизации.

2) Устройство основания будет тем дешевле, чем выше сопротивление подстилающего грунта.

3) Назначение основания—принять и распределить на грунт давление от грузов проезда, а не сопротивляться непосредственному износу от проезда.

4) Основания не должны быть слишком жестки. Разрушительное действие ударов от проезда увеличивается соответственно жесткости основания.

5) На основания не следует смотреть как на мосты. Желательно полное соприкосновение оснований с грунтом во всех точках.

6) Насколько возможно, следует сохранять старые основания.

¹ Вышеприведенные данные помещены здесь в виду значения асфальтового бетона как хорошего материала для основания.

ГЛАВА II

РАЗРАБОТКА ВЫЕМОК

При постройке новейших дорог в Англии широко применяются специальные методы производства подготовительных работ, которые в прежнее время очень редко применялись английскими дорожными инженерами. Эти методы, впервые применяемые в большом масштабе, принесли с собой употребление инструментов и машинного оборудования различных, совершенно новых типов.



Фиг. 5. Начало расчистки по трассе новой дороги.

Большие работы по устройству выемок сравнительно недавно производятся в Англии. До разработки выемок и устройства насыпей необходимо подготовить и расчистить местность, что часто связано с рубкой крупного леса и удалением кустарника, фиг. 5.

Для рубки крупного леса обыкновенно применяются поперечная пила и канадский топор вместе с оборудованием для корчевки пней.

Рубка леса. Стоимость рубки представляет собой переменную величину, которая должна быть установлена по выяснении местных условий; обыкновенно при достаточно густом лесу от 22 до 30 см (от 9

до 12") в комле и крупном кустарнике стоимость составляет 475—830 руб. за 1 га (20—35 фунтов за акр).¹

Следующая таблица, основанная на данных Бланчарда² и согласованная с результатами английской практики, дает величины в процентах стоимости отдельных операций рубки.

Рубка и резка	12
Корчевание и очистка	10
Взрывание или удаление другим способом пней, корней и т. д.	45
Вязка	5
Уборка, возка и т. д.	20
Инструменты и т. п.	5
Накладные расходы и пр.	3
	100%

Выгоды применения вспашки грунта. По окончании рубки приступают к разработке выемок специальными машинами, причем, как показал опыт, выгодно производить предварительную вспашку обыкновенным плугом с конной, фиг. 6, или тракторной тягой, с удалением разработанной земли при помощи механических лопат (скреперов) и других машин.



Для небольших (планировочных) работ вручную лопаты и кирки являются и сейчас основными инструментами, вместе с ломami для работы в плотном или глинистом грунте и тачками для перемещения вынутаго грунта.

Дальность возки для тачек и предельные подъемы. Допустимый предельный подъем для тачек обыкновенно считается равным 3—3,5%. При обыкновенной разработке выемок тачки перевозятся по доскам, которые не должны быть размерами не меньше чем 27×5 см (11"×2"). Преимущество

Фиг. 6. Вспашка целины после расчистки трассы перед пуском скреперов (лопат).

перевозки по доскам в сравнении с перевозкой по земле выражается в том, что нагрузка тачки может быть увеличена на одну треть, причем при нормальных условиях перевозка вручную считается более экономичной, чем конная для расстояния до 100 м (до 100 ярдов.)

Тачка должна состоять из дубовой рамы с боками из вяза, причем нижняя часть рамы скрепляется стяжными болтами в 10 мм (3/8").

Недавно выпущенная тачка Аллен на гусеничном ходу обещает удовлетворить часто встречающуюся во время разработки выемок потребность в перевозке тачек по мягкому грунту, фиг. 7.

¹ Принимая 1 фунт стерлингов 9 руб. 60 коп. в переводе на наши деньги.

² См. справочник Бланчард, Highway Engineers Handbook.

Экскаваторы. Паровая лопата является машиной, которой в значительно большей степени пользуются американские, чем английские инженеры. Наиболее подходящим типом для работы по постройке дороги в среднем грунте является машина не слишком тяжелой конструкции, но быстро действующая, легко передвигающаяся и с полным поворотом стрелы по окружности.

Преимущества гусеничного хода. Снабжение экскаваторов гусеничным ходом является крупным усовершенствованием с точки зрения легкости передвижения по



Фиг. 7. Гусеничная тачка, не нуждающаяся в досках для передвижения по ним. Обращается внимание на легкость, с которой она движется по плохому грунту.

сравнению со старым рельсовым типом, в особенности там, где разрабатывается неглубокая выемка и требуются частые перемещения машины; при глубокой выемке, когда машина сравнительно долго остается на одном месте, рельсовый путь считается наиболее экономичным. Фиг. 8 показывает, какую работу может производить экскаватор № 10 системы Рустон, а приводимые ниже величины (в м) дают числовую характеристику этого типа.

Возможная глубина выемки ¹	7,9 (26')
Максимальная ширина выемки по верху	19,2 (63')
» » » » низу	12,8 (42')
Минимальная » » » с откосами 1:1	4,6 (15'3")
Максимальный радиус выгрузки	8,5 (28')
Минимальный » » »	5,8 (19')
Длина хвоста черпака	2,4 (8')
» стрелы крана	8,8 (29')
Рабочий радиус крана	7,0 (23')

Что касается производительности экскаватора, то можно принять, что при черпачке емкостью в 1,1 м³ (1¹/₂ куб. ярда), работающем полные восемь часов в день в обыкновенном грунте, может быть вынуто приблизительно от 330 до 375 м³ (450—500 куб. ярдов) грунта; в сланцах или глине—приблизительно 300 м³ (400 куб. ярдов); в очень твердом каменистом грунте—приблизительно 225 м³ (300 куб. ярдов).² Обыкновенно требуется пять человек для работы при этой машине, фиг. 9.

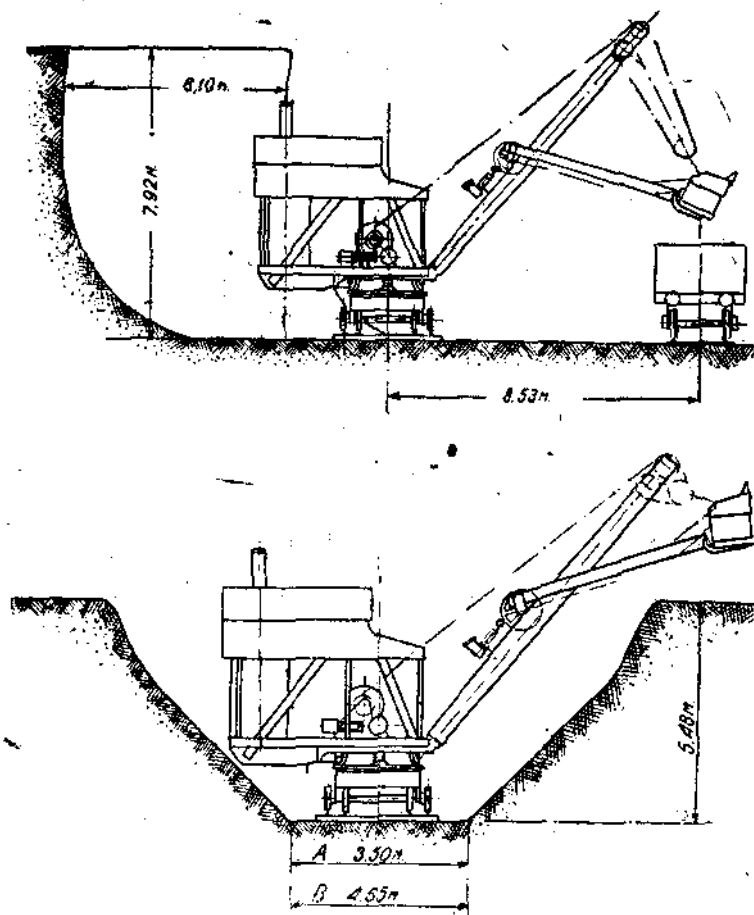
Пневматические лопаты. Весьма ценным орудием, в особенности для отделки откосов или уступов в глубоких выемках, являются лопаты, работающие при помощи сжатого воздуха.

От передвижного компрессора типа Инджерсол-Ранд 20 × 15 см (8" × 6") могут работать 6 или 8 лопат, причем установлено,

¹ Могушая быть разработанной при данном уровне рельсового пути экскаватора.

² См. также *Kempes Engineer's Year book*.

что в глине или твердом грунте одна лопата выполняет работу приблизительно трех человек (работа в выемке), давая таким образом значительную экономию времени и средств. Завод дает следующие величины для пневматической работы по устройству канализационного коллектора:



Фиг. 8. Схемы, показывающие, какую работу может производить экскаватор № 10 системы Рустон.

Работа вручную

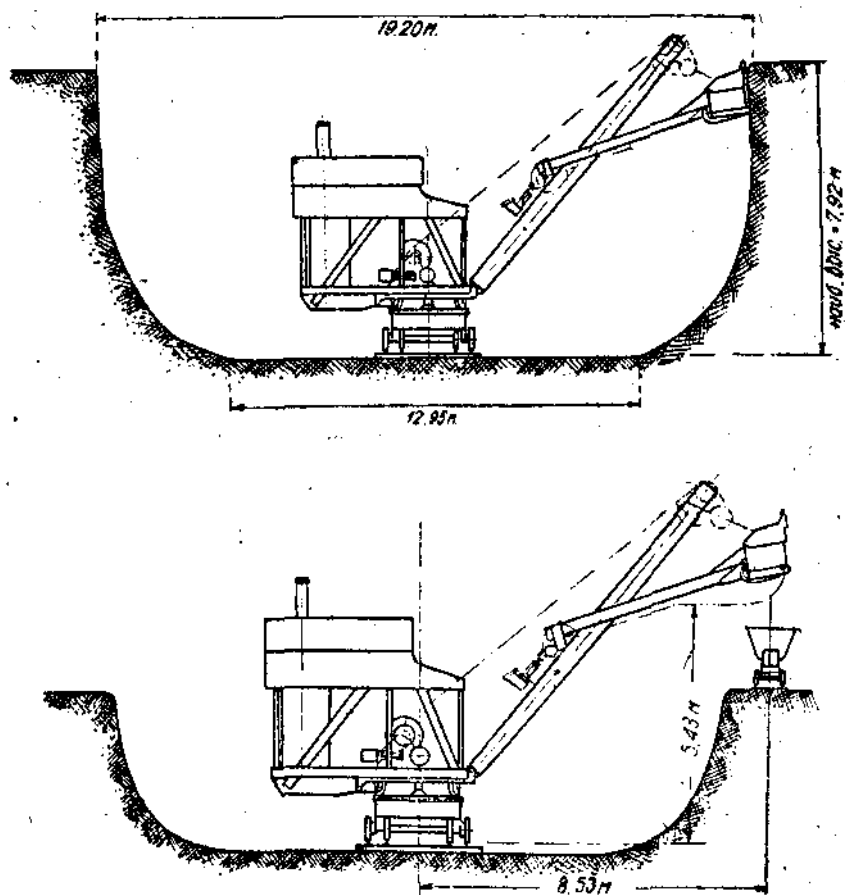
Производительность

Шесть человек кирками при 8-часовой работе в день могут разработать	22,5 м³ (30 куб. ярдов)
Средняя производительность на 1 человека	3,75 м³ (5 » »)

Пневматическая разработка

Шесть человек пневматическими лопатами в плотной глине при 8-часовой работе в день могут разработать . .	50 м³ (66 » »)
Средняя производительность на чел.	8,25 м³ (11 » »)
Повышение производительности при пневматических лопатах на человека в день	4,5 м³ (6 » »)

При производстве работ по перестройке одежды городских улиц пневматические лопы являются в настоящее время общепотребительными, вследствие быстроты взломки ими старых оснований и экономичности как в отношении стоимости самой работы, так и краткости периода закрытия проезда.



Фиг. 8. Схемы, показывающие, какую работу может производить экскаватор № 10 системы Рустон.

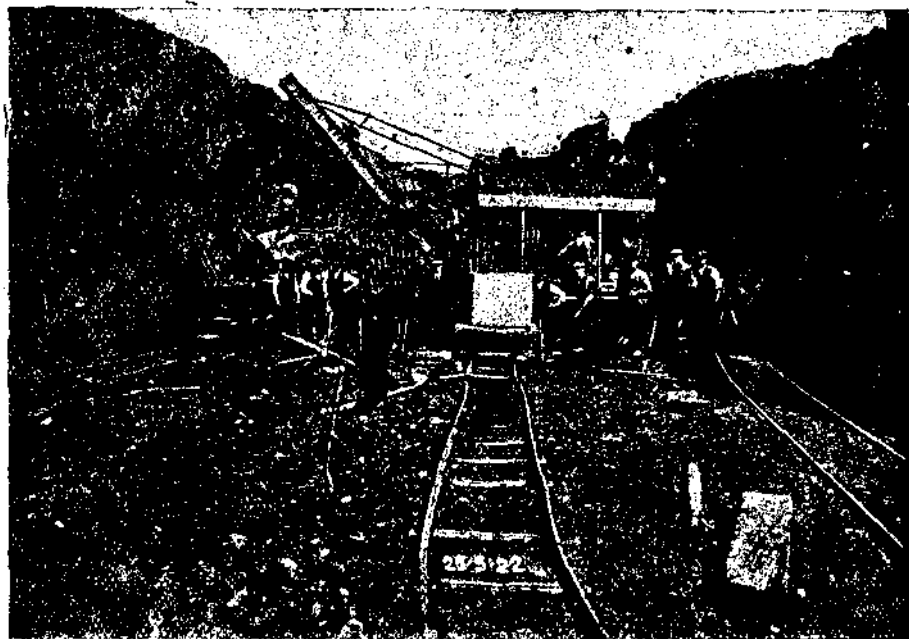
Компрессорные установки. Заводы строят компрессоры различных типов; компактной и мощной передвижной машиной является модель, в которой двигатель и компрессор составляют одно целое, что отличает эту машину от обычных типов.

Для этой цели применяется четырехцилиндровый быстроходный керосиновый двигатель, причем два цилиндра используются как источник движущей силы, а два других—для сжатия воздуха фиг. 10, 11 и 12. Все смонтировано на одной повозке, легко передвигающейся.

Данные стоимости работ, полученные на различных работах, показывают, что при пневматической разработке получается экономия

в $\frac{2}{3}$ стоимости ручной работы; экономия во времени еще значительнее и составляет около четверти времени, необходимого для работы исключительно вручную; экономия во времени при вышеназванной работе имеет очень большое значение, не укладывающееся в рамки простого расчета.

Универсальная машина для земляных работ. Весьма полезной машиной для разработки неглубоких выемок и устройства канав является



Фиг. 9. Паровая лопата, разрабатывающая глубокую выемку при постройке новой дороги.

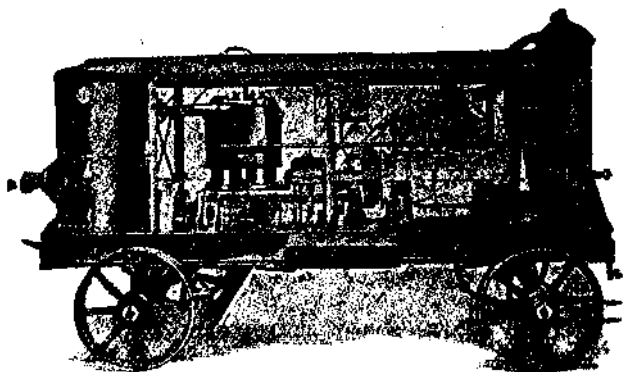
универсальная машина системы Пристен. Эта машина выполняет ряд различных функций и может работать в качестве грейдера для перемещения земли, камня, гравия и т. п., как землечерпалка для очистки русел водных потоков и как копер для забивки свай при постройке мостов. Источником силы может быть пар, нефть или электричество, но обыкновенно машина снабжается керосиновым двигателем. Она может передвигаться по неровному и мягкому грунту. Общий вес машины приблизительно 15 т.

Керосиновые тракторы. Для перемещения вынутого грунта с автоматической разгрузкой его, при устройстве насыпей, или в целях его удаления в связи с постройкой новых дорог, придерживаются того мнения, что керосиновый трактор на узкоколейном рельсовом пути с опрокидывающимися с конца и боков вагонами, является самым экономичным при работах среднего объема, фиг. 13. При производстве работы более крупного масштаба предпочтительны паровые двигатели с большими опрокидывающимися деревянными платформами, так как при этом сразу может быть перевезено большое количество материала и большие плат-

формы могут быть удобнее наполнены черпаком механической лопаты; опытный машинист обыкновенно делает это в один прием, фактически не останавливая машины.

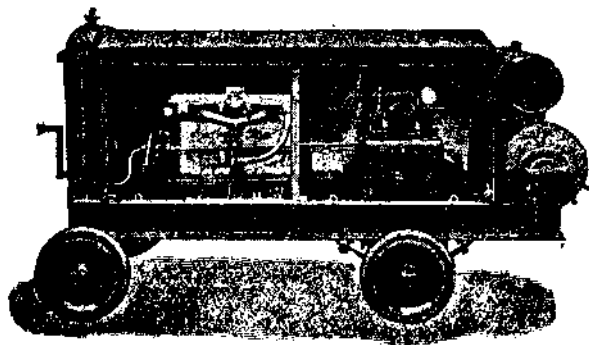
Опрокидывающиеся платформы. Для больших работ эти обычно применяемые платформы имеют невысокие борта, высотой 37,5 см (15") при емкости 1,9 м³ (2¹/₂ куб. ярда) и построены из досок толщиной 37 мм (1¹/₂"). Вес рельсов для работы такого типа обыкновенно 12,5 — 15 кг в одном погонном метре (25—30 фнт. в 1 ярде).

Керосиновый трактор в 20 л. с., при средних условиях работы, вследствие нижеуказанных его свойств считается вполне экономичной машиной. Прежде всего имеет значение лег-



Фиг. 10. Передвижной компрессор с керосиновым двигателем. Пригоден для работы на нефти и от электромотора. (Устройство выемок в тяжелых грунтах взломка бетонного основания и пр.).

кость пуска его в ход, требующая очень мало времени, значительно меньше, чем требуется на поднятие лара в паровозе; далее имеет значение тот факт, что обыкновенно доставка горючего для него легче, чем угля; затем для него требуется очень небольшое количество воды,

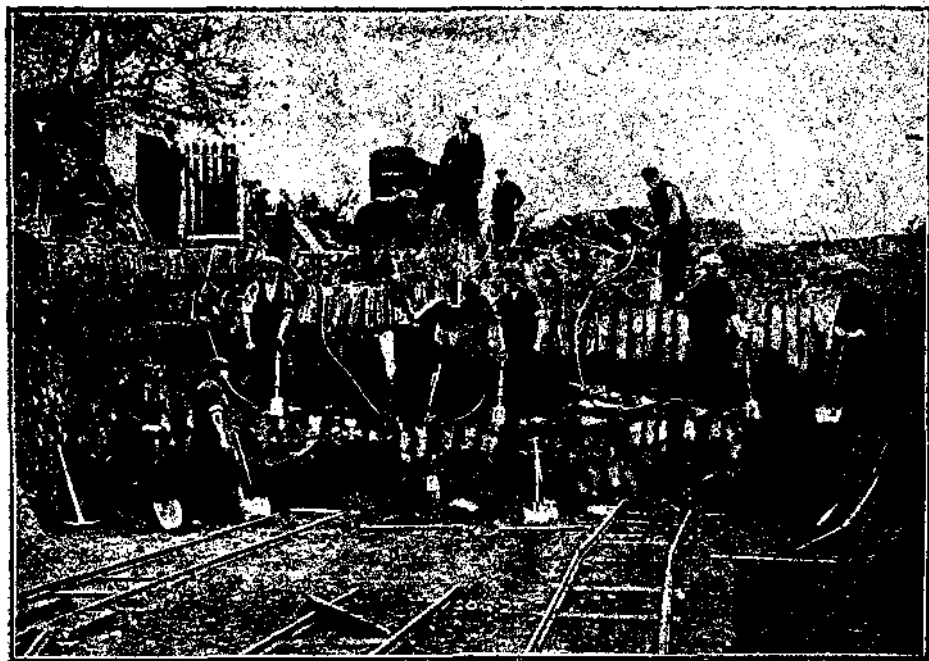


Фиг. 11. Другой тип передвижного компрессора.

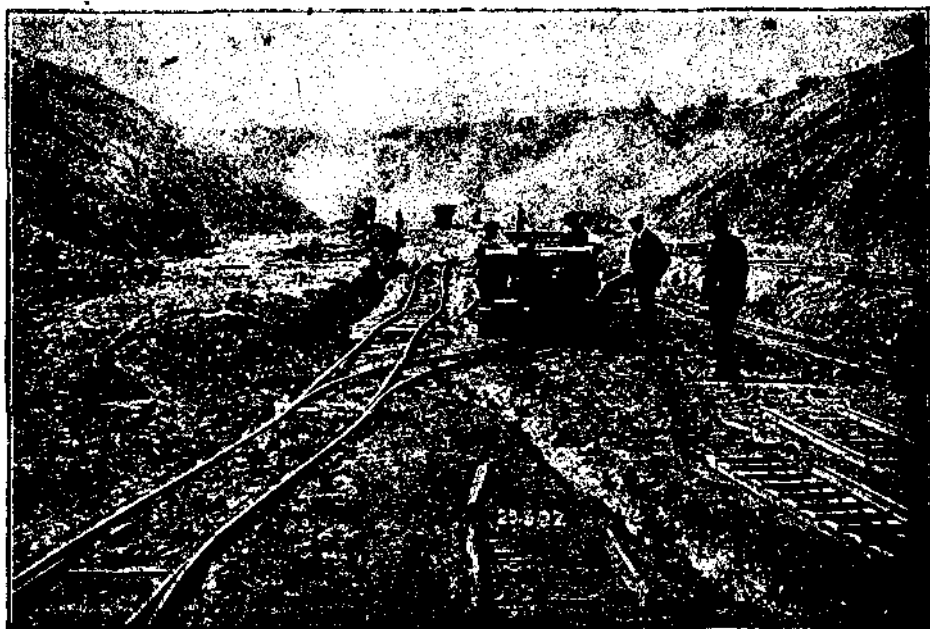
что иногда является весьма важным обстоятельством, особенно при производстве новых работ; наконец у этой машины центр тяжести расположен очень низко, что дает возможность поддерживать хорошую среднюю скорость.

Стоимость разработки выемок. При расширении существующих дорог и при разработке выемок в равнинной,

плоской местности обыкновенно применяется ручной труд. Стоимость работ зависит разумеется от характера разрабатываемого грунта и от того, проходит ли дорога в сельском или промышленном районе. Средняя стоимость разработки—3 коп. за 1 см глубины на кв. м при глубине до 30 см (1¹/₂ пенса за 1" глубины с кв. ярда при максимальной глубине в 12"). Эта сумма может быть уменьшена до 2 коп. (1 пенс) в чисто сельских местностях, причем последнюю величину можно считать более или менее постоянной. В общей сложности стоимость разработки



Фиг. 12. Передвижной компрессор, от которого работает 6 лопат на разработке глинистой выемки.



Фиг. 13. Керосиновый трактор на рельсах, работающий по устройству выемки.

выемки, включая нагрузку, перевозку и выгрузку грунта при среднем расстоянии возки в 225 м (250 ярдов) исчисляется в 2 руб. 88 коп. за 1 м³ (4 шиллинга 6 пенсов за 1 куб. ярд), что является хорошей ценой.¹ Один рабочий должен разработать в мягком грунте приблизительно от 4,5 до 5,2 м³ (6—7 куб. ярдов) за 8-часовой рабочий день; в твердом грунте от 2,2 до 4,5 м³ (3—6 куб. ярдов).

Для характеристики повышения стоимости работ за последние сто лет ниже приводится выдержка из книги Руководство для инженера Томаса Фелла, изданной в 1827 г. (*The Surveyor's Guide T. Fell*).

Вздорожание стоимости работ. В указанной книге приведены следующие расценки. Рытье грунта и нагрузка на воз или ручную тачку, или переброска на 1,2—1,5 м (4—5') мягкого или разжиженного грунта, торфа и пр. грунтов, могущих быть разработанными деревянными лопатами, расцениваются в 6,5 коп. за 1 м³ (1¹/₄ пенса за 1 куб. ярд).

Стоимость рытья и нагрузки твердого грунта, свободного от камней выражается в 8—9 коп. за 1 м³ (1¹/₂—1³/₄ пенса за куб. ярд).

Стоимость рытья и нагрузки грунта гравелистого или каменистого 10—13 коп. за 1 м³ (2—2¹/₂ пенса за 1 куб. ярд).

Стоимость рытья и нагрузки глины в хорошем для разработки состоянии около 10 коп. за 1 м³ (около 2 пенсов за 1 куб. ярд). В очень сухом—за 1 м³ и твердом виде, когда требуется применение кирок, 13—16 коп. за 1 м³ (2¹/₂—3 пенса за 1 куб. ярд).

Стоимость рытья и нагрузки рыхлого песчаного грунта 8 коп. за 1 м³ (1¹/₂ пенса за 1 куб. ярд), слабой песчанистой скалы 13—16 коп. за 1 м³ (2¹/₂—3 пенса за 1 куб. ярд).

Использование плуга. Употребление плуга рекомендуется при устройстве дороги на целине,—для предварительного разрыхления грунта. Иногда плуги применяются для срезания дерна с обочин при расширении старой дороги. Как правило, тяговой силой является трактор, но все же хотя механическая вспашка и уменьшает почти на ²/₃ стоимость работ вручную, она страдает некоторыми недостатками. Во-первых, приходится считаться с открытыми лотками на обочинах, отводящими воду с дороги в дорожные канавы; во-вторых, поверхность обочин должна быть сравнительно ровной и, в-третьих, всегда приходится опасаться поломки плуга в виду наличия невидимых для глаза различных препятствий, например корней деревьев и пр.

Специальный экскаватор для уширения дороги. В целях избежания описанных неудобств инженером Броун (*Brown*) изобретен экскаватор для разработки выемки по краям дороги, который может быть весьма полезен при расширении проезжей части дороги или усилении ее краев. Эта машина построена специально для ускорения и удешевления таких работ, в особенности когда это расширение требует использования некоторой полосы обочины, фиг. 14.

Она срезает обочины на ширину в 45 см (18") глубиной до 60 см (2') со скоростью 27 м/мин. (30 ярдов в мин.).

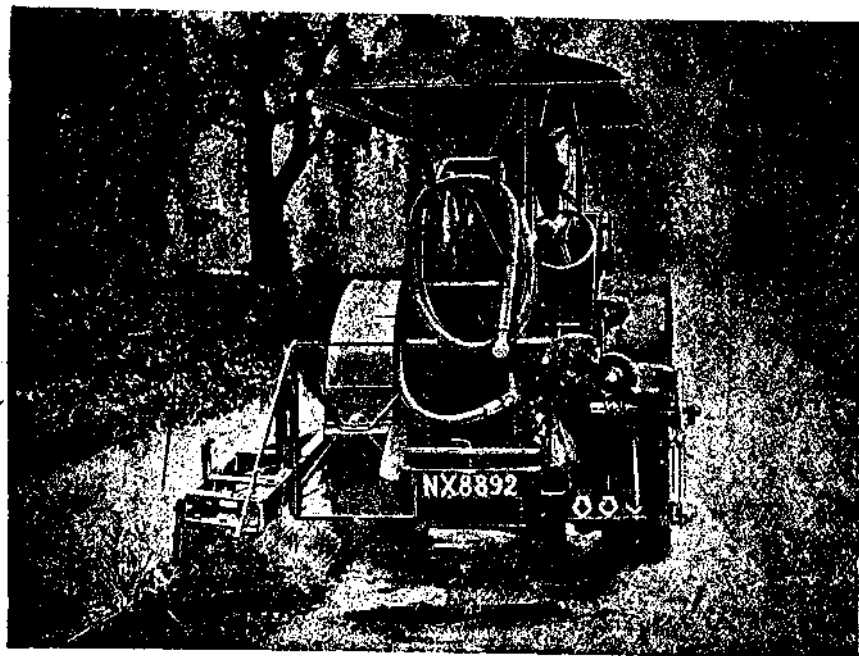
Она может быть приспособлена для разработки выемки, начиная с уровня дороги, для устройства основания, и там, где повышенные

¹ Эти цены следует считать преувеличенными.

обочины не превышают уровня дороги более чем на 45 см (18"), эти обе операции могут быть выполнены одновременно (срезка и выемка).

Употребление этой машины заменяет обыкновенно производимую срезку и рытье вручную. Она может быть установлена на катке или тракторе любого типа, и требуется всего несколько минут для постановки и обратного снятия ее.

Это съемное приспособление прикрепляется к задней части катка, благодаря чему оно может быть перенесено с одного катка на другой.



Фиг. 14. Новое приспособление к катку для рытья земляного ящика при уширении проезжей части дороги.

Значительное число таких экскаваторов было испытано в постоянной работе в течение нескольких лет. В результате испытаний было установлено, что производительность работы, выполняемой при пользовании ими, по крайней мере в три раза превышает таковую же работу, произведенную вручную, а следовательно получается экономия в $\frac{2}{3}$ стоимости разработки выемок вручную. При этом не нарушается обычная работа катка, так как в течение менее получаса может быть срезано и вынуто достаточное количество грунта, чтобы на целый день занять рабочих для уборки полученного грунта.

Во время работы экскаватор подвешивается над одним из ведущих вальцов катка со стороны обочины, а при переезде с одного места на другое он помещается сзади катка.

ГЛАВА III

ВОДООТВОД

В одной из предыдущих глав было указано на важное значение водоотвода для прочности дороги, и хотя детальное рассмотрение этого вопроса, затрагивающего принципы проектирования дороги, не может быть произведено в настоящей книге, тем не менее для изучающего дорожное дело весьма важно усвоить его основы раньше, чем приступить к дальнейшему.

Роль водоотвода. Водоотвод дороги бывает двух видов: дренирование подстилающего грунта и собственно поверхностный водоотвод. Оба метода необходимы, и в известной степени они находятся в зависимости один от другого. Дренирование подстилающего грунта служит для сбора и отвода воды из него, а в некоторых случаях и для предупреждения проникновения воды в непосредственно лежащий под дорогой слой грунта.

В главе I было указано, что тщательное дренирование подстилающего грунта является надежным методом стабилизации оснований. Поверхностный водоотвод имеет целью сбор и удаление воды, попадающей на поверхность дороги.

Влажность местности зависит от количества атмосферных осадков и конфигурации рельефа поверхности. Задержка влаги в грунте зависит от природы грунта и качества дренажной системы. Количество атмосферных осадков вследствие различных причин весьма различно в разных местностях и в равнинных местах обыкновенно меньше, чем в гористых.

Зато в гористой местности вода сходит, конечно, скорее, чем в равнинах. Направление и условия движения водных потоков являются важными факторами, влияющими на проект дороги.

Свойства различных грунтов в отношении дренирования. При рассмотрении вопросов дренирования полезно разделить грунты ориентировочно на два основных вида: водопроницаемые и водонепроницаемые.

К первой группе принадлежат все грунты быстро впитывающие воду, но свободной ее пропускающие; таковыми являются: песок, гравий, легкий суглинок и верхний слой известняковых отложений; ко второй группе принадлежат все глины и скалистые грунты, сложенные из плотного песчаника, известняка и гранита.

Распределение в природе этих многочисленных и разнообразных видов грунтов, часто в близком соседстве один от другого, значительно увеличило сложность вопроса дренирования подстилающего грунта.

Дренирование подстилающего грунта. Во многих случаях водопроницаемый слой находится на водонепроницаемом; при этом влага будет проникать сквозь первый, пока не достигнет непроницаемого, после чего она потечет к низшей точке, где и будет скопляться. Слабое место дороги часто указывается присутствием излишнего количества влаги,

и в таких случаях единственным способом исправления недостатка является устройство дренажа для стока воды в ближайшее пониженное место. Вход в дренаж должен быть покрыт чистым и прочным щебнем, причем необходимо поверх камня уложить слой дерна во избежание проникания в дренаж сквозь промежутки мелких частиц ила.

Система дренажей должна устраиваться так, чтобы она пересекала поток грунтовой воды, свела воду в один сборный и возможно быстро бы ее отвела от дорожного полотна. Обыкновенно употребляемым для дренажей материалом являются плоские камни, щебень и дренажные трубы. Когда употребляются трубы, то выпускные звенья, находящиеся близко от поверхности, должны быть из глазурированной глины, так как пористая неглазурированная труба может разрушиться под действием мороза. Закрытые дренажи должны иметь уклон, не превышающий 1%. Если дренаж устраивается со слишком большим уклоном, быстрое течение воды может произвести подмыв дренажа и боков дренажной траншеи и завалить его обломками и илом. Размер дренажа зависит от его уклона и от количества подлежащей удалению воды. Хотя существует несколько формул, годных для определения правильного размера употребляемых труб, тем не менее в отдельных случаях содержание воды в подстилающем грунте настолько различно, что этот вопрос может быть решен только после тщательного и длительного изучения подлежащего дренированию грунта.

Поверхностный водоотвод. Сток поверхностной воды с проезжей части дороги требует, чтобы поперечный скат ее был достаточен для быстрого схода воды к краям, причем быстрота схода также находится в зависимости от величины продольного уклона дороги. На городских улицах вопрос устройства соответствующего водоотвода обыкновенно разрешается сравнительно легко. На загородных дорогах, где обочины не покрыты какими-либо водонепроницаемыми материалами, как тротуары в городе, — вопрос значительно сложнее. Открытые боковые канавы обыкновенно служат для сбора и отвода поверхностной воды, стекающей с проезжей части, но нередко бывает, что эти дорожные канавы должны быть рассчитаны на отвод воды с прилегающего участка местности, в особенности если дорога проходит в выемке или полувыемке.¹

Степень водонепроницаемости грунта прилегающего участка местности и характер растительности значительно влияют на сток воды в дороге после дождя. Удаление воды с поверхности грунта, являющегося водонепроницаемым, значительно отличается от такового при проницаемом грунте. Другим фактором является водозадерживающая способность грунта. После длительных периодов дождей некоторые грунты, в особенности глинистые, насыщаются и становятся неспособными к дальнейшему поглощению воды; сток воды поверх этих грунтов в таких случаях столь же быстр, как и с непроницаемого материала, и этот фактор должен быть принят во внимание, так как этот период максимального стока указывает на максимальное количество воды, которое приходится иметь в виду при устройстве канав.

Когда дорога проходит в гористой местности, дно и бока канав подвергаются размыву и большое количество продуктов размыва

¹ Обычно в случае выемки у нас устраиваются кроме дорожных канав нагорные канавы, для отвода воды с прилегающего участка местности.

уносится течением к подошве возвышенности. Такие каналы должны быть вымощены, и в них на некотором расстоянии друг от друга должны быть устроены каменные запруды для уменьшения силы течения воды. У подошвы возвышенности должны быть сделаны специальные устройства для сбора продуктов размыва.

Если вместо канав укладываются трубы, то таковые располагаются под тротуаром или обочиной для уменьшения возможности повреждения их от проезда. Ширина прокладываемых для укладки труб рвов зависит от глубины по проекту, но во всяком случае они должны быть выкопаны настолько узкими, насколько это возможно, при условии сохранения необходимого для работы пространства.

Копание рвов механическими средствами. Значительные успехи достигнуты в последнее время в области разработки выемок в глинистом и твердом грунте благодаря употреблению пневматических траншейных копателей (например системы Инджерсоль-Ранд). Это приспособление, приводимое в действие сжатым воздухом, используется для замены обыкновенной ручной работы и дает более быстрое производство работ и уменьшение стоимости.

Разработка плотной глины и других твердых грунтов, где не могут быть использованы паровые лопаты, машины для копания траншей и т. д., производится вручную и требует больше времени и больше расходов. Многие грунты недостаточно тверды для бурения их с целью разработки взрывами и в то же время слишком тверды для разработки при помощи только ручной работы.

Сравнение стоимости ручной и пневматической разработки. Сравнение стоимости разработки двух участков рва, в одном из которых были употреблены в дело ручные кирки, а в другом указанные пневматические копатели, дало следующие результаты:

Рытье вручную. 10 рабочих, работающих 8 часов каждый день, разрабатывают 48 м³ в день (64 куб. ярда в день). Средняя производительность одного человека в день 4,8 м³ (6½ куб. ярдов).

Пневматическое рытье. 5 человек, работающих 7 часов каждый день, разрабатывают 120 м³ (157 куб. ярдов в день). Средняя производительность одного человека в день 24 м³ (31 куб. ярд).

Примечание. Грунт глинистый.

Направление труб должно быть по возможности близко к прямой линии, и производство работ должно, конечно, начинаться с пониженного конца. Трубы для сбора и отвода поверхностной воды часто используются как дренажные для перехвата воды, находящейся в подстилающем грунте. В таком случае они укладываются с открытыми стыками, а траншеи заполняются щебнем или клинкером.

Если грунт торфяной или очень рыхлый, трубы должны быть проложены как можно дальше от края дороги и при укладке они должны быть закреплены на месте камнем или клинкером, помещаемым по обеим сторонам труб. Участки труб не должны быть слишком длинными, и наклон их не должен быть слишком велик; в противном случае трубы могут лопнуть от слишком большого напора воды, с последующим завалом их грунтом.

Ливнепуск и смотровые колодцы не должны быть дальше чем в 90 м (100 ярдов) друг от друга, а на горизонтальных участках—на

меньшем расстоянии; во всех случаях в них необходимо устройство грязевых отстойников глубиной по крайней мере в 30 см (12").

Устройство соединений труб. Соединение труб всегда делается в косом направлении; прямой угол сильно уменьшает скорость течения воды и способствует накоплению ила; с другой стороны, менее возможно повреждение трубы, когда она проложена под дорогой в косом направлении, например под углом 45°, так как при этом нагрузка и удары проезда передаются трубам не сразу от всей оси повозки, а сначала от одного колеса, потом же от другого.

Расположение и устройство ливнеспусков. Ливнеспуски следует располагать под линией бордюра или краями проезжей части, но не под лотками дороги. Обыкновенно они строятся на цементно-бетонном основании толщиной 10 см (4") с кирпичными стенками толщиной 22,5 см (9") за исключением задней стенки, которая может быть 11 см (4½"). Эти колодцы иногда устраиваются из бетона, трамбуемого на месте в формах деревянных, или из кровельного железа, или делаются из звеньев круглых бетонных труб, заранее заготовленных. Размер колодцев зависит от пропускной способности дренажа; на колодец среднего размера глубиной 1,35 м (4'6") и сечением в плане 0,75 × 0,60 м (1'6" × 2") идет 300 штук кирпича, и его полная стоимость вместе со всеми принадлежностями приблизительно 43 руб. (90 шиллингов). В продаже имеются легко очищающиеся гончарные колодцы; во избежание порчи их следует покрыть бетоном. Если колодцы соединены с канализационными трубами, они должны быть снабжены крышкой, не пропускающей вредных сточных испарений.

Большое движение повреждает ливнеспуски, расположенные в лотках. Тяжелый проезд, в особенности на дорогах с автобусным движением, вызывает необходимость такого устройства отверстий для стока воды в ливнеспуски, чтобы по решеткам, перекрывающим впускные отверстия, не было езды. Это легко достигается на улицах и дорогах, снабженных бордюрами, но значительно труднее на загородных дорогах, где бордюры не ставятся. Для этих последних дорог вопрос повидимому лучше всего разрешается путем установки решетки ливнеспуска в обочинах или тротуарах. В первом случае решетка должна быть установлена несколько ниже уровня лотка, перекрыта кирпичным сводом и покрыта бетонной плитой заподлицо с поверхностью тротуара.

Трубы делаются из глины, чугуна или бетона. Чаще всего применяются гончарные трубы, но успехи, достигнутые в производстве бетонных труб за последние годы, сделали и этот тип весьма распространенным.

ВЫДЕРЖКА ИЗ АНГЛИЙСКИХ СТАНДАРТНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ГЛАЗУРОВАННЫХ ГОНЧАРНЫХ ТРУБ

На каждой трубе, до обжига, должны быть выдавлены название завода и фабричная марка.

Существует два класса труб: стандартные трубы неиспытанные, стандартные трубы испытанные.

Английские стандартные трубы неиспытанные. По желанию инженера (или вообще покупателя) из заказанных труб может быть отобрано 5% для испытания их гидравлическим давлением, производимым на заводе. Если четыре пятых отобранных для испытания труб выдержат испытание, все представленные трубы (за исключением тех, которые не выдержали испытания) должны быть приняты. (В технических условиях указано, как поступать в случае, если испытание выдержат меньше 4/5 отобранных для испытания труб).

Во всех других отношениях трубы должны соответствовать требованиям технических условий. На каждой трубе должно быть Британское стандартное клеймо, заключенное в прямоугольнике или другой форме с названием или фабричной маркой завода.

Английские стандартные трубы испытанные. Все трубы должны выдержать соответствующее техническим условиям гидравлическое испытание и во всех других отношениях должны удовлетворять требованиям технических условий. На каждой трубе должно быть Британское стандартное клеймо, заключенное в прямоугольнике или другой форме, с названием или фабричной маркой завода и надписью «испытана».

Гидравлическое испытание. Труба должна выдержать пробное давление при испытании, производимом на заводе. (Подробности касательно пробного давления и метода производства испытания должны соответствовать техническим условиям).

Испытание на водопоглощаемость. Из каждых ста заказанных труб одна может быть подвергнута испытанию на водопоглощаемость. Испытание должно производиться инженером или инспектором до отправки труб. (Подробности, касающиеся допустимой величины водопоглощаемости, и указания для производства испытания даны в технических условиях).

Глазурование. Глазурование получается вследствие действия паров поваренной соли во время процесса обжига и должно покрывать наружную и внутреннюю поверхности труб (глазурь необязательна на поверхностях, закрываемых при соединении труб друг с другом).

Длина прямых труб. Стандартная длина труб должна быть следующая:

Диаметр	Длина
До 15 см (6") включительно	60 см (2')
От 17,5 до 25 см (7"—10") включительно	60 и 75 см (2' и 2' 6")
От 25 до 75 см (12"—30") включительно	60, 75 и 90 см (2', 2' 6" и 3')

Раструбы. Внутренняя поверхность раструба должна быть конической с коничностью в 6% ($\frac{1}{16}$ на 1" длины) при измерении по диаметру.

Нарезка. Внутренняя поверхность раструбов и наружная, узких концов нарезаются на длину, в полтора раза превышающую глубину раструба, и глубина нарезки должна быть не менее 1,5 мм ($\frac{1}{16}$ ").

Метод производства труб со всем процессом превращения сырого материала глины в законченный фабрикат представляет значительный интерес.

Производство гончарных труб. Приготовление глины для производственной операции требует добавления в нее обожженной глины, измельченной до необходимой тонкости помола. Обожженная глина дробится и измельчается в мельнице, после чего поднимается к вращающимся грохотам, откуда она направляется во вместительные бункеры, емкостью каждый в 40 тонн измельченного материала. Материалы, употребляемые для примеси к глине, помещаются вокруг здания, в котором находятся машины; эти машины подают материалы к мельницам, в соотвествующих пропорциях и с необходимой скоростью. Эти машины, установленные ниже уровня пола, питаются несколькими приемными воронками, находящимися на уровне пола, причем каждая из них снабжается соответствующими материалами, доставляемыми из близ расположенных запасов. Операция происходит автоматически, благодаря чему устранена возможность неправильной и неравномерной работы, всегда имевшей место при загрузке мельниц вручную.

Последовательность операций. После отмеривания в специальной установке необходимых пропорций, материал подается непрерывным

потоком, по наклонному конвейеру, поднимающему его в верхний этаж мельничного здания к первому ряду мельниц, в каковые он и высыпается; переходя из одного ряда мельниц в другой, материал подвергается размалыванию, смешиванию и размягчению, опускаясь из этажа в этаж до тех пор, пока в нижнем этаже не вывалится колонна готовой глины для производства труб механическими прессами и других предметов ручным формованием. Глина автоматически разрезается на куски соответствующего размера и доставляется элеватором к ручному конвейеру, который, идя по всему заводу, выгружает ее в любой точке, в которой она требуется.

Устранение ручной работы. Ручная работа совершенно отсутствует при приготовлении и распределении глины, т. е. во всем процессе между начальным пунктом, где сырой материал подается в отмеривающую машину, и конечным, где приготовленная глина попадает в прессы. То же отсутствие ручного труда следует отметить и при возврате лишней глины и остатков от прессов, принимаемых ленточным конвейером на его обратном пути и доставляемых обратно к мельничному зданию, где элеватор поднимает их в верхний этаж и подает в первый ряд мельниц для того, чтобы подвергнуть их вторичному перемолу. Прессы для изготовления труб—винтового типа; каждый из них работает от собственного мотора цепной передачей, причем моторы работают непрерывно и пресс включается и выключается специальным рычагом. Мотор каждого пресса приводит в действие и дополнительные отделочные машины.

План завода имеет прямоугольную форму, причем прессы расположены вдоль северной стороны, печи для обжига (находящиеся снаружи)—с южной стороны, а между ними находятся помещения для сушки. Экономия ручного труда при подаче глины в прессы была уже отмечена, и та же экономия имеет место при перевозке труб от прессов к печам и далее, в том же направлении, к погрузочному пути, идущему вдоль фабрики и обслуживающему складочные помещения.

В нижеследующей таблице приведены данные о количестве гончарных дренажных труб с раструбами, идущими на 1 тонну.

Таблица данных количеств гончарных дренажных труб на 1 т

Диаметр в см ¹	10 (4)	15 (6)	22,5 (9)	30 (12)	37,5 (15)	45 (18)	52,5 (21)	60 (24)	75 (30)
Длина в м на 1 тонну	75 (83)	48 (53)	28 (31)	18 (20)	12 (13)	7 (8)	5 (6 $\frac{1}{2}$)	4,5 (5)	3 (3 $\frac{1}{2}$)

Ниже приводятся технические условия на устройство поверхностного водоотвода при помощи труб, являющиеся типичными в современной практике. Они разработаны в округах Вест Ридинг и Ворчестер-шайр (West Riding, Worcestershire).

¹ Числа в скобках дают те же размеры; в первой графе—в дюймах, во второй—в ярдах,

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА УСТРОЙСТВО ПОВЕРХНОСТНОГО ВОДООТВОДА ТРУБАМИ

1. Земляные работы. Рвы должны быть вынуты до требуемой глубины и дну их должны быть приданы соответствующие уклоны. При выборке грунта следует иметь в виду, чтобы ров не был разработан на большую чем следует глубину (если грунт дна хороший и замены его не требуется).

Если рву придана глубина больше проектной, вследствие недосмотра или ошибки, разница должна быть заполнена цементным бетоном, или каким-либо другим хорошим материалом, плотно утрамбованным. Последняя работа контрагенту не оплачивается. Если дно рва окажется слишком мягким и неподходящим, траншея должна быть углублена настолько, насколько производитель работ признает это нужным. Добавочная глубина должна быть заполнена цементным бетоном, и работа оплачена особо, согласно расценок для такого рода работ.

Материал, вынутый из рва, должен быть использован там, где это требуется, а излишек, если таковой окажется, должен быть вывезен без особой оплаты.

Рвы делаются с вертикальными стенками при помощи деревянных крепей, до требуемой глубины, и способом, который будет одобрен производителем работ. Ширина рвов по дну должна быть следующей:

Для труб диаметром 15,0 см (6")	40,0 см (1'4")
» » » 22,5 см (9")	52,5 см (1'9")

В цены разработки рвов должны быть включены: выборка, засыпка, перемещение, возка, нагрузка и выгрузка земли; доставка, установка, поддержание, амортизация, последующее снятие всех крепей и пр., а также все дополнительные работы, оказавшиеся необходимыми по окончании работ и все могущие потребоваться переделки.

Всякие повреждения, происходящие от завала рва, должны во время работы быть исправлены без особой платы, причем производитель работ в праве требовать применения таких способов работ и устройства крепей, какие он сочтет нужными.

2. Гончарные трубы. Трубы должны быть покрыты глазурью и соединены раструбами: они должны быть высшего качества и приобретены у надежных заводов. Они должны быть прямыми, правильными по форме и без значительных недостатков. Трубы диаметром 15 см (6") должны быть не менее 60 см (2') длиной, а более крупные—не менее 75 см (2'6"). Все трубы должны быть пригнаны одна к другой перед укладкой в траншею.

3. Чугунные трубы. Чугунные трубы с раструбами должны быть высшего качества и вылиты вертикально длиной в 2,7 м (9'), из доброкачественного, вязкого серого чугуна второй плавки. Трубы должны быть абсолютно правильной формы и точного диаметра в свету, без воздушных и песочных раковин, внутренних выступов и прочих недостатков; они должны быть в горячем состоянии покрыты изнутри и снаружи особым составом, например, Ангуса Смита. В договорные цены включается могущая потребоваться резка труб.

Чугунные трубы должны иметь следующие минимальные размеры (толщина и вес):

Внутренний диаметр	Длина (без раструба)	Толщина	Вес
15 см (6")	2,7 м (9')	10 мм (13/32")	120,5 кг (266 фун.)

Трубы должны выдерживать давление водяного столба 61 м (200') или что то же—давление в 6,1 кг/см (87 фунт./кв. дм.)

4. Металлические части. Все металлические части должны быть из лучших материалов. Все отливки должны быть из вязкого и плотного чугуна, хорошо отделаны, без песочных или воздушных раковин и каких-либо других недостатков; кроме того они должны быть в горячем состоянии опущены в каменноугольный деготь перед выходом из мастерских. Крышки колодезев должны быть тяжелого типа хорошего производства, с опорной площадью в 232 см² (36 кв. дм.) с диаметром в свету в 60 см (24") и глубиной в 15 см (6"). Ступеньки в колодезях должны быть из оцинкованного железа подковообразной формы сечением 35×12 мм (1 1/4×1 1/2"), длиной в 37 см (15"), и заложены в кирпичную кладку на 22 см (9"). Концы скоб (ступеней), закладываемые в кладку, должны быть загнуты книзу.

5. Укладка труб. Перед укладкой труб дно рвов должно быть утрамбовано. Необходимо обращать внимание на соблюдение требуемого уклона дна рвов. В дне рвов выкапываются углубления для раструбов с таким расчетом, чтобы уложенные трубы соприкасались с дном рва по всей длине. Затем каждая труба тщательно пригоняется, укладывается и соединяется. После соединения трубы испытываются указанным ниже способом; по признании их производителем работ удовлетворительными рвы тщательно засыпаются.

6. Соединение труб. При соединении гончарных труб раструбы и узкие концы должны быть тщательно вычищены. Затем они укладываются в линию и узкие концы вставляются в раструбы; вокруг стыка обматывается валик из пакли и забивается в раструб, а остающийся промежуток заполняется портландцементом, уплотняется и выравнивается. Трубы внутри вытираются насухо влажной тряпкой, и через каждую трубу при ее укладке пропихивается плотно входящий мешок, набитый соломой.

При соединении чугунных труб проделывают то же, что и при гончарных трубах, но промежуток между раструбом и узким концом должен быть заполнен просмоленной паклей, с оставлением части в в 35 мм ($1\frac{1}{8}$ ") глубиной, которая заливается свинцом и зачеканивается соответствующим способом.

7. Ливнеспуски. Ливнеспуски должны быть установлены в местах, указанных в проекте, на гладком основании из цементного бетона в 15 см (6") толщиной в соответствии с размерами колодца в плане. На этом основании устраиваются кирпичные стены толщиной в 22,5 см (9") на цементном растворе; внутренние размеры дождеприемника должны быть в плане 45×67,5 см ($1\frac{1}{2}$ "×2'3"), глубиной 1,35 м (4'6"). Швы кирпичной кладки расширяются по мере хода работ. Кирпичи должны быть точно притесаны у выпуски. Вверху оставляются четверти не более 28 мм ($1\frac{1}{8}$ ") для поддержки рамы. Рама и решетка должны быть уложены на правильном уровне. Выпуски должны иметь перекрытия в 45 см (18") в верхней точке, а с краев считая поперек дороги не менее 15 см (6"). Дно покрывается цементом в 20 мм ($\frac{3}{4}$ ").

В стоимость должны быть включены все земляные работы, необходимые для устройства колодца и пр.

8. Смотровые колодцы. Смотровые колодцы делают из кирпичной кладки толщиной в 22,5 см (9"), внутренними размерами в плане 90×67,5 см (3'×2'3"), во всем согласно техническим условиям ливнеспусков, с железобетонными плитами высотой 15 см (6"), длиной 112 см (3'9") и шириной в 52 см (1'9"), с четвертями вверху стенок для укладки рамы, как сказано выше.

Лотки в пределах колодца должны быть полукруглого сечения, покрытые глазурью и соединены друг с другом цементом; они связываются бетоном со стенками колодца и ошкатуниваются цементом в 20 мм ($\frac{3}{4}$ ") толщиной. Если глубина колодца превышает 90 см (3'), концы впускных и выпускных труб в стенках колодца должны быть обделаны кирпичом (в полкирпича).

9. Кирпичная кладка. Употребляемый для работы кирпич должен быть вязким, твердым и хорошо обожженным; он не должен содержать извести или какого либо другого постороннего материала. Он должен быть стандартного размера, одинаковой формы и перед употреблением хорошо вымочен в воде.

Весь мягкий, недожженный или недоброкачественный кирпич, а также лом должен быть забракован и вывезен с места работ.

Кирпичная кладка ведется по английской системе, на цементном растворе, по отвесу и ватерпасу с расшивкой швов с внутренней стороны по мере хода работ. Каждый кирпич должен быть хорошо уложен и соединен, а полукирпичи могут употребляться лишь там, где они необходимы.

10. Засыпка рвов. После осмотра производителем работ рвы должны быть тщательно засыпаны отдельными слоями, не превышающими 22,5 см (9") толщины, причем каждый слой должен быть тщательно утрамбован. На каждого рабочего, занятого засыпкой, должен приходиться один рабочий для трамбовки.

Материал для заполнения должен состоять из лучшей части вынутого материала, причем необходимо особенно осторожно производить засыпку около труб, во избежание их повреждения при трамбовании.

В случае провала засыпанного грунта, последовавшего по какой бы то ни было причине, следует удалить верхний слой, вновь заполнить до требуемой высоты и выравнивать поверхность до требуемого уровня.

Если трубы проложены в местности, покрытой травой, дерн должен быть осторожно снят, сложен и вновь аккуратно уложен по засыпке рвов.

Трубы под насыпью. Наибольшие искусственные сооружения часто делаются из труб причем этот тип сооружений выгоден до диаметра в 135 см (54"). Для этого употребляются гончарные, чугунные или бетонные трубы. При выборе типа руководствуются стоимостью и местными условиями, как например высотой, которую можно использовать для устройства перекрытия. Гончарные трубы диаметром больше 60 см (24") обыкновенно не употребляются вследствие дороговизны. При укладке труб с раструбами руководствуются теми же методами, что и при прокладке обыкновенных сточных труб. Если слой грунта над трубой меньше 60 см (2'), то труба обкладывается слоем бетона в 10 см (4"). Должны быть приняты меры к тому, чтобы вода не застаивалась в трубах на зиму, иначе морозы могут вызвать их разрушение.

Чугунные трубы. Чугунные трубы в особенности полезны при устройстве сооружений под большими насыпями. Швы должны быть залиты свинцом во избежание выхода воды наружу, и трубы должны быть покрыты составом Ангуса Смита против ржавления. Эти трубы обыкновенно делаются длиной 1,8 м (6'), но могут быть полукруглые трубы и других размеров.

Лакировка чугунных труб битумным составом. Предохранение чугунных труб от ржавления также производится посредством лакировки их битумным составом по способу, известному под названием Тальбота. Этот метод, применяемый также и для стали, заключается в следующем:

После специальной обработки битум тщательно смешивается в жидком виде с твердым кремнистым материалом, инертным по отношению ко всем химическим воздействиям.

Готовая смесь вводится в трубу механическим способом и под действием центробежной силы равномерно распределяется по поверхности. Таким путем получается плотно лежащая лакировка, поверхность которой состоит из слоя углеводородов, отделившихся от общей массы под действием центробежной силы.

По мнению англичан, эта лакировка совершенно водонепроницаема; она не подвергается действию никаких кислот, даже с концентрацией до 33%, а также насыщенных и разведенных растворов едких щелочей, аммиака и солей.

Осмотром труб, уложенных за год перед тем в одной из худших болотистых местностей, воды которых известны своим исключительно разъедающим действием на трубы, при извлечении было установлено, что в то время как наружная незащищенная поверхность трубы оказалась совершенно разъеденной, внутренняя поверхность осталась такой же гладкой и блестящей, как и в день погружения.

Гладкая, блестящая и стойкая поверхность, получаемая благодаря указанному методу, уменьшает действие разъедающих веществ до минимума.

Вес слоя лакировки. Вес слоя такой лакировки в 6 мм ($\frac{1}{4}$ ") толщиной, считающейся годной для обычных условий, очень незначителен, как видно из приводимой ниже таблицы.

Приблизительный вес слоя лакировки для разных размеров труб приведен ниже;

Размеры труб

Приблизительный
вес в кг (фнт.)

10 см × 3,6 м (4" × 12'	20 (45)
15 » × 3,6 » (6" × 12'	30 (68)
30 » × 3,6 » (12" × 12'	61 (135)
60 » × 3,6 » (24" × 12'	122 (270)
90 » × 3,6 » (36" × 12'	183 (405)

Добавочная стоимость лакировки зависит от диаметра труб. В среднем она не превышает 15% стоимости чугунных или стальных труб, являясь таким образом весьма выгодной по сравнению с бетонной облицовкой.

«Центробежные» трубы. При производстве чугунных труб «Спун» можно обойтись без песка и других материалов, употребляемых при литье обыкновенных чугунных труб.

Чугун вводится в быстро вращающуюся стальную форму, причем благодаря действию центробежной силы достигается одинаковая толщина стенок, плотное строение и отсутствие пустот, комков, песочных раковин и других недостатков, которых трудно избежать при отливке в песке.

Толщина чугунных труб «Спун» приблизительно на 25% меньше обыкновенных труб, отлитых в песчаных формах. Благодаря действию центробежной силы их прочность на разрыв по крайней мере на 70% больше, чем обыкновенных, что обеспечивает большую степень безопасности их при службе.

Обычные размеры труб, имеющиеся в продаже, указаны в следующей таблице ¹:

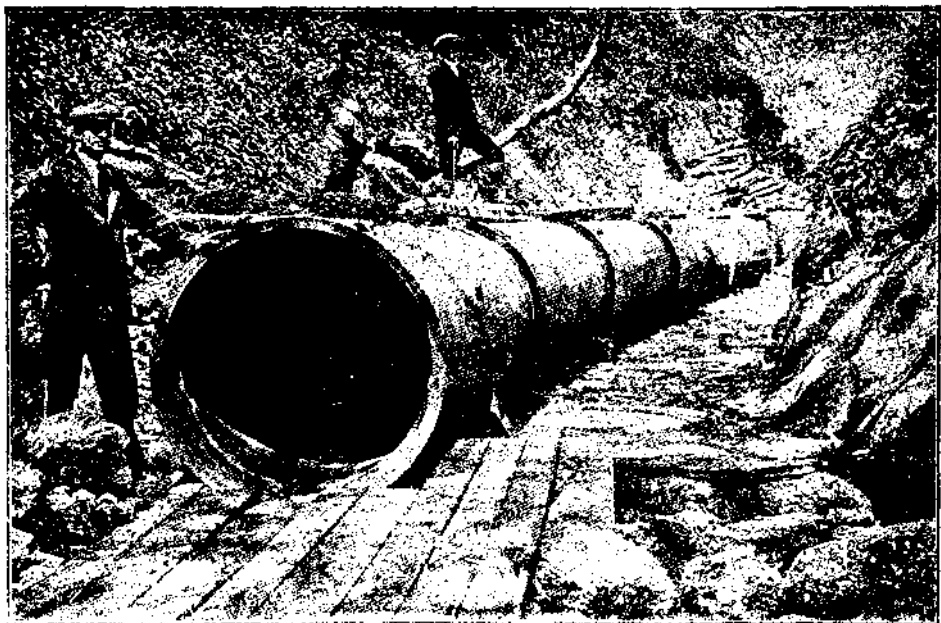
Диаметр см	Толщина мм	Длина м	Вес кг (фнт.)
22 (9)	9,0 (0,37)	3,6 (12)	212 (469)
25 (10)	10,0 (0,39)	3,6 (12)	247 (546)
30 (12)	11,0 (0,44)	3,6 (12)	317 (700)
35 (14)	11,5 (0,46)	3,6 (12)	393 (868)
37 (15)	11,7 (0,47)	3,6 (12)	428 (945)

Могут быть также получены трубы малого диаметра, меньше 10 см (4").

Бетонные трубы. Бетонные трубы изготавливаются также при действии центробежной силы. Вращающиеся формы наполняются бетонной смесью, которая автоматически равномерно распределяется по внутренней поверхности. Центробежная сила удаляет излишек воздуха и воды, благодаря чему отсутствуют пустоты, а следовательно получается значительно более плотный и крепкий бетон.

Эти трубы делаются из бетона и железобетона, в зависимости от технических условий.

¹ В скобках даны размеры в английских мерах (в 1-й и 2-й графах в мм., в 3-ей в фут., в 4-й в фнт.).



Фиг. 15. Укладка трубы диам. 1,2 м. под насыпью.



Фиг. 16. Укладка бетонных труб под насыпью.

Следующая таблица веса бетонных труб является полезным руководством при расчетах организации транспорта их:

Диаметр м	Толщина мм	В 1 тонне труб длиной м
0,37 (1' 3")	37 (1½")	8,7 (29')
0,45 (1' 6")	37 (1½")	7,2 (24')
0,51 (1' 9")	45 (1¾")	5,4 (18')
0,60 (2' 0")	50 (2")	4,0 (13½')
0,67 (2' 3")	50 (2")	3,6 (12')
0,67 (2' 3")	50 (2")	3,60 (12')
0,75 (2' 6")	62 (2½")	2,42 (8¾')
0,81 (2' 9")	62 (2½")	2,40 (8')
0,90 (3' 0")	62 (2½")	2,10 (7')
0,97 (3' 3")	75 (3")	1,80 (6')
1,05 (3' 6")	75 (3")	1,50 (5')
1,20 (4' 0")	87 (3½")	0,92 (3¾')
1,35 (4' 6")	100 (4")	0,90 (3')

Стоимость бетонных труб диаметром 45 см (18") приблизительно 6 р. 33 к. за 1 м (4 шиллинга за 1 фут.); железобетонных—около 7 р. 00 к. за 1 м (4 шиллинга 6 пецсов за 1 фут.). Если слой засыпки над трубой меньше 30 см (12"), то трубы должны быть снабжены арматурой как продольной, так и поперечной.

Предохранение от подмыва труб. Входные отверстия труб под насыпью обделываются в виде крыльев из каменной или кирпичной кладки, или из бетона; бетонный лоток у входного отверстия предохраняет от размыва основание трубы. Полезно устраивать эти лотки также и у выходного отверстия трубы, если быстрота течения очень велика. В местах дороги, где высота слоя засыпки над трубой недостаточна, могут быть уложены рядом две трубы меньшего диаметра на расстоянии одна от другой, равном диаметру трубы. Пропускная способность двух малых труб может быть и меньше пропускной способности одной большой трубы, но это устройство имеет то преимущество, что уровень воды в них будет ниже, чем в трубе большого диаметра, фиг. 15 и 16.

ГЛАВА IV

МИНЕРАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДОРОГ

Совместная работа дорожных инженеров и химиков. В виду того, что дорожное дело в настоящее время развернулось в целую специальную отрасль строительства, оно ведется теперь на научных основаниях, которые с течением времени все более и более совершенствуются.

Дорожно-исследовательская работа за последние годы сделала возможным употребление с удовлетворительными результатами считавшихся до сих пор непригодными для дорожного строительства материалов, при условии их объединения с дегтем, битумом, цементом и пр. Под влиянием науки колоссально изменились методы дорожного строительства, и сейчас вообще не принято устанавливать твердые, неизменные правила в отношении свойств камня для постройки дорог. Методы работ, типы одежд, местные обстоятельства и условия должны решать вопрос о пригодности или непригодности камня.

Тем не менее существуют определенные принципы, которые нужно помнить при выборе материалов, а именно—сплошные минеральные материалы должны обладать нижеперечисленными свойствами:

1) вязкостью, т. е. сопротивлением на удар; 2) твердостью, т. е. сопротивлением сжатию; 3) слабым истиранием, т. е. сопротивлением на износ; 4) малой водопоглощаемостью, т. е. сопротивлением атмосферическим агентам; 5) цементирующей способностью.

Несмотря на то, что большое сопротивление камня сжатию прежде обыкновенно считалось главным достоинством, это свойство, во многих отношениях желательное, все же не так важно, как вязкость камня.

Высокое сопротивление сжатию не является главным фактором. Многие виды гранита обладают огромным сопротивлением сжатию, далеко превосходящим силы, могущие быть приложенными к дорожному камню. Большинство камней и кроме гранита фактически могут оказать сопротивление сжатию, превышающее любое возможное давление на дорогу. Тем не менее такие камни иногда относительно бесполезны для устройства дорожной одежды. Главное испытание камня—это испытание на удар. Силы, действующие на дорогу, скорее всего могут быть сравнены с повторными ударами молота. Чтобы противостоять этим силам, камень должен иметь строение, обеспечивающее ему вязкость.

Меры для расширения использования минеральных материалов. Вязкость должна, конечно, сопровождаться и другими необходимыми для хорошего камня качествами. Сопротивление на истирание—важный фактор, но современные методы покрытия камня каким-либо связывающим веществом значительно увеличили силу сопротивления на истирание таких материалов, как например известняков. Эти же методы настолько уменьшили водопоглощаемость, свойственную некоторым породам камня,

что получилась возможность применения их в дорожном строительстве. Обладающий большой водопоглощательной способностью камень, не подвергшийся обработке дегтем или битумом, мало пригоден для постройки дороги вследствие его способности к выветриванию и разрушению под влиянием морозов.

Камень для обыкновенного щебеночного шоссе должен обладать цементирующей способностью, каковая свойственна всем известнякам. Обыкновенное щебеночное шоссе однако в настоящее время быстро преобразуется в соответствии с требованиями современного транспорта в усовершенствованное, благодаря чему это качество уже не столь необходимо, как это было несколько лет назад.

Экономичность применения местного материала. Прочность современной усовершенствованной дороги зависит не столько от употребляемого минерального материала, сколько от связующей способности и сопротивляемости атмосферическим агентам связующих веществ, применяемых для связи минеральных материалов.

На основании опыта, полученного за последние несколько лет, окончательно установлено, что при устройстве дороги почти любого типа всегда могут быть в некоторой степени использованы имеющиеся в данной местности материалы. Насколько важно употребление местных материалов, станет ясно, если учесть, насколько выгодным является это обстоятельство. Использование местных рабочих рук, экономия в погрузке и транспортных расходах, успешное использование материалов, которые иначе не имели бы большого коммерческого значения, и наконец развитие местной промышленности, активно и реально заинтересованной в постройке и содержании дорог, являются доказательствами ценности эксплуатации местных источников материалов.

Почти все местные запасы могут быть использованы. Почти все виды местных горных пород могут быть использованы как при подготовке подстилающего грунта, так и в качестве материала для оснований, и многие из них—для устройства самой одежды. Хотя многие породы, как-то: слабые песчаники, кварциты и известняки не годятся для употребления в верхний слой дороги, они почти все с успехом могут быть использованы для устройства оснований. Интересный пример обработки и использования местного оолитового известняка при усовершенствовании магистральных дорог представляет собой работа, произведенная в одном из крупных округов Англии.¹

Использование местных материалов в Оксфордшайре. Когда А. Е. Кокертон был назначен областным дорожным инженером Оксфордшайра, ему пришлось иметь дело с большой сетью магистральных дорог, нуждавшихся для удовлетворения требованиям современного транспорта в устройстве как более прочных оснований, так и усовершенствованных дорожных одежд. Разрешение этой задачи было осложнено тем обстоятельством, что эта область, с материальной точки зрения,—одна из самых бедных в стране и вместе с тем не обладает местными запасами твердого камня, годного для дорожного строительства. Дороговизна привозного твердого камня вместе с недостаточным отпуском средств,

¹ Оолитовый известняк отличается своим строением; он состоит из мелкокристаллических шариков, так называемых оолитовых зерен. При очень мелком зерне он называется *кряным камнем*; при крупном зерне величиной с горошину *гороховым камнем*.

заставила этого инженера обратить внимание на материалы, обыкновенно ранее не употреблявшиеся при постройке дорог.

В центральной и северной частях Оксфордшайра имеются большие отложения оолитовых известняков разной степени твердости: все они очень богаты известью и обыкновенно считались непригодными для устройства хорошей дорожной одежды. Предшественник вышеназванного инженера предпринял некоторые шаги для использования этого материала, и последнему вскоре стало ясно, что единственным методом удешевления постройки дорог является использование этого материала, если таковое вообще возможно. Дополнительным к этому мотивом было наличие в округе большого числа безработных, из которых многие могли быть успешно использованы для разработки местных карьеров.

Непригодность оолитового известняка для постройки обыкновенного щебеночного шоссе. Оолитовый известняк Оксфордшайра, употреблявшийся в прежнее время для ремонта дорог в этой области, быстро превращался в зимнее время в желтую грязь,¹ в то время как летом он превращается в столь же неприятную слепящую пыль. Дорожники поняли, что если бы этот камень мог быть защищен от влаги, он оказался бы годным для современного транспорта, несмотря на то, что он является сравнительно мягким, так как его химический состав не отличается от таких известняков, которые, будучи соответствующим образом предохранены природой от влаги, доказали свою способность выдерживать самый тяжелый проезд.

Сходство оолита и известняка из природного асфальта. Это легко понять, принимая во внимание, что химический анализ оолитового известняка совершенно сходен с анализом известняка, входящего в состав природных известняковых асфальтовых пород, распространенных в различных частях света; употребление природного асфальтового известняка довольно распространено в Европе для устройства одежд из прессованного асфальта.²

Давно уже установлено, что этот последний материал годен для улиц с наиболее тяжелым проездом, хотя фактически он и состоит из мягкого камня.

Опыты с оолитом и битумом. Для выяснения свойств оолитового известняка, обработанного битумом, были произведены различные испытания. Первый опыт заключался в погружении образцов известняка в битум и в последующем испытании этих образцов под действием высоких и низких температур попеременно. Этот опыт был произведен в лаборатории, в которой камень, покрытый битумом, был последовательно заморожен и нагрет, а затем подвергнут вымачиванию в воде. После битум был экстрагирован, и в структуре камня не оказалось никаких изменений; что дало надежду на то, что если камень будет соответствующим образом защищен битумом, который повидимому имеет сродство с известняком, он может оказаться годным для дорожной одежды. На основании произведенных опытов были построены в 1921 г. большие участки дорог этого типа.

Метод постройки. Метод заключался в следующем. Добытый из карьера камень поступал в камнедробилки, а затем обрабатывался чистым

¹ См. гл. XV.

² Зимнее время в Англии сопровождается главным образом дождями.

битумом или особым битумным составом. Далее в горячем виде он укладывался на дорогу тем же способом как укладывается тармакадам и уплотнялся тяжелым катком. Употребление тяжелого катка было преднамеренно, так как считалось, что всякое могущее последовать дробление камня пусть лучше будет произведено катками, чем действием проезда. Значительное количество щебня было раздроблено под тяжестью катка, но получившаяся таким образом каменная мука была втянута битумом и образовалась очень плотная дорожная одежда. После укладки материал был обычным порядком подвергнут поверхностной обработке. Результаты были очень удачны, и в последующие годы были построены дороги таким способом на значительном протяжении. Многие участки дорог с этой одеждой испытывали проезд в 4 000 тонн в день и после шести лет службы находились в прекрасном состоянии. Образцы, вынутые из дороги, прослужившей несколько лет, в разрезе очень плотны, и минеральный материал видимо совершенно не поддавался действию атмосферических агентов.

Были также применены и другие способы использования этого материала, отличавшиеся друг от друга в деталях, и все полученные результаты были вполне удовлетворительны. Строители держатся того взгляда, что одежда, устроенная таким образом, в будущем явится лишь хорошим основанием, т. е. после того как этот обработанный битумом местный материал отслужит свой срок в качестве одежды, на него может быть положена более усовершенствованная одежда, а он превращен в основание.

Известняк и его сродство с битумом. Специалисты изучавшие этот метод, вовсе не утверждают, что дороги, построенные таким способом, лучше дорог, построенных из твердого гранитного или шлакового материала, но вышеуказанный инженер вполне доказал на практике, что при старании дороги могут быть построены из сравнительно мягкого каменного материала. Нет никакого сомнения, что большая доля успеха в этом деле является следствием сродства известняка и битума и что употребление тяжелого катка для уплотнения имеет также большое значение, так как все могущее быть дробление камня происходит во время постройки, а не под действием проезда. Пыль, образующаяся от дробления во время укатки, фактически действует как заполнитель для всего могущего оказаться в материале излишнего количества битума.

При использовании такого рода материалов требуется еще больше внимания, чем обыкновенно, но решение в каждом отдельном случае, конечно, должно зависеть от местных условий, и о правильности решения судят по результатам дела. В указанном случае были получены удачные дороги, при значительно уменьшенной стоимости и при употреблении сравнительно мягкого местного камня, притом такого, который при нормальных условиях был бы признан негодным для постройки дорожной одежды.

Минеральные материалы, обычно употребляемые в дорожном деле. Ниже приводится краткое описание минеральных материалов, обычно употребляемых в дорожном строительстве.

Г р а н и т—изверженная порода зернисто-кристаллического строения, встречается в больших количествах в древних геологических образованиях. Минералами, образующими гранит, являются: кварц и

полевой шпат, прослоенные тонкими лепестками слюды. Граниты содержащие избыток полевого шпата нежелательны для дорожного строительства, вследствие способности полевого шпата к выветриванию; наличие слюды весьма нежелательно.

Прочность гранита в значительной степени зависит от содержания кварца, от степени крупности зерен и от равномерного распределения полевого шпата. Железо в нем не должно содержаться в каком бы то ни было виде.

Соответствующая геологическая карта показывает распределение гранита на Британских островах, и по ней можно видеть, что этот ценный дорожный материал распределен хорошо и притом встречается в мощных залеганиях, так что, — по мнению некоторых английских инженеров, — трудно объяснить себе необходимость его импортирования из-за границы.

Сиенит так же, как и гранит, состоит из полевого шпата, слюды и кварца с добавлением роговой обманки. Он обладает большой вязкостью. Сиенитовые граниты более вязки и плотны, чем обыкновенные граниты.

Роговообманковые породы содержат силикат магния, железа, кальция и глинозема и встречаются во многих разновидностях. Они исключительно вязки и тверды.

Базальтовые породы мелко зернисто-кристаллического строения, состоят из полевого шпата и роговой обманки. Это плотно-зернистые, вязкие и прочные породы. Легко раскалываются на шашки и применяются с хорошими результатами для брусчатых одежд.

Известняки — очень распространенные породы. Известняк вторичного происхождения, так как он образовался из первоначально существовавших пород. Он чрезвычайно разнообразен в отношении химического состава и физических свойств и состоит главным образом из углекислого кальция. Первоначальные породы, из которых произошло большинство осадочных пород, считаются большинством геологов — изверженного происхождения. Материалы, из которых состоят осадочные породы, в особенности известняки, накопились под водой и произошли от выветривания прежде существовавших пород и из веществ, находящихся в морской воде и спрессовавшихся огромным давлением воды вероятно в течение целых геологических периодов. Эти отложившиеся в воде материалы, цементируясь, образуют сплошные породы; цементирующими веществами при этом служат некоторые продукты распада минеральных материалов, содержащихся в морской воде. Наиболее распространенные цементирующие вещества: углекислый кальций, кремнезем и окись железа. Разнообразие окраски и качества разных слоев камня в карьерах осадочных пород произошло вследствие смены потоков вод, приносящих с собой к месту отложения остатки прежде существовавших горных пород и минеральных веществ. По уплотнении и цементировании осадочная порода была вероятно разрушена действием вулканических сил, с образованием различных углов наклона слоев, от горизонтального положения до наклона в 60° , и с приданием слоям разной толщины, от нескольких сантиметров до нескольких метров, причем наибольшая наблюдаемая в карьерах толщина слоев доходит до 3,6 м (12').

Типичный образец известняка для дорожного строительства. Известняки могут быть ориентировочно разделены на четыре класса, по их

месторасположению на востоке и юго-востоке Англии и Уэльса, а именно: известняки, встречающиеся в: 1) Глочестершайре (Gloucestershire), 2) Сомерсете (Somerset) и Девоне (Devon), 3) Южном Уэльсе (South Wales) и 4) Дербишайре (Derbyshire). Если взять известный тайферингтоновский камень, то мы увидим в известной мере зернистую породу, частично кристаллическую. Этот камень употребляется в течение последних 50 лет в качестве дорожного материала. Большей частью эта порода темносинего цвета, хотя имеются розовато-серые и серые слои. Величины временного сопротивления сжатию всех трех различно окрашенных слоев приблизительно одинаковы; ниже приводятся некоторые данные произведенных испытаний.

Химический анализ показал следующий состав (в процентах):

Углекислый кальций	81,80
Углекислый магний	11,34
Кремнезем и силикаты	5,56
Окись железа и глинозем	1,04
Прочие вещества	0,26

Итого 100%

Тайферингтоновский камень в литературе часто определяется как кремнь или жерновой камень, но это неправильно, так как жерновой камень обыкновенно представляет собой крупнозернистый песчаник или мелкозернистый кварцит.

Ниже приводятся результаты испытаний на сжатие трех образцов этого камня, произведенных Киркальди (Kircaldy).

Результаты испытания на сжатие тайферингтоновского камня из карьеров в Фелфилд Глочестершайр (Falfield Gloucestershire)¹

№№ испытаний	Название карьеров и №№ пластов	Размеры образцов в см	Площадь основания см ²	Полное разрушение	
				разрушающее усилие кг	временное сопротивление сжатию кг/см ²
1386	Пласт № 3	10,1 × 10,2 × 10,1 (4,01 × 4,02 × 3,98)	103 (16)	225 616 (497 500)	2 190 (31 094)
1385	Мильстон Грит . . Пласт № 2	9,2 × 9,2 × 9,2 (3,62 × 3,65 × 3,61)	85 (13,18)	182 080 (401 500)	2 142 (30 463)
1384	Тайферингтон Гло- честершайр Пласт № 1	10,0 × 10,2 × 10,1 (3,97 × 4,02 × 3,98)	103 (16)	213 000 (469 700)	2 068 (29 356)
	Среднее	—	—	206 890 (456 223)	2 130 (30 304)

Примечание. Образцы для испытаний были отшлифованы. Удельный вес камня 2,66.

¹ Тайферингтон — местное название карьера. Числа в скобках — те же размеры соответственно в английских дюймах и фунтах.

Обыкновенное щебеночное шоссе из известняка не удовлетворяет требованиям современного транспорта. В период, когда щебеночное шоссе (20 лет назад) было наиболее распространено, практиковалось употребление для шоссе камня изверженных пород (диабазы, граниты, базальты и пр.) в местах, где доставка их по железной дороге или морем была недорога, а известняки широко употреблялись только в местах их залегания или там, куда они могли быть доставлены из ближайших местностей. Однако с увеличением автомобильного движения значительно увеличился износ камня, а следовательно и образование пыли, почему считалось весьма вероятным, что это обстоятельство сильно сократит употребление известняков в дорожном строительстве. Когда было введено употребление дегтя как для поверхностной обработки, так и для устройства тармакадама, количество пыли значительно уменьшилось, и было установлено замечательное сродство известняка с дегтем. В настоящее время известняк хорошего качества считается одним из лучших минеральных материалов для постройки тармакадамных дорог; однако камень, покрытый пылью, непригоден для изготовления тармакадама и цементного бетона.

Действие дегтя на известняк. Известняк хорошо объединяется с дегтем и без сомнения обладает свойством поглощать из дегтя часть содержащихся в нем масел; эта поглощательная способность вообще незначительна; на основании произведенных испытаний установлено, что глубина проникания дегтя в высушенный камень приблизительно равна толщине толстого листа бумаги при более или менее густом сорте дегтя (например вязкостью в 50 сек. по Хэтчинсону) и несколько глубже при более жидком сорте дегтя (вязкостью в 20 сек.); в последнем случае поглощается часть средних масел (креозотовое масло).

Песчаник—осадочная порода, устойчивость которой против выветривания находится в прямой зависимости от количества содержащихся в ней цементирующих веществ, углекислых кальция и магния, кремнезема, глинозема и окисей железа.

Он употребляется для шашек брусчатых мостовых, но только для дорог с легким и средним проездом и только при условии защиты его каким-либо битуминозным связующим веществом методом поверхностной обработки. Песчаник из карьера Бристоль Пеннент (*Bristol Pennant*) очень распространен и с успехом применяется для мощения и устройства бордюров. Его красная, синяя и светложелтая окраска придает ему художественный и привлекательный вид. Он также применялся с успехом для асфальтового и цементного бетона.

Кремень. Хотя сопротивление сжатию черных кремней одинаково, а иногда и превышает таковое для гранита Гернсей (*Guernsey*), однако их сопротивление на удар крайне незначительно, вследствие чего они непригодны для дорог с тяжелым проездом. Качество годных для дорожного строительства кремней весьма различно, но лучшими следует признать кремни, добытые на поверхности; они более вязки, чем кремни, добытые в карьерах. Этот камень успешно применяется для цементного бетона и асфальта.

Гравий—один из местных материалов, широко распространенный по всей стране. В некоторых округах это единственный местный материал, дающий превосходные результаты в бетонных и асфальтовых дорогах. В случае содержания в нем более 5% глины он должен быть промыт

перед смешиванием с цементом. Он может быть употреблен без промывки в асфальтовые одежды, но не в цементобетонные, даже если он содержит большой процент органических веществ, так как при высокой температуре, которой он подвергается в смесителе, последние сгорают.

Лучшие результаты получаются, если гравий дробится перед его употреблением в качестве материала для дороги из цементного бетона, это в особенности важно при устройстве верхнего слоя, так как небольшие округлые частицы склонны выходить из поверхности слоя, производя в ней небольшие неровности; по этой же причине не следует употреблять сильно округленного гравия для верхнего слоя.

В настоящее время дороги из гравия строятся только на отдаленных участках загородных дорог, но гравий часто употребляется при устройстве оснований на слабых грунтах. Гравий значительно больше применяется в Америке, где имеются дороги из гравия на значительном протяжении. На этих дорогах американские инженеры ежегодно вспахивают грейдерами верхний слой и обрабатывают дорогу соответствующими битуминозными веществами. Для среднего проезда получаются хорошие результаты.

В Англии ежегодно употребляется большое количество гравия для засыпки обрабатываемых дегтем дорог и для устройства тротуаров.

Значение песка. Песок встречается большими карьерами, и употребление его все время увеличивается; он применяется в различных стадиях и типах дорожных работ. Он играет значительную роль в цементном бетоне и асфальтовом бетоне и является главной составной частью одежды из асфальтового раствора. Годный для цементного бетона песок встречается чаще, так как предъявляемые к нему технические условия не столь жестки, как требования, предъявляемые к песку для асфальта, но материал отдельных местных карьеров часто может быть путем подбора из нескольких доведен до требуемого состава по крупности частиц. Песок употребляется в качестве заполнителя,¹ для поверхностной обработки, для посыпки улиц зимой и в качестве подушки для брусчатых и клинкерных мостовых.

Отбросы некоторых производств и их использование. Клинкерный щебень употребляется для улучшения подстилающего грунта в качестве подушки под основание тельфорда, при поверхностной обработке, для цементного и асфальтового бетона.²

Для асфальтового и цементного бетона подходящим является шлак, полученный из деструкторов, т. е. специальных мусоросжигательных печей.³ Обычный топочный шлак часто содержит известковые вещества, которые могут быть вредны, так как способны гаситься.

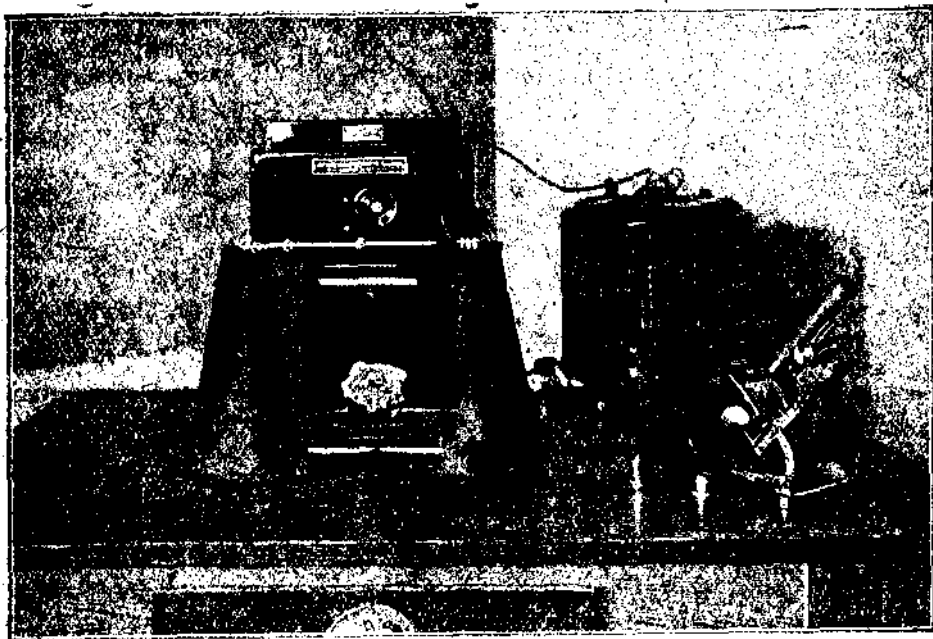
Применение шлака для дорожного строительства. Шлак в большом количестве употребляется для устройства оснований и для дорожной одежды. Он еще слабо использован для цементного бетона и требует очень тщательной сортировки при объединении его с цементом.

¹ Очень мелких сортов.

² Здесь под клинкерным щебнем разумеется не специальный дорожный клинкер, но некоторые частично-сплавленные шлаки из котельных топок и из других производств.

³ Пригодность для этих целей шлака мусоросжигательных печей зависит от типа самой печи, степени обжига и других условий.

Шлак, употребляющийся обыкновенно в дорожном строительстве, образуется при удалении из железа посторонних примесей и представляет собой сплавленную смесь кремнезема, извести, магнезии, глинозема, железа и пр. Так как плавление происходит в доменных печах при очень высокой температуре, получаемый материал совершенно свободен от посторонних веществ и однороден. К сожалению, специалисты доменного производства не изучают состава шлака и для облегчения работы, посредством увеличения текучести расплавленного шлака, иногда прибавляют большое количество извести. Эта известь, удешевляя превращение в доменной печи железной руды в чугун, ухудшает качество полученного шлака.



Фиг. 17. Кварцевая лампа Ханновия, дающая ультрафиолетовый свет для изучения шлаков.

При продаже его в таком виде легко заметить излишек извести и забраковать его, но часто случается, что шлак продается в объединении с дегтем как материал для тармакадаменных одежд. В таком случае до укладки материала бывает трудно определить, годен материал или нет. Шлак, содержащий излишек извести, пропускается через смеситель и выходит в виде тармакадама; при этом он вскоре после укладки распадается. Это распадение обыкновенно происходит лишь после раскалывания материала под тяжестью катка и после того как влажный воздух воздействует на двукальциевый силикат, содержащийся в шлаке.

В целях быстрого определения присутствия извести в шлаке, при производстве тармакадама, применяется способ, посредством которого в шлаке может быть обнаружено присутствие извести. После многолетней исследовательской работы стали применять кварцевую лампу Ханновия (*Hannovia*), излучающую ультрафиолетовые лучи, бла-

годаря чему можно забраковать негодный шлак в самом начале производства, фиг. 17. Поэтому в настоящее время устранена возможность употребления шлака сомнительного качества.

Некоторые старые доменные шлаки настолько плотны, что производят впечатление окрашенных кусков фарфора. Такого вида шлаки при укатке раздробляются на мелкие куски, а стекловидная поверхность совершенно не допускает связи с дегтем или битумом. Наоборот некоторые шлаки чрезвычайно легки и пористы и имеют столь много раковин, что совершенно непригодны для употребления. Эта разница в строении и химических свойствах материала является его главным недостатком.

Исключая эти два негодных сорта шлака, следует отметить, что имеется сорт, который особенно хорош для всякого рода дорожных работ. Это прочный, плотный материал, слегка пористый, с несообщающимися порами, обладающий не только большим сопротивлением сжатию, но и большим сопротивлением на удар. Этот тип материала—кристаллического характера, обладающий хорошей колкостью по плоскостям и угловатым изломом.

Благодаря неровности поверхности такой шлак имеет большое сродство с дегтевым и битумным веществом в такой степени, что связующее вещество фактически составляет одно целое с шлаком. В этом можно убедиться, отколов кусок обработанного материала, который покажет, что содержащиеся в дегте масла на значительную глубину проникли в тело шлака. Ясно, что шлак такого качества вполне пригоден для устройства хорошей дорожной одежды, принимая во внимание, что после обработки шлак и связующее вещество сливаются в одно целое. Небольшие кусочки материала отламываются во время укатки и смешиваются со связующим веществом; эти частицы заполняют промежутки и способствуют образованию одежды, лишенной пустот. При таких условиях не может быть внутреннего трения частиц между собой под проездом и нагрузка проезда поэтому равномерно распределяется на большую площадь.

Физические свойства хорошего шлака обуславливают его достоинства в дорожной одежде; его абсорбционная способность и сродство с дегтем, благодаря его неровной шероховатой поверхности, делают из него идеальный материал для дегтевых и битумных одежд. Угловатые щебенки хорошо заклинивают механически друг друга и соединяются между собой, образуя при укатке плотную кору.

Химически шлак активен, и его цементирующее действие при укатке без битуминозных связующих значительно. Между шлаком, полученным некоторыми особыми методами,¹ и портландцементом нет существенной разницы в $\%$ -ном содержании кремнезема, глинозема, окиси магния и железа. По данным П. Бульноа (Boulnois) шлак этого типа, пригодный для дорожного строительства, не должен весить менее 1 500 кг в м³ (2 576 фнт. в куб. ярде) и должен содержать приблизительно: 40% извести, 40% кремнезема и 20% глинозема. Наличие небольшого количества окиси магния увеличивает силу его сопротивления.

Шлаки, получаемые из доменных печей работающих на горячем или на холодном дутье, представляют типы материалов, обыкновенно употребляемые в дорожном строительстве, хотя шлаки, полученные другими

¹ При работе доменной печи без подогрева воздуха — «на холодном дутье».

способами, например при производстве бессемеровской и кислой стали, также употребляются в значительном количестве.

Допускаемые уклоны дорог в зависимости от типов одежд. Американское общество гражданских инженеров согласно докладу специального комитета в 1918 г. рекомендует следующие максимальные пределы уклонов для различных типов дорожных одежд (в процентах)¹:

1. Щебеночное шоссе	12 (1/8,3)
2. Гравийная одежда	12 (1/8,3)
3. Клинкерная мостовая	12 (1/8,3)
4. Брусчатая мостовая	15 (1/6,6)
5. Щебеночное шоссе с пропиткой битумом или дегтем	8 (1/12,5)
6. Асфальтовый бетон	8 (1/12,5)
7. Щебеночное шоссе с поверхностной обработкой битумом или дегтем	6 (1/16,6)
8. Цементный бетон	8 (1/12,5)
9. Асфальтовый раствор	5 (1/20,0)
10. Торцовая мостовая	4 (1/25,0)

¹ В Союзе ССР эти нормы ниже.

ГЛАВА V

РАЗРАБОТКА КАРЬЕРОВ

Описание разработки карьера. Полезно сделать краткий обзор разработки карьера, причем выбран Тайферингтонский карьер (*Tytherington Quarry*) для иллюстрации современной практики этого дела.



Фиг. 18. Пневматическое бурение породы при разработке карьера.

Этот карьер снабжен сильным механическим оборудованием, и главнейшая установленная в нем система работ является прекрасным примером современной техники разработки.

Первым необходимым этапом при открытии карьера является удаление съема, т. е. слоя обыкновенного почво-грунта, покрывающего породу. Толщина съема в среднем 0,60 м (2'), который сначала разрыхляется пневматическими ломami и лопатами, а затем грузится в вагонетки и увозится из карьера.

Бурение камня. После производится бурение камня пневматическими бурами; на фиг. 18 изображен перфоратор системы Инджерсоль-Х-71 (*Ingersoll-X-71*) во время работы: это самый большой из перфораторов, и благодаря его весу и силе удара им можно пользоваться при работе с исключительно твердой породой или

для глубокого бурения. Он может высверливать скважины—7,5 см (3") в диаметре и глубины до 10,5 м (35'), хотя обыкновенная глубина скважин в Тайферингтоне не превышает 7,5 м (25'). Производительность бурения около 2,5 см (1") в минуту, или 12 м (40') в день, причем скважины обыкновенно высверливаются отдельными сериями, приблизительно

но на расстоянии в 3 м (10') один от другого при числе скважин в серии 5—10 штук.

Взрывные работы. Эти скважины заряжаются каким-либо безопасным взрывчатым веществом, например аммоналом, и др., причем взрыв производится посредством электрического детонатора.

Колка вручную. Полученный взрывами камень раскалывается на глыбы размерами 75×37,5 см (30×15") и меньше мастерами, хорошо владеющими кувалдами, вес которых заключается в пределах от 8 до 10 кг (18—22 фнт.). Для раскалывания камня необходима известная сноровка; опытный мастер, благодаря умению владеть кувалдой и инстинктивному угадыванию правильного направления ударов, расколет глыбу на отдельные куски весом от 50 до 75 кг (100—150 фнт.) и меньше одним или двумя ударами. Наоборот неопытный рабочий произведет много ударов, откалывая мелкие куски, и выбьется из сил, не расколов камня. После расколки на куски соответствующего размера камень грузится в опрокидывающиеся вагонетки, передающиеся по дековилевским путям.

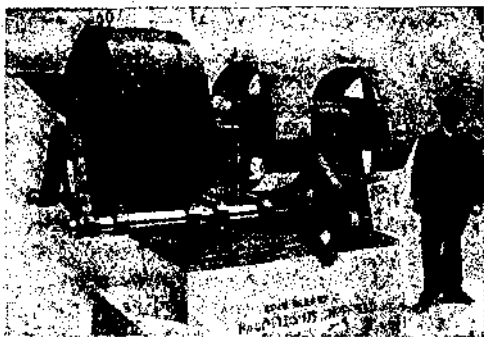
Ограниченное пользование паровыми лопатами. Вследствие высоких требований в отношении однородности камня, предъявляемых к дорожному камню в Англии, редко бывает возможна погрузка его паровыми лопатами, как это принято делать в Америке; но в случаях, когда камень вполне однороден по качеству (что бывает довольно редко), все же применяют этот механический способ погрузки. Нагруженные вагонетки перевозятся при помощи механического вóрота к большому бункеру, откуда камень подается механическим транспортером Р о с с а (Ross) в камнедробилку М а р с д е н а (Marsden) с отверстием зева в 75×45 см (30×18").

Эта машина дробит материал на куски крупностью от 12,5 до 15 см (5—6"), после чего он поднимается элеватором, снабженным стальными ковшами, к серии промежуточных камнедробилок, в которых камень дробится на щебень крупностью в 7,5 см (3") и ниже.

Подъем к грохотам и грохотка. После этого щебень снова поднимается элеватором такого же типа к сериям тройных грохотов, где он сортируется на следующие размеры 70, 62, 50, 37, 20, 12, и 6 мм ($2\frac{3}{4}$ ", $2\frac{1}{2}$ ", 2 ", $1\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ " и $\frac{1}{4}$ дм.) включительно до муки. Весь материал, выпадающий размеры 70 мм ($2\frac{3}{4}$ "), выкидывается грохотом на ленточный конвейер, доставляющий его к крошилке, в которой он дробится на материал в 20 мм ($\frac{3}{4}$ ") и ниже, причем этот материал снова поступает в главный элеватор для вторичного грохочения. Сортированный материал попадает в бетонные бункеры, а из последних грузится в вагоны и грузовики или в закрома, откуда он поступает в сушильные барабаны установки для производства тармакадама.

Производство тармакадама. Питание сушильных барабанов производится при помощи спускных жолобов, по которым материал подается из бетонных бункеров в стальные закрома емкостью 550 кг (1 200 фнт.), поднятые на высоту около 9 м (30') и поочередно автоматически опоражнивающиеся во вращающиеся барабаны. После этого материал пропускается через два вращающихся барабана, которые нагреваются горячими газами, доставляемыми всасывающими вентиляторами через длинный боров, идущий от коксовой топки, находящейся в нижней части установки. Высушенный и нагретый материал поступает затем в целый ряд мешалок, и когда мешалка наполняется материалом, в нее добавляется

битумно-дегтевая смесь, поступающая из мерительного резервуара, расположенного над мешалкой. Резервуар снабжается при помощи циркуляционной системы труб расплавленным дегтем из нагреваемых змеевиками котлов с дегтем, расположенных ниже уровня земли; деготь подается из котлов в резервуар с помощью нагнетательных насосов Э в а н с а (Evans).



Фиг. 19. Дисковая камнедробилка системы Хедфильд.

Природный битум нагревается в отдельных котлах, причем добавляемое к дегтю количество битума несколько меняется в зависимости от времени года.

Вспомогательные отрасли работы в карьерах. Приведенные выше сведения весьма сжато описывают производимые работы, так как более подробное описание всех работ, выполняемых в этом или каком-либо другом современном карьере, заняло бы

слишком много места. Вспомогательные работы,—как например правка буров на бурозаправочных машинах, закалка стали в специальных печах, сбор каменной муки и упаковка ее в мешки для дальнейшего использования в качестве заполнителя для асфальтовых работ, производство в стальных формах бетонных бордюров, лотков и тротуарных плит,—придают большой интерес карьерным работам и составляют такие отрасли дорожной промышленности, которые требуют значительного опыта и знаний.

Оборудование карьера и предъявляемые к нему требования. Для карьерови шлаковых отвалов, в которых материал готовится для работ по дорожному строительству, требуется оборудование тяжелого типа, состоящее из подающих материалов, приспособлений, камнедробилок, грохотов и бункеров.

Все оборудование должно быть прочной конструкции. Камнедробилки употребляются обыкновенно щековые или центробежные.

Для работы в карьерах оборудование обыкновенно бывает стационарного типа; для малых работ применяется оборудование передвижного типа, состоящее из камнедробилки, грохота и двигателя, устанавливаемых на общей передвижной платформе с колесами для легкого передвижения с одного места на другое.

При рассмотрении вопроса о камнедробилках необходимо обращать внимание на следующие обстоятельства:

- 1) простота и прочность конструкции,
- 2) сменные части,
- 3) отсутствие возможности засорения,
- 4) требуемая двигательная сила,
- 5) отсутствие дрожания и бесперебойность работы,
- 6) производительность.

Рассмотреть в деталях различные машины и приспособления, составляющие оборудование карьера, невозможно в виду их многочисленности и разнообразия, тем более что выбор и применение их в зна-

чительной степени зависят от местных условий. Расположение и группировка различных машин и приспособлений, составляющих полное оборудование, необходимое для успешной работы карьера, включая транспортные устройства, являются вопросами, требующими несравненно больше места, чем имеется в нашем распоряжении. Приводимые данные описывают в главнейших чертах наиболее важные машины, встречающиеся в любом большом современном карьере: камнедробилки, грохоты, элеваторы и крошиллки. Вопросы о выборе движущей силы—пар, каз или электричество—здесь не рассматриваются.



Фиг. 20. Центробежная камнедробилка при центральной установке для изготовления тармакадама.

Дисковая камнедробилка. Кроме камнедробилок щекового типа строятся дисковые дробилки «Гекла» (*Hecla*), представляющие собой машины большой мощности. В этих камнедробилках камень подается через спускную воронку в диски, где центробежная сила отбрасывает его в более широкую часть приемника, образующуюся благодаря специальной форме дисков и их расположению. Движение машины заставляет материал двигаться в направлении более узкой части дробилки, причем во время этого движения он ломается и дробится, и когда материал снова достигает более широкой части, доведенный до нужного размера материал выходит наружу. На фиг. 19 показана дисковая камнедробилка системы Хедфильд.

Камнедробилка центробежного типа Хедфильд (*Hadfield*) представляет собой мощную машину большой производительности, годную для работы с твердым материалом (фиг. 20).

Строительством камнедробилок занимаются в Сталибридже, Лидсе и Лейчестере. (*Stalybridge, Leeds, Leicester*).

Таблица величины составных частей стоимости разработки камня.

Наименование статей	Процент от общей стоимости
Основные расходы	
Заработная плата	2,9
Снятие вскрыши	9,0
Бурильные и взрывные работы	4,7
Порох 0,1 кг на тонну (0,229 фнт.)	5,5
Другие материалы	0,3
Погрузка и перевозка из карьера к камнедробилкам	48,9
Материалы	0,4
Удаление отбросов (рабочая сила)	12,8
Операционные расходы машины (рабочая сила)	3,2
Материалы	0,7
Погрузка в вагоны и на суда (рабочая сила)	1,9
Содержание (рабочая сила)	2,5
Материалы	2,4
Общие расходы	
Рабочая сила	0,5
Мелкие расходы	0,4
Оплата персонала	3,9
	100,0%

Эта таблица, показывающая величины составных частей стоимости разработки камня в карьере, составленная Бланчардом (Blanchard),¹ представляет значительный интерес и имеет большую практическую ценность для областных дорожных инженеров, разрабатывающих свои карьеры, при составлении смет на производимые ими дорожные работы.

Грохоты. Грохоты по форме бывают цилиндрические или шестиугольные. Обыкновенно употребляются цилиндрические грохоты, но в случаях, когда нужно произвести грохотку материала, легко комкующегося от влаги, например мелкого гравия, применяются шестиугольные грохоты, так как плоские стороны грохота сообщают более значительные удары материалу во время его движения вдоль грохота.

Способы приведения грохота в движение. Грохоты приводятся обыкновенно в движение одним из трех способов: а) конической зубчатой передачей, причем этот механизм действует при помощи центрального вала; б) посредством трения при помощи роликов, установленных с наружной стороны грохота; в) цепной передачей в грохоте подвесного типа. Оба последние типа не нуждаются в центральном вале.

Элеваторы. Элеваторы с ковшами применяются для поднятия щебня к грохотам, которые должны быть установлены на такой высоте, чтобы материалы, поступившие из грохотов в бункер, могли из бункеров самотеком выйти в грузовики для отвозки на место работ. Элеваторы бывают цепные или ленточные. Для того чтобы работа элеватора была производительна, подача должна быть непрерывной и материал должен полностью высыпаться. Энергия, необходимая для работы элеватора, незначительна.

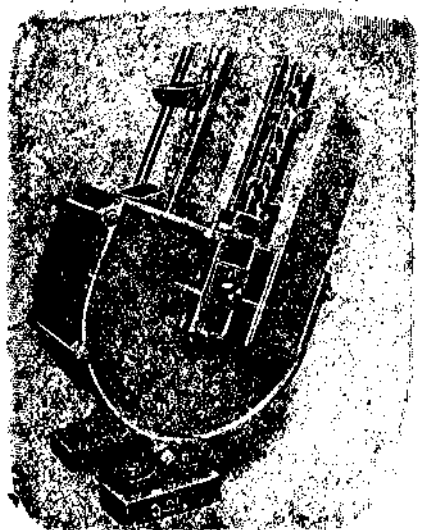
¹ Справочник для дорожных инженеров Бланчард (*Highway Engineers Handbook Blanchard*).

В качестве примеров приведем характеристику ленточного элеватора «Климакс» (*Climax*) и цепного элеватора «Рокклифт» (*Rocklift*), фиг. 21 и 22.

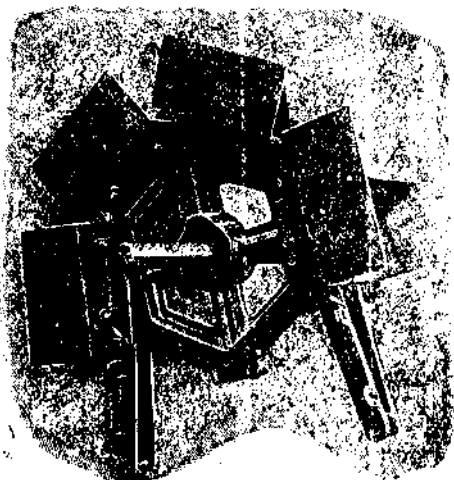
Ленточные элеваторы, снабженные ковшами $50 \times 22,5$ см ($20 \times 9''$), поднимают на высоту 18 м (60') в минуту, при 35%-ной максимальной производительности, 51 тонну в час и требуют для работы 5 л. с.

Цепные элеваторы, снабженные ковшами $52,50 \times 21,25$ см ($21 \times 8\frac{1}{2}''$), поднимают на высоту 18 м (60') в минуту, — при 50%-ной максимальной производительности, 25 тонн в час и требуют для работы 4 л. с.

Крошиллки. Вследствие роста потребления каменной мелочи для поверхностной обработки и бетона, а также порошкообразного заполнителя для асфальтовых работ, в настоящее время явилась необходимость



Фиг. 21. Нижняя часть цепного элеватора для щебня.



Фиг. 22. Верхняя часть цепного элеватора для подъема щебня.

в специальных машинах для измельчения щебня до особо мелких размеров в количестве, достаточном для удовлетворения спроса на эти материалы, фиг. 23. При обыкновенной бойке щебня, например крупностью в 5 см (2'), камнедробилками количество получающейся каменной мелочи часто недостаточно для удовлетворения потребностей.

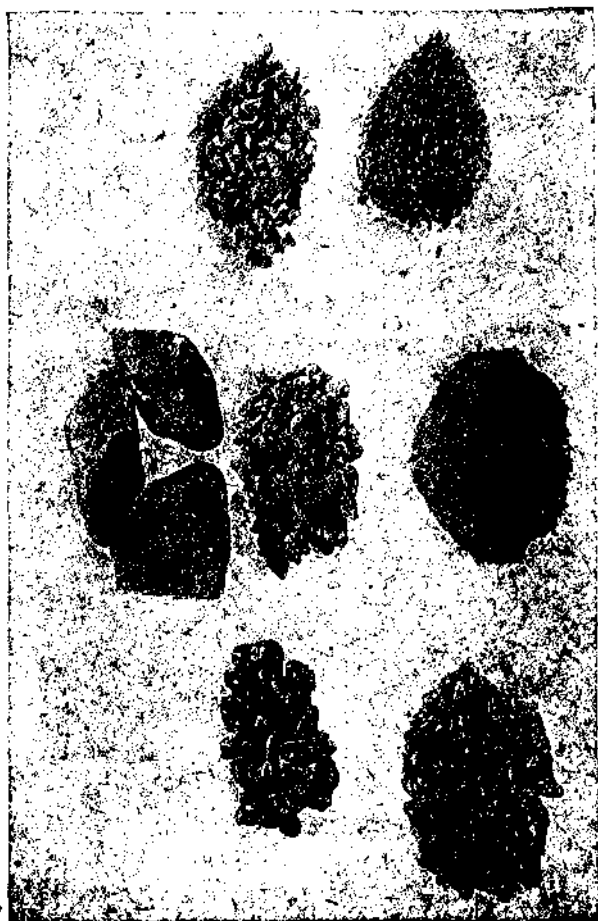
Специальная крошиллка для производства каменной мелочи. Для этой работы существуют различные специальные типы крошилок: среди них патентованная крошиллка, изображенная на прилагаемом рисунке, фиг. 24, представляет собой машину, при помощи которой производится измельчение минерального материала средней крупности в каменную мелочь и более мелкий материал. Ниже приводятся нормальная производительность этих машин и требуемая для их работы движущая сила.

Крошиллка № 1 (малый размер) измельчает кремнь, гравий, клинкер и т. д. крупностью от 20 до 75 мм ($\frac{3}{4}$ —3") и мельче, — до крупности песка, причем больше всего получается материала от 1,5 до 10 мм ($\frac{1}{16}$ — $\frac{3}{16}''$), при производительности 5 т в час и при 8—10 л. с. необходимой энергии для работы машины. При более мелком измельчении производительность приблизительно 3 т в час

при одинаковом расходе энергии. Получаемый материал имеет форму близкую к кубической и состоит из различных фракций крупности до песка.

Крошилка № 2 измельчает гравий, клинкер и т. д. крупностью от 20 до 150 мм ($\frac{3}{4}$ —6") и мельче при часовой производительности в 15 т и расходе энергии в 18—20 л. с.

Нормальная скорость вращения ротора 950—1 000 оборотов в минуту.



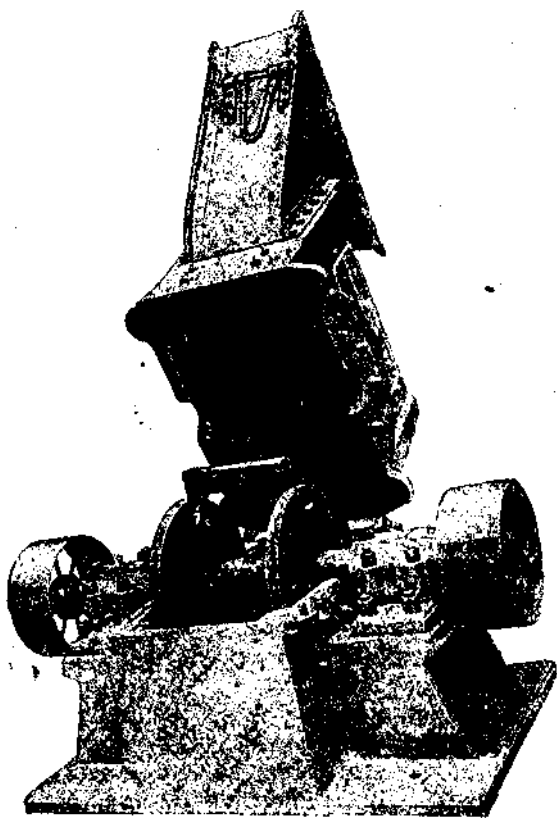
Фиг. 23. Различные фракции каменного материала, получающегося на молниеносной крошилке.

При пуске ротора в ход молотки принимают по отношению к нему радиальное положение и бьют материал на лету при его падении через воронку. Эти удары разбивают камень и бросают его с громадной силой в стенки камеры. Фактическое дробление камня происходит между молотками и этими стенками; при этом трение частиц между собой способствует разбивке материала.

Благодаря тому, что каждый молоток занимает всю ширину дробильной камеры и концы его точно вращаются на болтах, посредством которых он соединен с дисками, все пространство занято целиком и между

соседними молотками совершенно отсутствует трение. При правильном пользовании машиной не может произойти ни засорения, ни заклинивания.

При нормальной скорости вращения ротора оба молотка крошилки большего размера обладают общей разрушительной работой в 1,5 т/м. (5 т/фут.) в секунду. При столкновении с более твердым материалом молотки, как качающиеся, слегка подаются назад и тотчас снова подаются вперед для нового удара. Если требуется крупный минеральный материал для бетонных построек и пр., когда наиболее крупные частицы



Фиг. 24. Специальная. Крошилка для бойки каменной мелочи.

должны быть в 20 мм ($\frac{3}{4}$ ") или больше, крошилка может употребляться без грохота для просеивания, обычно устанавливаемого перед выходом материала из крошилки.

В этом случае дробление производится только ударами вращающихся молотков при падении материала на пути вращения молотков. При такой работе невозможно забить крошилку чрезмерной подачей материала, так что ее производительность соответствует степени интенсивности, с которой может подаваться материал в приемную воронку, и предполагаемой величине мощности машины.

ГЛАВА VI

УСТРОЙСТВО БОРДЮРОВ И ЛОТКОВ

Действие воды на незащищенные лотки. Если края одежды не защищены бордюром какого-либо типа или какой-либо возвышенной кромкой в виде ленты из плотного материала, то под действием влажности края одежды подвергаются быстрому разрушению. В дождливую погоду вода стекает с дороги, и если она не направляется в соответствующие отводы, она насыщает подстилающий грунт, примыкающий к краям дороги. Эта влага просачивается под дорожную одежду, вследствие чего подстилающий грунт увеличивается в объеме и поднимается, встречая дорожную кору; это расширение заставляет ее коробиться, и на дороге образуются волны. Когда же подстилающий грунт высыхает и сжимается, дорожная одежда оседает вместе с ним. Возникающее под действием сильных ударов проезда по неровной поверхности внутреннее движение коры сопровождается перемещением наименее связанных ее частиц. Эти периодические растяжения и сжатия подстилающего грунта и одежды вместе с ударами большой силы, вызываемыми в свою очередь неровностями одежды, — неизбежно влекут за собой разрушение дороги. Степень разрушения, являющегося следствием избыточного содержания влаги, зависит от свойств подстилающего грунта.

Опасность глинистого грунта. Абсорбционная способность глины сообщает подстилающему грунту отмеченное выше непостоянство объема, а потому там, где она встречается, должны быть приняты меры к предотвращению попадания влаги под кору и поддержанию постоянного сопротивления грунта; одним из лучших методов для этого является устройство какого-либо вида бордюра.

Роль бордюров. Устройство бордюров необходимо по двум причинам: во-первых, для сообщения одежде боковой устойчивости, а во-вторых, для сохранения постоянной величины сопротивления подстилающего грунта.

Помимо действия, производимого бордюрами на подстилающий грунт, они образуют точную границу проезжей части дороги и охраняют пешеходов, находящихся на тротуарах, а также образуют преграду для воды, стекающей с поверхности одежды, против попадания ее на грунт обочины и направляют ее течение к пониженным точкам лотков.

Факторы, влияющие на проектирование бордюров. При проектировании бордюров¹ должны быть приняты во внимание многие факторы, из которых главнейшими являются: тип дороги, грузонапряженность и характер проезда, свойства подстилающего грунта и конструкция одежды.

Бордюры обыкновенно делаются из следующих материалов: гранита, песчаника из карьера Бристоль Пеннент, известняка лучшего сорта, бетона и из гончарной стаффордшайрской глины (*Staffordshire*).

¹ См. также Тротуары, Тейлор Аллен (*Taylor Allan*).

Гранитные бордюры строятся на дорогах с тяжелым проездом. Все эти материалы находят себе применение для различных типов дорог, и во многих случаях можно сделать выбор любого из них, причем главным фактором обыкновенно является стоимость. На дорогах с тяжелым проездом однако самым дешевым решением является самый прочный тип, и в этом случае гранит считается наилучшим материалом.

В Англии имеется большое количество прекрасного гранита, в частности абердинский гранит особенно пригоден для изготовления бордюров. Однако без устройства бетонной подушки под ним он не является достаточной боковой опорой для одежды, так как бетон нужен не только в качестве постели, но и для сопротивления поперечным усилиям.

Гранитные бордюры неэкономичны на дорогах с легким проездом, за исключением случаев, когда гранит является местным материалом.

Гранитные бордюры длиной не меньше 0,90 м с поперечным сечением 30×15 или 20 см ($12 \times 6''$ или $8''$) иногда укладываются плашмя на бетонной подушке толщиной в 10 см ($4''$). Этот тип бордюра с небольшой бетонной подушкой неэкономичен; за исключением случаев, когда этот бордюр специально устраивается на дороге с легким проездом, например в пределах жилой улицы, где его единственное назначение состоит в том, чтобы придать улице красивый вид,—такая небольшая глубина бетонной подушки является совершенно неправильной.

Обыкновенно этот тип бордюра устраивается на городских улицах, имеющих большей частью бетонное основание, благодаря которому давление проезда распределяется правильным образом, и где не нужно добавочной глубины для бокового упора.

Боковые грани и торцы гранитных бордюров должны пересекаться под прямым углом, и видимые верхняя и боковые поверхности должны быть отделаны и гладки. Верхняя грань обрабатывается с наклоном к лотку. Этот тип бордюра, уложенный на бетонную подушку в 15 см ($6''$) толщиной, стоит приблизительно 8 руб. 40 коп. за 1 пог. м (16 ш. за 1 п. ярд).

Соответствующие лотки при глубине в 10 см ($4''$) обходятся несколько дешевле.

Устройство бордюров без бетонной подушки не достигает цели. Бордюры из естественного камня редко делаются глубиной больше 30 см ($12''$) и обыкновенно имеют ширину в 12,5—15 см ($5-6''$), причем длина не должна быть менее 0,60 м ($2'$). Бордюры указанных размеров, будучи уложены при видимой высоте грани в 10 см ($4''$), имеют в глубину только 20 см ($8''$). Несмотря на то, что это часто практикуется, укладка таких бордюров на простую подушку из топочного шлака при более или менее тяжелом проезде не является прочной конструкцией. Можно было бы привести немало случаев, когда бордюры, будучи выдавлены, ломали при этом прямую линию и портили очертание дороги. Это неизменно происходило благодаря недостаточной глубине и прочности подушки, неспособной выдерживать боковой напор грунта и дорожной одежды.

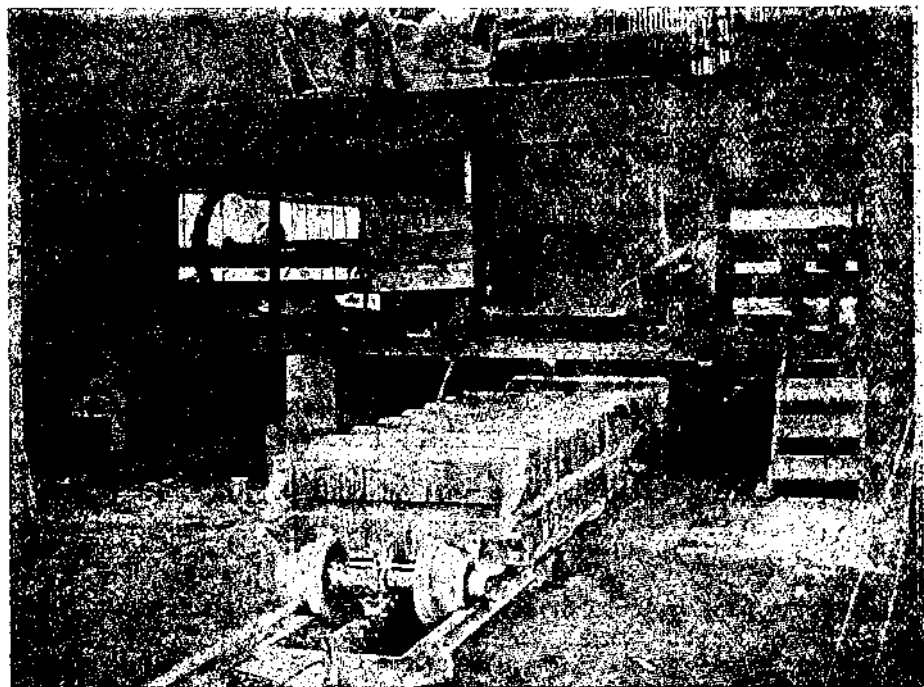
Бордюры из песчаника (карьера Бристоль Пеннент). Эти бордюры недороги и имеют очень приятный вид. Стоимость бордюра размерами $30 \times 12,5$ см ($12 \times 5''$) при укладке на бетоне приблизительно 6 руб. 30 коп. за 1 п. м (12 ш. за 1 п. ярд).

Известняк и его способность к полированию. Известняковые бордюры требуют тщательной обработки, но материал хорошего качества дает

прекрасные результаты. При износе материал способен к образованию полированной поверхности. Стоимость бордюра $30 \times 12,5$ см ($12 \times 5'$) при укладке на бетонной подушке в 15 см (6") толщиной приблизительно 6 руб. 30 коп. за 1 п. м (12 ш. за 1 п. ярд).

Бордюры-лотки из каменной шашки способны загрязняться. Каменная шашка может служить для образования бордюра, служащего одновременно лотком. Она иногда укладывается на бетоне в четыре ряда; так как большинство дорог в настоящее время имеют водонепроницаемые одежды, то это количество может быть уменьшено до двух рядов.

Если дорога расположена на площадке, то эти лотки плохо очищаются и задерживают на своей поверхности посторонние вещества.



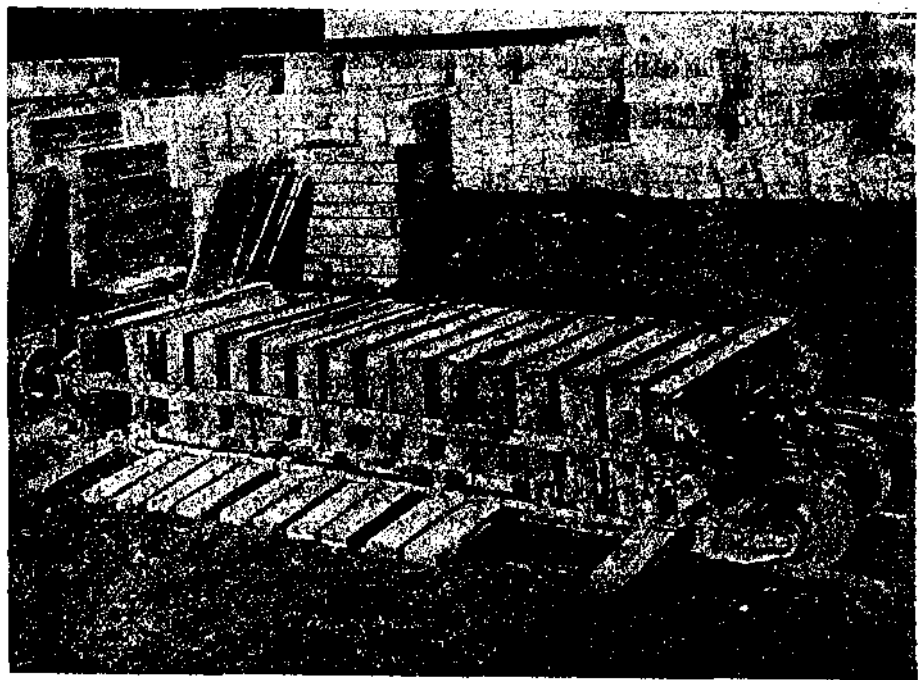
Фиг. 25. Изготовление бетонных бордюров. Выпуск бетонной массы из бетономешалки в формы, установленные на тележке, дающей колебательные движения, для утряски смеси.

Приблизительная длина лотка, которая может быть покрыта одной тонной клейнфлястера размерами $10 \times 10 \times 10$ см ($4 \times 4 \times 4'$) при двух рядах—18 м (20 ярдов), при трех рядах—13,5 м (15 ярдов), при четырех рядах—9 м (10 ярдов).

Стафордшайрская гончарная глина. Бордюры из стафордшайрской гончарной глины, широко употребляемой для изготовления посуды, могут быть получены разнообразной формы: закругленные, скошенные или прямые. Эти бордюры исключительно прочны и при укладке имеют чистый вид; однако через некоторое время они становятся тусклыми и грязноватыми.

Они делаются следующих размеров: $45 \times 25 \times 10$ см ($18 \times 10 \times 4$ ") и $40 \times 25 \times 7,5$ см ($16 \times 10 \times 3$ ") и обходятся при укладке на бетоне в 4 руб. 20 коп. за 1 п. м (8 ш. за 1 п. ярд).

Два ряда синего клинкера, примыкающих к бордюру,—обыкновенный способ устройства лотков при таких бордюрах. В настоящее время на всех водонепроницаемых одеждах можно вполне обойтись без укладки рядов синего клинкера. В продаже имеются гончарные лотки и комбинированные бордюры с лотками, но повидимому на них не имеется большого спроса и каменным шашкам все же отдается предпочтение.



Фиг. 26. Освобождение бетонных бордюров от форм, установленных на специальной тележке с эксцентрическими осями для осуществления колебательного движения для утряски смеси.

Распространение бордюров из бетона и причины этого. Бетонные бордюры получают большое распространение. Это объясняется дешевизной и тем, что они несомненно являются наиболее выгодным типом для дорог с легким или средним проездом. Бордюры могут быть получены готовыми или могут быть изготовлены на месте, также могут быть построены вместе с одеждой бетонной дороги, так называемые «интегральные», или же они могут быть сделаны в виде комбинации бордюров и лотков.

Бетонные бордюры обыкновенно делаются разных размеров при длине в 0,9 м (3'). Обычным типом является бордюр $25 \times 12,5$ см (10×5 "), причем верхняя часть наружной грани на высоту в 10 см (4") скошена для предохранения бордюра от трения колесами. Эти бордюры должны укладываться на бетоне и скрепляться цементом в торцах. Лоток делается прямоугольный $25 \times 12,5$ см (10×5 "); стоимость бордюра

1 руб. 40 коп. за 1 п. м (2 ш. 9 п. за 1 п. ярд), но включая самую дорогую часть работы: укладку, скрепление и бетонное основание—стоимость работы достигает 4 руб. 70 коп. за 1 п. м (9 ш. за 1 п. ярд).

Типы бетонных бордюров, изготавливаемых заводским путем. Многие заводы изготовляют бордюры в большом количестве разных размеров и формы.

Бордюры делаются из портландцемента и отборного твердого, вязкого доменного шлака, крупностью в 20 мм ($\frac{3}{4}$ ") и ниже. Они отливаются в стальных формах и перед доставкой выдерживаются необходимый срок на складах, фиг. 25 и 26.

На фиг. 27 показан бордюр, который может быть уложен плашмя или на-ребро на дорогах с большим проездом.

При укладке плашмя его высота 20 см (8") образует видимую грань в 10 см (4") и дает боковую поверхность в 10 см (4") для упора лотков. Ширина, толщина и вес бордюра высотой в 20 см (8") значительно содействуют его устойчивости; ширина поверхности в 30 см (12") является полезным добавлением к тротуару.

Будучи поставлен на-ребро при высоте в 30 см (12"), бордюр обра-

зует прекрасную боковую опору, а ширина в 20 см (8") обеспечивает достаточные прочность и вес. Из 1 т можно уложить 7,6 м (8,5 ярдов) бордюра. Этот тип бордюра делается также размерами 25×20 см (10×8"), причем на 1 т идет 9 м (10 ярдов). Фиг. 28 изображает бордюр: 30×15 см (12×6") со специально обделанными краями, со скосом и закругленным ребром. Этот бордюр похож на бордюр 25×12,5 см (10×5"), но с несколько большим весом и большим боковым упором.

При пользовании им легко может быть достигнута прямая линия бордюра, благодаря чему этот тип становится наиболее распространенным. На 1 м идет 10 м (11 ярдов) бордюра; Он делается также размерами в 25×15 см (10×6"), причем на 1 т идет 11,7 м (13 ярдов); при размере 25×12,5 см (10×5") на 1 т идет 14,4 м (16 ярдов) бордюра; при размере 30×12,5 см (12×5") на 1 т идет 11,7 м (13 ярдов).

Облегченный тип бордюра, специально изготавливаемого для второстепенных дорог и для городских и загородных дорог с легким проездом, показан на фиг. 29.

Его сечение так проектируется, чтобы бордюр был похож на тяжелые типы бордюра 30×20 см (12×8"), 30×15 см (12×6") и 25×12,5 см (10×5"), и поэтому они годны для установки на пересечениях с дорогами, где имеется большой проезд и где обыкновенно употребляются тяжелые типы бордюров; на 1 т идет 21,6 м (24 ярда).

Бетонные бордюры типа Д о р и к изготавливаются патентованным способом из измельченного шлака и цемента марки Пеликан (*Earles Pelican Brand*) в пропорции 1 : 4. Они специально уплотняются посредством утряски, и для затвердения их применяются искусственные приемы.

Бетонные бордюры изготавливаются следующих стандартных размеров:

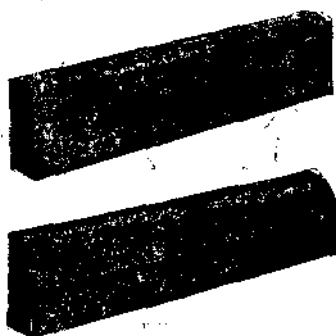
30	× 20	см (12 × 8")	цена	франко-завод	2 р. 00 к.	за 1 п. метр.	(3 ш. 9 п.)
25	× 20	см (10 × 8")	»	»	1 » 70	» » 1 » »	(3 » 3 »)
15	× 30	см (6 × 12")	»	»	1 » 50	» » 1 » »	(3 » 0 »)
15	× 25	см (6 × 10")	»	»	1 » 30	» » 1 » »	(2 » 6 »)
12,5	× 25	см (5 × 10")	»	»	1 » 10	» » 1 » »	(2 » 2 »)
10	× 22,5	см (4 × 9")	»	»	0 » 90	» » 1 » »	(1 » 8 »)
17,5	× 7,5	см (7 × 3")	»	»	0 » 65	» » 1 » »	(1 » 3 »)

Эти цены относятся к прямым бордюрам длиной в 0,90 м (3'). Закругленные бордюры стоят дороже на 0 руб. 65 коп., за 1 п. м (1 ш. 3 п. за 1 п. ярд).

Предварительная заготовка бетонных бордюров. Одним из преимуществ бетонных бордюров является легкость, с которой может быть получена любая высота; один из лучших размеров это 52,5 × 15 см



Фиг. 28. Бетонный бордюр со специально обделанным краем со скосом и закругленными ребрами 30 × 15 см.



Фиг. 29. Облегченный тип бетонного бордюра для дорог и улиц с слабым движением 20 × 10 см.

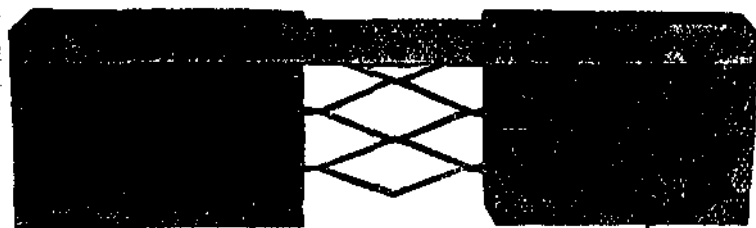
(21 × 6"). Этот тип бордюра пригоден для загородных дорог с средним проездом в случаях, когда требуется увеличение бокового упора. Рекомендуется всегда пользоваться стальными формами, так как деревянные сильно коробятся. Крупный минеральный материал от 0,6 до 2,5 см (1/4—1") лучше мелкого материала, в виду того что более крупные частицы значительно лучше противостоят трению.

Стоимость собственно укладки 0 руб. 40 к. за 1 пог. м (9 п. за 1 п. ярд). Мостовщик может уложить около 45 п. м (50 ярдов) бордюра в 8-часовой рабочий день.

Недостатки производства на месте. Изготовление бордюров на месте требует большой тщательности, но обходится дешево при условии производства работ в хорошую погоду. Деревянные формы легко гнутся и коробятся. При этом методе очень трудно достигнуть правильной линии укладки и почти невозможно обеспечить однообразный уровень, причем необходимо устройство швов расширения через 2,70 м (9'). Редко может быть получена чистая поверхность бордюра в местах сопряжений, и исправление бордюра затруднительно. Работа должна охраняться и освещаться ночью, причем ров должен иметь значительную ширину в местах сопряжения. Стоимость бордюра, устраиваемого на месте, примерно на 0 руб. 52 коп. на 1 п. м. (1 ш. 1 п. ярд) дороже бордюра из бетона, заранее изготовленного и уложенного на соответственно устроенном основании.

Однако если бордюр интегральный, т. е. слит с бетонной одеждой, конструкция является монолитной и обладает многими преимуществами сравнительно с другими. Этот метод устраняет длинные продольные швы между бордюром и проезжей частью и независимо от изменения различных условий дает сохранение постоянного уровня и направления бордюра. Полная стоимость такого бордюра, который обычно устраивается с железной арматурой, около 9 руб. за 1 п. м (17 ш. за 1 п. ярд). На углах должна быть встроена в бетон стальная часть для противодействия ударам проезда.

На фиг. 30 показан метод комбинирования арматуры и обделки ребра бетонных бордюров на дорогах с большим проездом.



Фиг. 30. Бордюры для дорог с тяжелым движением. Комбинация внутренней арматуры с металлической обделкой наружного ребра.

Длина закругленного бордюра в 0,60 м (2') обеспечивает хорошее очертание поворота. Во Франции широко применяются чугунные бордюры, дающие хорошие результаты.

Влияние бордюра на видимость дороги. В заключение необходимо отметить, что бордюрная линия улучшает видимость дороги. Правильное направление линии бордюра, однообразный уровень его, правильное очертание его формы в отношении незадевания его повозками, прочные материалы для постройки бордюра—являются главнейшими условиями, к которым следует стремиться.

Сроки службы бордюров. В следующей таблице указаны сроки службы бордюров и лотков для различных материалов, утвержденные английским правительством, для исчисления амортизации:

Гранитные бордюры	20 лет
Из камня других пород	15 »
Цементно-бетонные	10 »

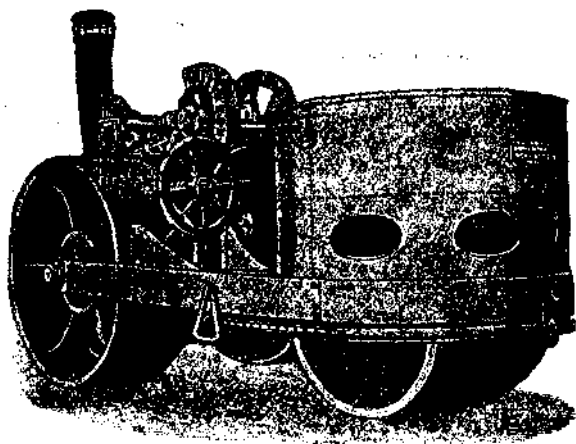
ГЛАВА VII

ТИПЫ КАТКОВ И УКАТКА ДОРОГ

Появление парового дорожного катка открыло новую эру в постройке дорог, значительно повысив транспортные качества дорог; каток фактически явился первой машиной, примененной при постройке дорог.

Первый дорожный каток. В 1867 г. был выпущен первый паровой дорожный каток, системы Эвелинг и Портер (Avelind and Porter), давший положительные практические результаты. Первый каток был приобретен городским управлением Ливерпуля, и в виду его исторического интереса ниже приводится краткое описание этой машины, изображенной на фиг. 31.

«Машина установлена на четырех вальцах одинаковой ширины, как видно из фиг. 31, причем два передних вальца служат в качестве веду-



Фиг. 31. Первый паровой каток системы Эвелинг и Портер, выпущенный в 1867 г.

щих, а два задних, закрепленных в особом поворотном круге, предназначены для направления машины и перекрывают полосу, остающуюся между передними вальцами. Поворотный круг так устроен, что дает возможность ведущим и направляющим колесам приспособляться к выпуклой поверхности дороги, а одинаковое распределение веса между передними и задними вальцами обеспечивает равномерное давление.

С этим описанием и был выпущен этот паровой каток: скоро выяснился спрос на новые машины в виду достигнутых при пользовании ими успехов; началось развитие и усовершенствование катков вопреки устанавливающейся часто бездеятельности, сопровождающей то состояние благополучия, которое является в результате достигнутых вначале успехов. Это постепенно привело изобретателей к усовершенствованным типам современных катков. Из последующей фигуры видно, насколько существенны улучшения, внесенные в конструкцию парового катка по сравнению с первым типом за сравнительно короткое время его существования.

✓ **Развитие современных катков.** Современное дорожное строительство и усовершенствованные методы устройства дорожной одежды вызвали необходимость разработки новых типов дорожных катков, во многих случаях существенно отличающихся от обыкновенной трехвальцово-вой машины, употребляемой для уплотнения обыкновенного щебеночного шоссе; конечно, существует много дорог, для которых трехвальцовая машина старого образца до сих пор не только вполне удовлетворительна, но является даже наиболее соответствующей своему назначению; однако современная дорога с асфальтовой одеждой нуждается в катке иного типа, чем трехвальцовый каток с его тремя вальцами, расположенными в одной горизонтальной плоскости, почему и были введены многие изменения и усовершенствования в конструкции старого образца.

Катки-тендем для укатки пластических смесей. Во избежание прорывания трехвальцового катка в пластическую смесь, вследствие чего образуются мелкие продольные рубцы, была испробована поперечная укатка, которая однако требует большого искусства со стороны механика, а кроме того прерывает движение на более или менее продолжительный срок. Во избежание этих неудобств был введен в употребление каток-тендем, который для работы по асфальту или подобным материалам является значительно более усовершенствованной машиной, чем трехвальцовый каток. Наибольшее давление, производимое катком-тендем на дорогу, направлено центрально от каждого вальца, и хотя это лучше чем врезаться краями вальца в материал, однако при этом не используется полностью ширина вальца, благодаря выпуклой поверхности дороги.

Современный каток должен удовлетворять следующим требованиям:

1. Он должен иметь наиболее подходящий вес для предполагаемой работы, о чем подробнее будет сказано ниже.

2. Паровой каток должен иметь достаточную поверхность нагрева и достаточную величину колосниковой решетки.

3. Вальцы должны быть изготовлены из самого лучшего материала, и в трехвальцовых моделях передний валец должен перекрывать путь задних вальцов.

4. Каждая машина должна быть снабжена мощным тормозом и быстрой переменной хода, что совершенно необходимо для катков, работающих на пластичной поверхности.

5. Должна быть обеспечена соответствующая смазка всех трущихся частей.

6. Все части механизма управления и движения должны быть крупных размеров, а изнашивающиеся поверхности должны быть из перво-классных материалов.

7. Каждый каток должен быть снабжен полным комплектом запасных частей; для паровых машин необходимы соответствующая котловая арматура, предохранительный клапан, легкоплавкие пробки и т. д. Как при паровых, так и при моторных двигателях для облегчения ремонта желательно наличие возможно большего числа частей, могущих заменяться.

Современные катки отвечают этим общим требованиям, и особенно-сти, присущие тем или другим машинам, отмечаются заводами в описаниях различных моделей.

Вес катка. Вес катка должен быть определен на основании характера предполагаемой работы, типа основания дороги, на которой ему

предстоит работать, и характера подлежащего уплотнению материала одежды.

Хотя среди строителей и существуют разногласия относительно наиболее подходящего веса катка, обыкновенно для укатки гранитного или вообще твердого каменного материала на прочном основании употребляются 12-тонные катки; катки в 10 т употребляются при обычных средних условиях, например при методе пропитывания; катки в 8 т—на сравнительно хороших основаниях при методе тармакадама и для укатки верхнего слоя асфальта в конце работы; катки в $3\frac{1}{2}$ —5 т—для быстрого передвижения при поверхностной обработке. Характер работы, вязкость минерального материала или какие-либо другие его свойства требуют иногда особого решения.

Количество укатываемого материала. Катки, работающие при обычных условиях, укатывают около 35 т каменного материала в день, считая, что 1 т идет на 7,5 м² (9 кв. ярдов), каток укатывает в день 260 м² (315 кв. ярдов). Удовлетворительная норма при уплотнении шлака для оснований 50 т, а для тармакадама при теплой погоде 60—70 т.

Метод укатки. При укатке паровым катком работу следует начинать с краев дороги, каждый раз подвигаясь к центру на половину ширины вальца; почти при всех видах работ необходима повторная укатка в процессе эксплуатации вскоре после открытия проезда.

Вода для питания парового катка. Вода, употребляемая для парового катка, не должна содержать ни извести, ни солей, благодаря которым очень быстро образуется накипь в тонких трубках котла, что вызывает излишние расходы на очистку и потерю времени. Если вода способна образовывать накипь в трубках, то в воду котла следует добавить какое-либо смягчающее воду вещество, каковых имеется большое количество. Следует выбрать такой состав, который является подходящим для употребления в каждом отдельном случае в зависимости от свойств данной воды.

Регистрация. Все катки должны быть зарегистрированы соответствующими паспортами (*Motor Car Acts*), и регистрационный номер согласно предписанию закона должен быть ясно обозначен на видном месте катка.

Вагоны для жилья и бочки для воды. Для полного оборудования работ по укатке необходимы вагон для жилья механика и его помощника, а также бочки для воды на колесах, если каток паровой. Вагон для жилья должен быть прочной конструкции с дубовой обвязкой, плотно обшитый, снабжен откидными скамейками, складным столом, печкой и угловым буфетом.

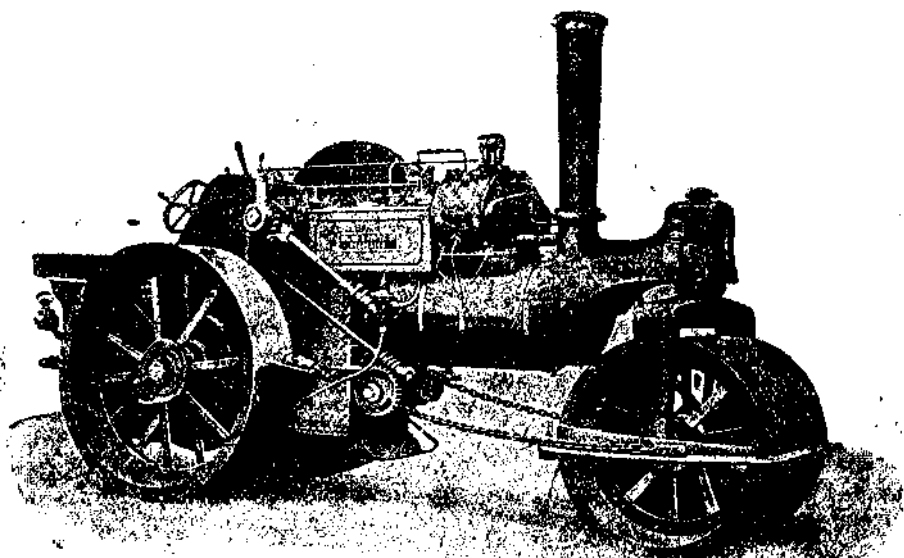
Вагон должен быть установлен на хороших рессорах, широких колесах и иметь дверь, открывающиеся окна и вентилятор.

Бочки могут быть ящичного или цилиндрического типа и должны быть снабжены насосом и шлангом, так как при отсутствии таковых тратится напрасно много времени на наполнение их водой.

Английские заводы паровых катков приобрели, по мнению англичан, мировую известность благодаря исключительным качествам их машин, и приводимые ниже сведения являются интересным показателем современной техники этого дела.

Катки Эвелинг и Портер (*Aveling and Porter*). Этот завод был отмечен выше как построивший и запатентовавший

первый паровой каток. Современные катки строятся весом в 6, 8, 10, 12, 14 и 16 т., фиг. 32. Машины Эвелинг снабжены поршневыми клапанами вместо золотника, благодаря чему по словам конструкторов увеличивается механическая производительность машин. Тендер катка построен настолько прочно, что к нему вполне может быть прикреплен кирковщик. Эта фирма изготавливает также катки-тандем весом от 6 т и выше. Особенный интерес представляет каток, предназначенный для битумных одежд, снабженный двухцилиндровым реверсивным двигателем с быстрой переменной хода.



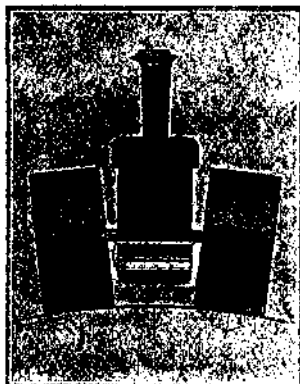
Фиг. 32. Современный паровой каток системы Эвелинг и Портер.

Паровые катки-компаунд. Паровой каток-компаунд системы Армстронг (*Armstrong*) снабжен механизмом управления и передачи из литой стали и является одним из немногих катков, снабженных сплошными дисковыми колесами; благодаря этим последним, по мнению завода, достигается максимальная опорная поверхность для всего обода.

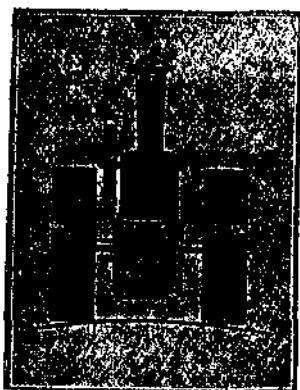
Автоматическое изменение наклона задних вальцов. Каток Адванс (*«Advance»*) обладает некоторыми интересными особенностями и в известных отношениях представляет собой, по мнению завода, усовершенствованный тип обычного катка. В этой машине существенным отличием от обычных катков является патентованное автоматическое изменение наклона вальцов в вертикальной плоскости, что представляет собой важное усовершенствование. Пределы передвижения вальцов от 1,0 до 30 см (от $\frac{3}{8}$ " до 1"), но в случае надобности эти пределы могут быть сужены или же вальцы могут быть установлены параллельно друг другу. Другим достоинством этой машины является то обстоятельство, что уплотнение всегда направлено центрально, вследствие чего отсутствует возможность вдавливания материала. Кроме этого, так как давление производится всей поверхностью вальца, получается известная экономия в работе вследствие большей площади, покрываемой вальцом,

чем достигается в конечном счете, по мнению конструкторов, более значительная производительность машины.

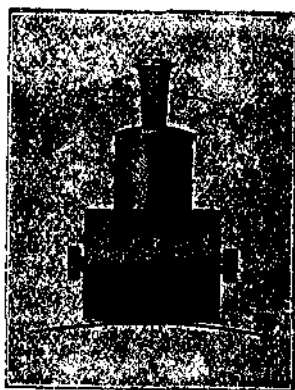
На фиг. 33 показано, как каток «Аванс» по сравнению с обыкновенным трехвальцовым катком и катком-тандем приспособляется к поперечному скату дороги; эта особенность в соединении с мгновенной переменной хода делает его годным для укатки и уплотнения одежд всех видов, причем отсутствие боковых выступов вальцов является дополнительным ценным его преимуществом при укатке около бордюров.



Каток специальной системы Аванс.



Обыкновенный трехвальцовый каток.



Обыкновенный каток-тандем.

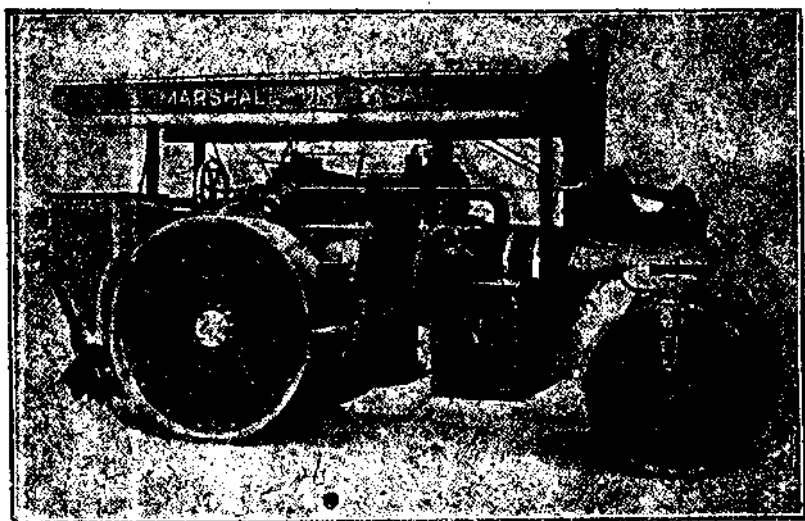
Фиг. 33. Схема показывающая как каток системы Аванс применяется к поперечному скату одежды.

Машины Маршал («Marshall») простые и компаунд. Законом Маршал был заключен один из самых больших договоров на поставку паровых катков; по этому договору названный завод обязался доставить Греции 100 катков.

Каток Маршал строится двух типов, простой и компаунд, фиг. 34, причем одним из достоинств этих машин являются меры, принятые для

обеспечения возможности замены различных частей, что, по мнению конструкторов, имеет большое значение в виду большого вывоза этих машин за границу. Заслуживает особенного внимания устройство ведущих колес: ступица и спицы валцов одной отливки, причем обод является отдельной частью.

Каток Роби («Robey»). Этот специальный тип катка снабжен механизмом, допускающим быструю перемену хода, что в соединении с цепной передачей, по мнению конструкторов, обеспечивает возможность плавных и спокойных изменений хода, необходимых во избежание волнообразования поверхности укатываемой одежды.



Фиг. 34. Паровой каток системы Маршал.

Ремонт износившихся ободьев валцов. Главный износ катка состоит в истирании ободьев валцов, которые с течением времени требуют обновления. Однако изношенные валцы могут быть заново покрыты слоем стали, что иногда представляется выгодным. Это покрытие должно производиться, когда задние валцы сносятся на 30 мм ($1\frac{1}{4}$ "), а передние—на 25 мм (1"). Для выполнения этой трудной работы требуется специальное оборудование, фиг. 35 и 36. Покрытие старых валцов слоем стали обходится приблизительно в половину стоимости новых чугунных валцов.

Двигатели внутреннего сгорания. С развитием и усовершенствованием двигателей внутреннего сгорания применение их в качестве движущей силы для дорожных катков стало лишь вопросом времени.

Приблизительно 35 лет назад были впервые выпущены моторные катки, постепенно совершенствуемые в течение этого промежутка времени; в настоящее время имеется значительное количество типов катков, приводимых в действие двигателями внутреннего сгорания.

Моторные катки Барфорд и Перкинс (Barford and Perkins). Катки Барфорд и Перкинс были первые построенные с двигателями внутреннего сгорания, известные обыкновенно под названием моторных катков.

В результате достигнутых успехов большинство заводов, до сих пор специализировавшихся в постройке паровых катков, обратило свое внимание на моторные катки. Эта система представлена целым рядом моторных катков весом от 2 до 16 тонн. Для работы по асфальту имеется небольшой каток-танDEM с быстрой переменной направления хода, причем в случае надобности эта машина может быть использована для поперечной укатки даже на узкой дороге и притом тогда, когда одежда устраивается по половинам. Для укатки битумных одежд существуют типы больших размеров с приспособлениями для увеличения веса путем применения водяного баласта.

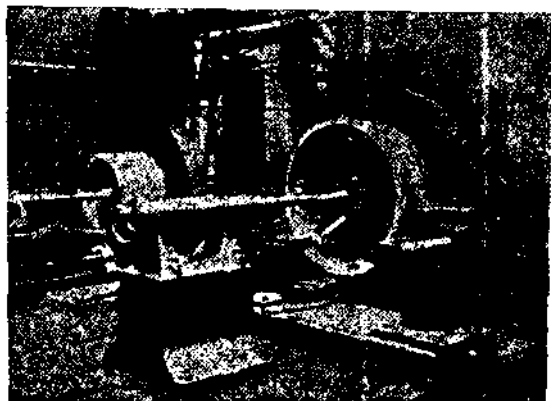
Моторный каток и укатка пластических смесей. Для укатки пластических материалов, например асфальта, где спокойная и ровная перемена хода не только желательна, но и необходима, катки этих типов дают прекрасные результаты.

Преимущества моторных катков. Приводим некоторые преимущества моторных катков.

1. Значительная экономия в подвозе воды и угля.



Фиг. 36. Увеличенная часть вальца, покрытого новым слоем металла.



Фиг. 35. Специальная установка для покрытия износившихся вальцов новым слоем металла.

2. Экономия во времени при пуске мотора по сравнению с временем, необходимым на поднятие пара в паровом катке.

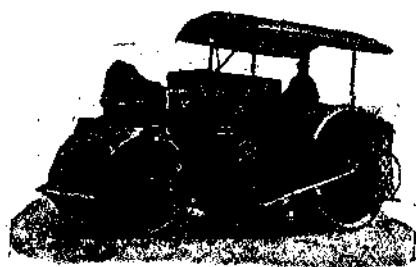
3. Экономия времени по сравнению с топкой котла и поддержанием огня и дальнейшая экономия в отношении чистки котла.

4. Когда каток не работает, горючее не расходуется. Кроме того отсутствует дым, что является положительным фактором.

Моторные катки строятся различного веса; для обыкновенных дорожных работ употребляются катки в 8, 10 и 12 тонн;

для типов с быстрой переменной направления движения—6, 7 и 8 тонн являются обычным весом, в то время как вес небольших катков для тротуаров и легкой работы заключается между $1\frac{3}{4}$ и 6 тонн. На фиг. 37 изображен новый тип катка «Барфорд и Перкинс», снабженный быстходным двигателем Дизеля.

Благодаря специальной конструкции центр тяжести расположен очень низко, причем при помощи баласта вес катка может изменяться на 20—25%. Другой интересной особенностью являются рессоры катка. Каковы бы ни были мнения относительно действительности рессор, следует все же признать, что рессоры поглощают толчки при движении,



Фиг. 37. Каток системы Барфорд и Перкинс с двигателем Дизеля.

допуская таким образом большую скорость; благодаря им уменьшаются колебания катка и получается в конечном счете экономия во времени, необходимом для укатки.

Кирковщик и получаемая от него экономия. Установка на паровом катке кирковщика значительно способствует ускорению дорожных работ по перестройке и ремонту, и без него нельзя признать каток вполне оборудованным.

Кирковщик из типа самостоятельной машины развился в тип, прикрепленный к катку; наиболее известными в Англии являются типы «Морисон», «Прайс», «Валлис» и «Аллен» (*Morrison, Price, Wallis, Allen*).

При работе кирками вручную один рабочий может сделать не более 20 м² в день (25 кв. ярдов), тогда как при помощи современного кирковщика, прикрепленного к паровому катку, эта площадь значительно увеличивается, а именно до 2 500 м² в день (3 000 кв. ярдов); отсюда ясно, что придание кирковщика к катку является весьма экономичным.

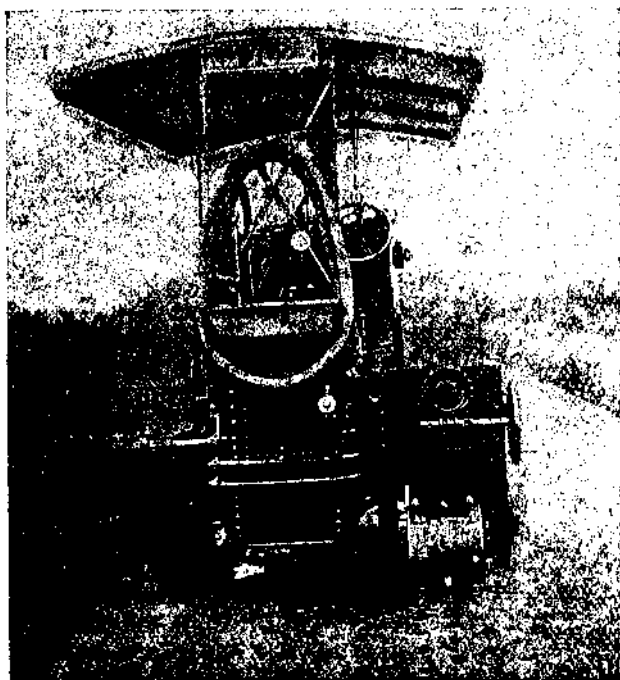
Кирковщик «Аллен» (*Allen*). Патентованный кирковщик «Аллен» показанный на фиг. 38, делается трех типов с одним, двумя или тремя ножами; при пользовании им может быть быстро и точно изменена глубина киркования; управление производится посредством колеса с двумя сериями ручек: одна серия в плоскости колеса, радиальная для приложения силы, а другая, выступающая из плоскости колеса,—для быстрого выключения машины из работы. Для смягчения ударов, как показано на фиг. 38, имеется патентованная деревянная подушка.



Фиг. 38. Деревянная подушка. Кирковщик (из двух ножей), установленный при катке.

Индентер и его применение. Пользование паровым катком сначала вызвало изобретение кирковщика, а позднее—экскаватора для разработки небольших выемок по краям дороги, см. главу II, и наконец индентера, фиг. 39, каковой является одним из последних изобретений и обещает стать повидимому важным дополнением катка. Он сконструирован таким образом, что может быть установлен в раме кирковщика типа «Прайс» или «Морисон» взамен самого кирковщика. Он состоит из цилиндриче-

ского барабана, поднимающегося и опускающегося при помощи механизма кирковщика и снабженного целым рядом ввинченных в барабан специальных стальных шипов, выступающих из поверхности барабана. Движение катка вперед или назад заставляет цилиндр вращаться, причем шипы проникают в поверхность дороги, производя в ней небольшие углубления на равном друг от друга расстоянии. Эти углубления служат в целях закрепления нового слоя одежды на нижнем слое и мешают его сдвигу в каком бы то ни было направлении.



Фиг. 39. Индентер, приспособленный к катку, прокалывает старую одежду, не ломая ее.

За последнее время были произведены многочисленные испытания индентера, давшие по мнению английских инженеров прекрасные результаты. В виду наблюдающегося стремления к покрытию износившегося тармакадама тонким слоем асфальта это приспособление обещает стать весьма ценным добавлением к оборудованию катка.

Индентер, как будет видно из дальнейшего, не разрушает старую одежду, но лишь дает необходимую связь ее с новой одеждой, вследствие чего сохраняются все преимущества старого уплотненного основания, используемого в данном случае самым экономичным образом.

ГЛАВА VIII

УСТРОЙСТВО ТРОТУАРОВ

Необходимость тротуаров. Благодаря движению значительного количества повозок и их скорости устройство тротуаров стало весьма важным фактором в дорожном строительстве.

Не только в городах и селах, но и между ними, вдоль загородных дорог, необходимо устраивать хотя бы один тротуар.

Для безопасности пешеходов при дороге должен быть устроен тротуар с гладкой поверхностью соответствующей ширины. Узкие тротуары, плохо устроенные в некоторых загородных местностях Англии, представляют пример бесполезных расходов; если тротуары не построены так же тщательно, как и проезжая часть дороги, то расходы на их устройство являются излишними, потому что пешеходы очевидно выбирают для удобства передвижения лучшую поверхность, т. е. пользуются проезжей частью.

Наибольшая экономия достигается при употреблении хороших материалов. При устройстве дорог в городах и селах имеется возможность большого выбора материалов для работ, но постройка тротуаров в загородной местности часто представляет собой более сложную задачу. При решении вопроса о выборе типа тротуара одним из главных факторов является вопрос стоимости постройки; при этом можно с уверенностью сказать, что расходы, произведенные на приобретение доброкачественных материалов, будут в последующие годы вполне покрыты экономией от более значительного срока службы, вследствие прочности, свойственной хорошим материалам.

Ширина. Тротуар должен иметь соответствующую ширину, не быть скользким, быть водонепроницаемым и прочным. Вопрос о ширине тротуара часто является спорным, но правильной шириной для одной линии пешеходов по видимому следует признать 0,75 м (2' 6"), так что ширина самого узкого экономического тротуара определяется в $2 \times 0,75 = 1,50$ м (5').

Вопрос о расположении тротуаров в отношении проезжей части дороги требует тщательного рассмотрения: тип дороги естественно в значительной степени влияет на расположение тротуара, в особенности в городах и пригородах; на загородных дорогах, где отсутствует искусственное освещение, тротуар должен примыкать непосредственно к дороге и должен быть отделен от нее только каймой или бордюром.

Расположение тротуаров. Тротуар в загородной местности представляет собой ночью значительно более важную часть дороги, чем днем; все шоферы знают, с каким упорством пешеходы предпочитают ночью ходить по дороге, избегая тротуаров.

Нависающие деревья, заборы и кусты уменьшают видимость, благодаря чему наиболее светлая часть дороги, а именно середина, обыкновенно

новенно избирается пешеходами; это обстоятельство должно быть принято во внимание, и тротуар должен примыкать к самой проезжей части для того, чтобы пешеходы могли быстро и безопасно перейти на него при обгоне их автомобилями или же при встрече с ними.

Наконец одежды тротуаров, обыкновенно строящихся в загородной местности, требуют периодической поверхностной обработки дегтем, причем эта работа значительно упрощается, если распределитель может передвигаться по дороге.

Важное значение прочного основания. Постройка тротуара согласно технических правил—в виду того, что он является элементом дороги, как и проезжая часть,—требует обращения серьезного внимания на устройство основания для него.

Часто встречающиеся на тротуарах сильно потрескавшиеся и неровные поверхности не являются следствием одного лишь износа; обыкновенно это результат плохого устройства основания. Как бы ни был хорош материал для верхнего слоя, укладка его на небрежно устроенное основание будет неэкономична. Материал верхнего слоя должен рассматриваться только как отделка, которая должна предоставить пешеходам чистый, гладкий путь для передвижения.

Типы одежд тротуаров. Для постройки тротуаров в городских, промышленных или сельских местностях представляется некоторый выбор из числа подходящих материалов; наиболее распространенными материалами являются следующие: естественные и искусственные плиты, бетон, сделанный на месте работ, обработанный битумом или дегтем щебень, клинкер, гравий, асфальт, холодный асфальт.

Тротуары из естественных плит. Тротуары из естественных плит обыкновенно строятся на городских улицах; они обладают большими преимуществами по сравнению с другими видами тротуаров.

Там, где провода и трубы проложены под тротуаром, снятие и обратная укладка плит обходится дешевле, чем восстановление тротуара какого-либо другого типа.

По всей вероятности лучшей плитой следует признать плиту, получаемую из Кетнесса (Caithness), так как она не выветривается под влиянием морозов, как это свойственно уоркекому (Vork) камню, часто употребляющемуся. Обе эти породы весьма распространены благодаря их приятному цвету, нескользкой поверхности и большой прочности.

У камня из Кетнесса может быть использована его природная поверхность, благодаря чему получается известная экономия вследствие отсутствия необходимости отделки.

Как уоркские плиты, так и плиты из Кетнесса при износе могут быть перевернуты на другую грань и снова уложены.

Стоимость этих плит обыкновенной толщиной в 5 см (2") выражается в 5 руб. 18 коп. (9 шилл.) на 1 кв. ярд; вес их приблизительно 130 кг/м² (240 фнт. на кв. ярд).

До устройства тротуара должен быть устроен водоотвод для осушения подстилающего грунта; после устраивается основание с уплотнением укаткой толщиной в 7,5 см (3") из дробленого шлака¹ или гравия, на основание рассыпается слой мелкого топочного шлака или песка. Плиты укладываются в известковый раствор с перевязкой швов;

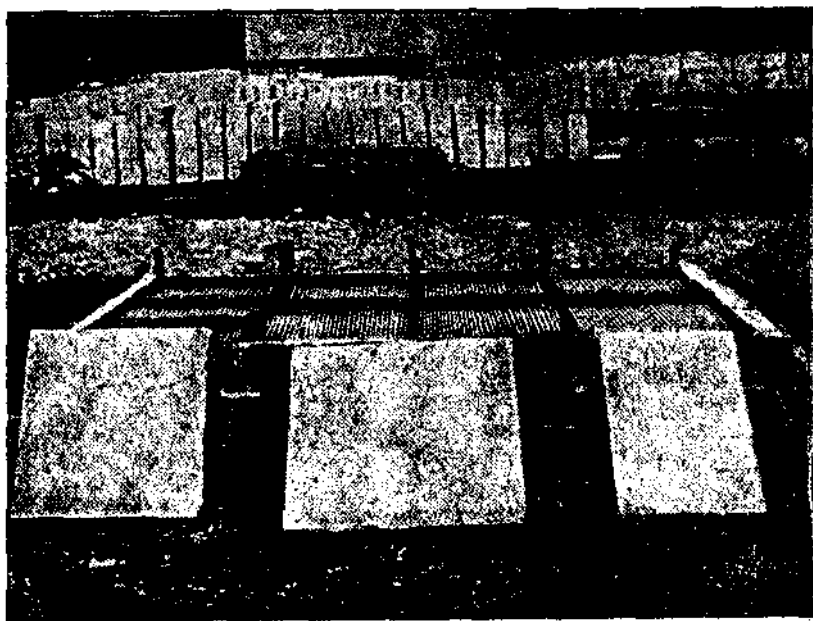
¹ Топочный шлак. См. 2 прим. на стр. 52.

перед укладкой плит должны быть приняты меры к тому, чтобы основание имело ровную поверхность и правильный уровень.

Искусственные плиты. Искусственные плиты употребляются в настоящее время в значительно больших размерах, чем прежде, и большинство из них изготавливается способами, основанными на научной разработке.

Некоторые плиты, производимые известными заводами, обладают большей частью качествами естественного камня, не имея его недостатков.

Одним из недостатков естественных плит является неправильность их размеров, вследствие чего их приходится дополнительно обтесывать при укладке; неравномерная толщина их требует основания разной



Фиг. 40. Изготовление бетонных плит для тротуаров. Тележка с формами для плит, дающая колебательные движения для утряски смеси.

толщины; кроме того под действием атмосферных реагентов они выветриваются. Иметь дело с искусственной плитой стандартного размера, однообразной толщины и формы—лучше; кроме этого она со временем скорее улучшается, нежели ухудшается. Однако искусственная плита часто бывает более скользкой, чем естественный иоркский камень, и должна быть окрашена для уменьшения блеска.

Способ производства плит. Большинство искусственных плит делается из чистого, промытого дробленого гранита или известняка и портландцемента, хотя иногда употребляется шлак и клинкер, также в дробленном виде, фиг. 40.

Лучшие плиты обрабатываются гидравлическим давлением для уничтожения воздушных пустот и излишней влаги. Плиты укладываются с перевязкой швов на такое же основание, как и естественные. Стандарт-

ные размеры квадратных плит— $0,90 \times 0,90$ м и $0,75 \times 0,75$ м ($3 \times 3'$ и $2,5 \times 2,5'$); прямоугольных— $0,60 \times 0,45$ м ($2' \times 1'6''$) при обычной толщине в 5 см ($2''$). Цена около 4 руб. 32 коп. за 1 м^2 (7 ш. 6 п. за 1 кв. ярд.).

Плиты с употреблением камня «Клиф Хилл» (*Cliff Hill*) состоят из чистого мелкого гранитного щебня из карьера «Клиф Хилл» и портланд-цемента лучшего качества. Пропорции щебня и цемента отмериваются автоматически, и материалы основательно смешиваются сначала в сухом, а затем во влажном состоянии. После этого наполняют бетоном стальные формы и каждая плита в пластичном еще состоянии подвергается давлению в 400 тонн, образуя благодаря этому плотную смесь однородного строения.

Так как плита изготовляется в один прием, то в будущем не может произойти расслоения плиты, кроме этого обеспечены равномерный износ ее и полное отсутствие в ней пустот.

Полученная таким образом плита заключает в себе, считая на 1 м^2 (1 кв. фут) площади, приблизительно на 7 кг ($1\frac{1}{2}$ фун.) больше материала, чем плита, изготовленная ручным способом.

По освобождении плит из форм они укладываются на 3 дня в передвижные тележки, затем целиком погружаются на 14 дней в резервуары с водой, после чего убираются на склад, по крайней мере на 6 месяцев. Плиты имеют чистые, прямые края, и благодаря особенностям процесса их изготовления их поверхность не скользкая и удобна для пешеходов.

Плиты производятся следующих размеров: в плане 45×60 см ($18 \times 24''$); 60×60 см ($24 \times 24''$), 60×75 см ($24 \times 30''$), 60×90 см ($24 \times 36''$), толщиной в 5 см или 6,25 см (2 или $2\frac{1}{2}''$); $8,4 \text{ м}^2$ плит толщиной 5 см весят 1 т (10 кв. ярдов); $6,7 \text{ м}^2$ плит толщиной 6,25 см весят 1 тонну.

Дешевый метод изготовления плит. Недавно примененный метод, повидимому все более и более распространяющийся, заключается в том, что плиты изготовляются на месте и снабжаются легкой железной арматурой. При таком способе производства получается более легкая плита и нет надобности в гидравлическом прессовании. Этот метод обладает преимуществом дешевизны, причем стоимость уменьшается еще благодаря отсутствию расходов на транспорт.

При изготовлении на месте минеральный материал должен состоять из дробленого гранита или известняка, крупностью от 6 мм ($\frac{1}{4}''$) до муки.

Пропорции должны быть следующие: 1 ч. цемента на 3 ч. минерального материала, воды должно быть употреблено минимальное количество, необходимое для придания смеси рабочего состояния. Особенное внимание следует обратить на формы, которые должны быть сделаны из выдержанного строганого дерева, скрепленного болтами. Плиты должны быть уложены со швами, перпендикулярными к бордюру для того, чтобы при поднятии плит во время ремонта труб и т. д. производилось возможно меньше разборки. Обыкновенно допускается уклон к бордюру в 3% ($\frac{1}{30}$). Если плиты примыкают к зданию или к стене ограды, то между ними должен быть оставлен заполненный песком шов в 1,25 см ($\frac{1}{2}''$) ширины.

Бетонные тротуары, устраиваемые на месте. Устройство на месте тротуаров из бетона требует от рабочих большой тщательности для того, чтобы работа была удачна. Основание устраивается обыкновенно из клинкерного щебня толщиной в 10 см ($4''$) с уплотнением его и с принятием мер водоотвода.

Бетон должен укладываться небольшими участками, не превышающими 2,70 м (9') длины, и в целях экономии может быть уложен в два слоя. В нижний слой бетона идет клинкерный щебень:¹ пропорция 1 : 6 толщиной в 7,5 см (3"); в верхний слой бетона идет гранитный или известняковый мелкий щебень в пропорции 1 : 3, толщиной в 2,5 см (1"). При этом методе верхний слой должен быть положен тотчас же после нижнего для получения монолитной плиты. При желании поверхность может быть сделана рифленой при помощи специального катка. Стоимость одежды исчисляется приблизительно в 2 руб. 60 коп. за 1 м² (4 ш. 6 п. за 1 кв. ярд.).

Тротуар, изготавливаемый на месте, не строится в местах расположения канализационных труб, так как разломка и восстановление такой одежды обходятся слишком дорого.

Тротуары из тармакадама. Тротуары из тармакадама должны укладываться исключительно на хорошо укатанное с устройством водоотвода основание. При правильной постройке этот вид материала дает экономичную и удовлетворительную поверхность. Основание должно состоять из укатанного в 7,5 см (3") клинкерного щебня,² карьерного мусора, гравия и пр. Обработанный дегтем каменный материал должен быть крупностью в 10—37 мм ($\frac{3}{8}$ — $1\frac{1}{2}$ "). Перед россыпью мелкого материала, крупный материал должен быть доведен до требуемого уровня и уплотнен катком. Обыкновенно достаточен слой толщиной в 5 см (2"), причем 1 т крупного материала покрывает около 17 м² (20 кв. ярдов) поверхности, тогда как 1 т мелкого материала покрывает в среднем около 25 м² (30 кв. ярдов). После окончательной укатки следует сделать россыпь тонким слоем гранитных или известняковых высеков. Эти тротуары при нахождении их под деревьями не особенно хороши, так как постоянное капанье воды вызывает разрушение материала. Поверхностная обработка дегтем в значительной степени защищает тротуар от такого разрушения. При всех условиях такая обработка, производимая с промежутком в несколько лет, восстанавливает тротуар при очень небольших расходах. Цена 1 м² (1 кв. ярд) такой одежды приблизительно 2 руб. 30 коп. (4 ш.).

Известняк в больших размерах употребляется для постройки тротуаров методом тармакадама; он мало изнашивается, имеет гладкий вид и экономичен. При специальной обработке дегтем известняка рекомендуются следующие размеры толщины одежды для различных условий:

Тротуары с большим движением на магистральных дорогах и пр.:

Общая толщина 7,5 см (3").

Нижний слой толщиной в 5 см (2") из материала крупностью в 37 мм ($1\frac{1}{2}$ ").

Верхний слой толщиной в 2,5 см (1") из материала крупностью в 10 мм ($\frac{3}{8}$ ").

Тротуары со средним движением, на новых улицах и второстепенных дорогах:

Общая толщина—6,2 см ($2\frac{1}{2}$ ").

Нижний слой толщиной в 4,5 см ($1\frac{3}{4}$ ") из материала крупностью в 30 мм ($1\frac{1}{2}$ ").

Верхний слой толщиной в 2,0 см ($\frac{3}{4}$ ") из материала крупностью в 10 мм ($\frac{3}{8}$ ").

Тротуары с небольшим движением:

Общая толщина 5 см (2")

Нижний слой толщиной 3,7 см ($1\frac{1}{2}$ ") из материала крупностью в 37 мм ($1\frac{1}{2}$ ").

Верхний слой толщиной 1,25 см ($\frac{1}{2}$ ") из материала крупностью 10 мм ($\frac{3}{8}$ ").

Там, где движение недостаточно для окончательного формирования поверхности тротуара, рекомендуется обработка отогнанным дегтем и

¹ и ² См. прим. на стр. 15.

россыпь известняковой муки для предохранения одежды от действия атмосферных реагентов.

Клинкерные тротуары. Клинкерные тротуары из специального дорожного клинкера весьма распространены в центральных областях Англии и в области Блек Каунтри (*Black Country*), где главным образом пользуются стафордшайрским голубым клинкером различной формы, квадратной и пр. Этот клинкер образует удобную для пешехода поверхность, причем он в высшей степени прочен. Для успешной работы требуется хорошее основание, предпочтительно из бетона с крупным щебнем, однако клинкер часто укладывается на тщательно уплотненный слой топочного шлака. Если клинкер плохо уложен, то благодаря большому количеству швов легко образуется неровная поверхность; он укладывается с перевязкой швов или каким-либо другим способом любым каменщиком, насухо или на известковый раствор.

Для покрытия 1 м² (1 кв. ярд) требуется 38 кирпичей (32) и стоимость одежды на бетонном основании приблизительно 5 руб. 80 коп. за 1 м² (10 ш. за кв. ярд), а на основании из шлака 4 руб. за 1 м² (7 ш. за кв. ярд).

Тротуары из гравия. Тротуары из гравия редко бывают удачны за исключением случаев, когда производится поверхностная обработка дегтем; при отсутствии последней они быстро зарастают травой, неравномерно изнашиваются и легко впитывают влагу. Если поверхностная обработка производится ежегодно, то такие тротуары становятся вполне пригодными и могут быть использованы в будущем как основание для укладки на нем небольшого слоя тармакадама.

Основание должно быть хорошо дренировано и состоять из уплотненного слоя клинкера в 7,5 см (3") толщиной. Крупнозернистый гравий крупности в 37 мм (1½") и ниже должен быть рассыпан и укатан до толщины в 5 см (2") и покрыт тонким слоем гравия толщиной с горошину. Последний должен быть слегка смочен и также хорошо укатан. По высыхании тротуар обрабатывается дегтем и посыпается крупным песком. Употребляемый гравий не должен быть ни слишком острогранным, ни слишком глинистым; глины должно быть достаточное количество для образования хорошего связующего вещества, но не такое количество, которое вызвало бы образование грязной поверхности.

Асфальтовые тротуары. Асфальтовые тротуары, уложенные на бетонное основание, часто строятся в городах и вполне соответствуют своему назначению. Асфальт укладывается таким же способом, как описано в гл. XV для проезжей части дороги. Недостатком асфальтовых тротуаров является трудность восстановления одежды после ее разглатия для прокладки труб, проводов и пр. Там, где не имеется необходимого смесителя для производства соответствующего ремонта, может быть использован мелкий тармакадам, который хотя и дает прекрасные результаты, однако в значительной степени портит внешний вид тротуара.

Тротуары из холодного асфальта. Употребление эмульсий получило значительное распространение для поверхностной обработки одежды тротуаров, построенных из тармакадама или гравия. Хорошие результаты были достигнуты путем смешения на месте в переносной мешалке гравия, крупностью от 6 до 20 мм (¼ — ¾"), с эмульсией и последующей россыпи и уплотнения смеси на прочном основании в 37 мм (1½") толщиной. Приблизительная стоимость такого рода работы исчисляется в 1 руб. за 1 м² (1 ш. 9 п. за 1 кв. ярд).

Легкий каток для тротуаров. Моторный каток, известный под названием «Кингсхем» (*Keypsham*), представляет собой специальный, легкий тип катка, удобный для укатки тротуаров; это компактная, легкая машина весом в 1,2 тонны, сконструированная главным образом для работ по постройке тротуаров и мелкого ремонта дорог, фиг. 41. Этот небольшой каток приводится в движение одноцилиндровым четырехтактным мотором с воздушным охлаждением, причем двигательная сила



Фиг. 41. Каток системы Кингсхем весом в 1 тонну для укатки тротуаров.

передается через коробку скоростей и роликовую цепь. Наименьшая скорость движения 0,8 км/час ($\frac{1}{2}$ мили в час); подъемы до 14% ($\frac{1}{7}$) могут быть легко взяты машиной. Конструкторы ее считают среднюю стоимость работы машины в 8 коп. в час (2 пенса в час).

Сроки службы. Следующая таблица дает сроки службы для различных типов тротуаров, установленные английским правительством, для расчета амортизации:

Искусственные плиты	15—20 лет
Плиты из естественного камня	15—20 »
Асфальт на бетонном основании	15 »
Голубой клинкер	15—20 »
Красный »	10 »
Цементный бетон, исполняемый на месте	15 »
Гравий	5 »
Тармакадам	10 »

ГЛАВА IX

ДЕГОТЬ И ДЕГТЕВЫЕ СОСТАВЫ

Рассматривая вопросы, касающиеся дегтя и дегтевых составов, мы сочли правильным подойти к ним скорее с точки зрения инженера-дорожника, чем с точки зрения химика.

Непостоянство состава сырого дегтя. Когда каменный уголь подвергается сухой перегонке для получения светильного газа в ретортах газовых заводов или для производства кокса в коксовальных печах, количество сырого дегтя, получаемого из тонны угля, приблизительно равно 45—55 л (10—12 галл.). В этом состоянии деготь обладает удельным весом, заключающимся между 1,01 и 1,21, причем его химический состав в значительной мере непостоянен и зависит от типа реторты, в которой уголь подвергался перегонке, от температуры перегонки, а также от происхождения и качества угля.

Сырой деготь и вредность его для водоемов. Деготь был впервые применен в дорожном строительстве в большом масштабе около 35 лет назад; значительно ранее он применялся в сравнительно небольших количествах для таких работ, как обработка тротуаров и т. д. В то время для этих целей применялся сырой деготь. Когда он был впервые использован для дорожных работ, появились жалобы на то, что дождевые воды, стекавшие с дегтеванной поверхности и попадавшие в водоемы, оказались вредны для рыб и в течение многих лет областные дорожные инженеры избегали употребления даже обезвоженного дегтя в близком расстоянии от водоемов.

В виду сказанного бесполезно привести следующую таблицу составных частей каменноугольного дегтя, показывающую составные части его, растворимые в воде.

Каменноугольный деготь

Фенолы, крезолы и родственные вещества

Пиридиновые и хинолиновые основания и родственные вещества

Нафталин, антрацен и пр.

Средние и тяжелые масла, пек, содержащий свободный углерод

Растворимы в воде

Улетучиваются при нагревании

Вещества, полезные для одежды дорог

Фенолы, крезолы, пиридиновые и хинолиновые основания и родственные им вещества ядовиты, в особенности для рыб и растений; поэтому весьма важно, чтобы они были удалены из дегтя.

Применение дегтя в дорожном строительстве и отношение к нему в прежнее время. Около 1904 г. были произведены опыты применения сырого дегтя для поверхностной обработки дорог, причем деготь нагревался, далее разливался лейками и распределялся щетками по поверхности дороги.

Мнения низового технического персонала об этих первых работах с дегтем были весьма любопытны и очень близки по своему скептицизму к тем суждениям, с которыми были встречены недавно эмульсии, когда они впервые были употреблены для поверхностной обработки дорог. С тех пор по настоящее время употребление дегтя очень сильно распространилось как для поверхностной обработки, так и для тармакадама.

Применение обезвоженного дегтя. Употребление отогнанного дегтя в настоящее время практикуется уже стандартными способами, причем употребление сырого дегтя еще до войны было вообще запрещено правительством, в частности потому, что толуол, содержащийся в сыром дегте, требовался для изготовления взрывчатых веществ. Главными причинами, послужившими основанием для применения в качестве стандартного материала для дорожного строительства отогнанного дегтя, вместо сырого, были следующие:

1. Коммерческое значение различных веществ, получаемых при отгонке сырого дегтя.
2. Вредное влияние на рыб содержащихся в сыром дегте фенолов.
3. Трудность нагревания дегтя, содержащего большой процент воды.
4. Разнообразие по качеству и вязкости различных партий сырого дегтя.
5. Недостаточная вязкость.

Обезвоженный деготь, широко применяемый в настоящее время при постройке дорог в чистом виде или искусственно смешанный с другими материалами, изготавливается путем частичной дистилляции—отгонки, которая удаляет всю содержащуюся в нем воду, аммиак, легкие масла и фенолы.

Процесс отгонки. Процесс отгонки осуществляется посредством нагревания сырого дегтя в перегонных кубах периодического или непрерывного действия, нагреваемых газом или коксом в зависимости от типа установок.

Для производства дегтя, соответствующего требуемым техническим условиям, отгонка производится при температуре от 245 до 260° (400—500° Ф) в зависимости от происхождения сырого дегтя и требуемых качеств отогнанного дегтя.

В некоторых случаях отгонка производится при более высокой температуре и получаемый густой деготь или мягкий пек снова разжижается тяжелыми и средними маслами. Против такого вяжущего вещества с точки зрения инженеров-дорожников казалось бы не должно встретиться серьезных возражений, имея в виду употребление тяжелых и средних масел антраценовых и креозотовых фракций, так как в дороге поверхность такого состава с течением времени становится более твердой, чем внутри, где пленка дегтя остается все время упругой и следовательно способной выдерживать удары проезда не крошась.

Трудность стандартизации дегтя. Несмотря на то, что в дорожном строительстве употребляется очень большое количество дегтя и вопросы

его применения несложны, тем не менее стандартизация его представляет значительные трудности, доказательством чего служат широкие границы, допускаемые министерством транспорта в технических условиях для дегтя, в силу трудности получения дегтя одного и того же качества. Несомненно, что если бы были установлены жесткие технические условия для каждого сорта дегтя, то многие заводы встретились бы с большими затруднениями для поставки соответствующего материала.

Разновидности сырого дегтя, полученные из разных сортов угля, вместе с некоторыми недостатками оборудования заводов послужили бы препятствием к производству вполне однородного продукта.

Ниже приведена номенклатура дегтя и пека, принятая британским комитетом технических стандартов (*British Engineering Standards Committee*).

НОМЕНКЛАТУРА ДЕГТЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ, ГЛАВНЫМ ОБРАЗОМ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ДЕГТЯ И ПЕКА

1. **Определение дегтя.** Деготь (освобожденный от воды) есть вещество получаемое при конденсации летучих продуктов, образующихся при деструктивной перегонке веществ, содержащих углеводороды, например: каменного угля, дерева, торфа, масла и т. д.

2. **Определение, обозначающее источник происхождения или метод производства.** Определения в виде: «каменноугольный», «древесный», «торфяной», «газовый», «заводский», «из доменных печей», «из коксовальних печей» и т. п. — должны быть добавлены к слову «деготь» для указания источника происхождения или метода изготовления.

3. **Определение пека.** Пек — твердый или полутвердый остаток от частичной перегонки дегтя.

Широкие границы технических условий дорожного департамента министерства транспорта. Технические условия дорожного департамента министерства транспорта допускают сравнительно большой простор, и это привело к большому разнообразию качества дегтя, выпускаемого различными заводами, что в некоторых случаях имело последствием неудовлетворительность произведенных работ.¹

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ДЕГТЯ № 1 и № 2 ДОРОЖНОГО ДЕПАРТАМЕНТА МИНИСТЕРСТВА ТРАНСПОРТА (ИЗВЛЕЧЕНО ИЗ ГЛАВЫ О КОНСИСТЕНЦИИ ДЕГТЯ, СТР. 11)

Консистенция или вязкость определяется временем, выраженным в секундах, необходимым для погружения в дегте прибора типа ареометра Хэтчинсона или измерителя вязкости, под грузом № 2 от нижнего до верхнего кольца ареометра. Когда деготь обладает однообразной температурой в 25° (77° Ф) испытание производится в сосуде, внутренний диаметр которого заключается в пределах от 95 до 192 мм (3 1/4 и 4"), фиг. 42.

А — кольцо на стержне, от которого начинается отсчет времени,

В — кольцо на стержне, на котором кончается отсчет времени,

С — уширенная часть

Д — съемный груз.

Испытание основано на скорости погружения прибора в вещество, находящееся в сосуде определенных размеров и имеющее заранее установленную темпе-

¹ В 1930 г. эти технические условия, изданные в 1923 г., несколько изменены. См. стандарт 1930 г. Британской ассоциации технических стандартов на деготь № 1 и 2. Выдержка из этого стандарта дана в прилагаемой таблице на стр. 91.

ратуру. Скорость определяется временем, необходимым для погружения инстру-
прибору находящегося на стержне кольца (А) до кольца (В). Благодаря этому
мента от влияние, которое мог бы иметь на испытание различных удельный вес
вещества, доведено до минимума, и может быть легко устранено простой
переменной веса груза (D), употребляя грузы № 1 для более легкого дегтя, № 2 для
среднего и № 3 для более тяжелого.

Груз № 1 для дегтя с удельным весом между	1,170 и 1,195 при 15° (59° Ф)
» № 2 » » » » » »	1,125 » 1,220 » 15° (59° Ф)
» № 3 » » » » » »	1,220 » 1,245 » 15° (59° Ф)

(Удельный вес измеряется специальным ареометром).

Ареометр для определения удельного веса. (Извлечено из главы «Общие ука-
зания и технические условия, относящиеся к обработке дорог дегтем», Дорожного
департамента министерства транспорта, стр. 8—9).

Удельный вес дегтя при 15° (59° Ф) может быть установ-
лен любым испытанным методом, но для сравнения и проверки
однородности различных партий материала очень быстро могут
быть получены достаточно точные результаты при помощи
ареометра Хэтчинсона с находящимся при нем тер-
мометром, снабженным шкалой поправок на температуру (фиг. 43).

А—металлический ареометр с делениями от 1,140 до 1,240,
В—термометр со шкалой поправок,



Фиг. 42. Вискози-
метр Хэтчинсона

для измерения
вязкости дегтя.

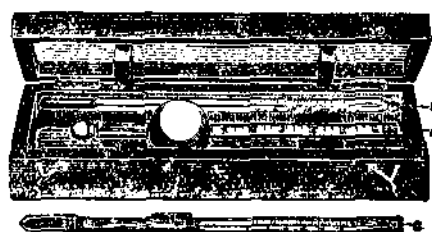
С—термометр со шкалой поправок в латунной оправе с спе-
циальным предохранителем для шарика и крючком для под-
вешивания при нахождении в образце дегтя.

Ареометр и термометр со шкалой поправок соответствуют
требованиям Дорожного департамента, предъявленным к прибо-
рам для подобного рода испытаний.

Прибор поставляется уложенным в компактном деревян-
ном ящике, вместе с металлическим сосудом для дегтя и ме-
шалкой. Он может быть по требованию снабжен прочным термометром (В) или
термометром в латунной оправе (С).

Способ употребления. Следует наполнить металлический сосуд дегтем, не до-
водя уровень до его краев на 1,25 см (1/2"). Если деготь густой—нагреть и ме-
шать его, пока термометр не покажет температуру в 15° или максимум в 20°. Дать
ареометру спокойно погрузиться и отметить число, на котором он остановился
окончательно; прибавить к этому числу поправку на температуру, и это будет
удельный вес. Так, например, если число на ареометре 1,200, а на поправочной
шкале 15 (при данной температуре дегтя, заключающейся между 15 и 20°), то
удельный вес будет равен 1,215 ($1,200 + 0,015 = 1,215$) при температуре 15°.

После употребления вымыть ареометр сольвент-нафта или бензолом.



Фиг. 43. Ареометр для определения удель-
ного веса дегтя.

Технические условия (выдержка) для дегтя, разработанные британской ассоциацией технических стандартов в 1930 г. (стандарт № 76 1930 г.)

Требования, которым должен удовлетворять деготь при испытаниях по методам, описанным в приложениях к настоящим техническим условиям	Деготь	Деготь
	№ 1	№ 2
Удельный вес при 15° минимум	1,140 ¹⁾	1,150 ¹⁾
„ „ „ 15° максимум	1,225	1,240
Воды и NH ₃ не более (по весу)	0,5%	0,5%
Других дистиллятов (легкие масла) до 200° не более (по весу).	1%	1%
Дистиллятов между 200 и 270° (по весу)	9,5—21%	8,0—15%
„ „ 270 и 300° (тяжелые масла по весу).	3,5—12%	3,5—12%
Фенолов или сырых дегтевых кислот не более (по объему)	5%	4%
Нафталина не более (по весу)	6%	5%
Свободного углерода „ „	max. 20%	6%—21%
Вязкость по Хэтчинсону (сек.)	10—40 ¹⁾	40—125 ¹⁾

- Примечания:** 1. Деготь, полученный из шотландского каменного угля в вертикальных ретортах, считается удовлетворяющим вышеперечисленным условиям, если удельный вес его не ниже 1,100 (для дегтя № 1) и 1,120 (для дегтя № 2),—при условии соответствия остальным требованиям.
2. Хотя максимальная вязкость для дегтя № 1 указана в 40 сек., а для дегтя № 2—125 сек., областной инженер имеет право требовать деготь с большей степенью вязкости, если он найдет это необходимым.

Британская ассоциация дорожного дегтя и ее цели. Британская ассоциация дорожного дегтя (*British Road Tar Association*) возникла сравнительно недавно, и следует полагать, что благодаря ее существованию в будущем будет обращено больше внимания на производство дегтя для дорожных целей и что он будет впредь более соответствовать своему назначению, чем раньше.

Деготь для поверхностной обработки. Употребляемый для поверхностной обработки деготь должен обладать вязкостью в 5—15 сек. (испытание по Хэтчинсону); количество содержащейся в нем воды и легких масел не должно по весу превышать 1%, количество свободного углерода не должно быть выше 20%.

Деготь для тармакадама. Что касается дегтя, применяемого для тармакадама, то желательно иметь его настолько вязким, насколько это допускают условия работы. Вместе с тем условия перевозки тармакадама настолько разнообразны, что нельзя установить определенного стандарта. Однако все же удалось установить, что в случаях, когда материал перевезился по железной дороге, деготь, обладавший вязкостью в 25—35 сек. (по Хэтчинсону), оказался вполне удовлетворительным.

Многие заводы, изготовляющие тармакадам, обычно в течение зимних месяцев пользуются дегтем, обладающим меньшей вязкостью, а именно 15—20 сек. Это весьма нежелательное явление, так как тармакадам, изготовленный с этим более жидким сортом дегтя, в летнюю жару способен размягчаться.

Там, где материал для тармакадаманной одежды производится поблизости от дороги, или же в случаях, когда приготовление происходит у самой дороги, может быть употреблен деготь несравненно большей вязкости, примерно в 50 сек. (по Хэтчинсону).

Желательные свойства дегтя для тармакадама. Свойства дегтя для тармакадама, желательные в целях получения окончательного материала наилучших качеств, следующие.

1. Он не должен содержать воды и легких масел,¹
2. Он должен иметь достаточно средних и тяжелых масел,
3. Содержание кислот и нафталина должно быть незначительно,
4. Он не должен содержать слишком большого количества свободного углерода.

Некоторые инженеры для удовлетворения своих дорожных нужд установили на местных газовых заводах необходимое для обезвоживания оборудование, но большая часть материала получается с заводов, занимающихся отгонкой дегтя.

Деготь посылается с гарантией, что он удовлетворяет требованиям технических условий Дорожного департамента, но, как было указано выше, толкование этих условий, дающих большой простор, не всегда одинаково у химиков перегонных заводов; весьма редко случается, чтобы два продукта разных заводов были однородны по составу, хотя оба могут дать удовлетворительные результаты. Обычная цена отогнанного дегтя приблизительно 70 руб. за 1 т (8 п. за 1 галл.), причем деготь большей частью доставляется в бочках объемом в 180 л (40 галл.), возвращаемых потребителем; кроме того он посылается в специальных железнодорожных цистернах в 4 500—13 500 л (1 000—3 000 галл.); в последнем случае потребитель переливает деготь из цистерн в собственные бочки, резервуары и распределители.

Температура дегтя при поверхностной обработке. Температура, при которой деготь должен быть распределен при поверхностной обработке дороги, имеет большое значение; она не должна быть менее 115° (240° Ф). Один литр (галлон) дегтя может покрыть по теплой поверхности приблизительно следующую площадь:

Новая шлаковая одежда	0,6 м ² (3½ кв. ярд.)
Новое гранитное щебеночное шоссе	0,7 м ² (4 " ")
Старое шоссе, ранее обработанное, находящееся	

¹ Допустимые пределы содержания воды и легких масел даны в табл. технических условий для дегтя (так же как и остальных веществ, упомянутых в п.п. 2, 3 и 4).

еся в хорошем состоянии	1,0—1,4 м ³ (6—8 кв. ярдов
Тармакалам	1,6—2,0 м ³ (9—12 » »
Асфальт	1,8—2,3 м ³ (10—13 » »

Влияние вертикальных реторт на свойства дегтя. Отчасти благодаря изменению в газовом производстве методов сухой перегонки каменного угля путем применения вертикальных реторт вместо горизонтальных изменились качества получаемого дегтя в том отношении, что он стал содержать меньшее количество свободного углерода и стал менее вязок чем прежде.

Смеси с дегтем. В результате работ в течение последних нескольких лет явилось стремление изготовить материал, который был бы более устойчив и дал бы более удовлетворительные результаты, чем деготь, и в настоящее время уже имеется большое количество смешанных материалов, продаваемых под различными названиями; в большинстве случаев они состоят из смеси дегтя, природного или нефтяного битума, некоторых коллоидальных веществ растительного происхождения, заполнителя и пр.

Влияние добавок битума и др. веществ. Благодаря добавлению к дегтю природного или нефтяного битума ускоряется затверждение и повышается температура плавления смеси по сравнению с дегтем. Это последнее обстоятельство делает состав значительно менее подверженным действию атмосферных реагентов; добавление к дегтю некоторых коллоидальных веществ растительного происхождения производит то же действие.

Порошкообразный заполнитель содействует устойчивости смеси и предупреждает излишнюю пластичность в жаркую погоду.

Составление смеси с битумом. Смеси дегтя с битумом приготавливаются в различных пропорциях, в зависимости от характера предполагаемой работы, или согласно специальным техническим условиям, выработанным после широкого применения в течение длинного периода времени.

Количество добавляемого битума для поверхностной обработки. Количество битума, добавляемого к дегтю для поверхностной обработки, обыкновенно заключается в пределах между 15 и 20%. В исключительных случаях однако употребляются смеси, содержащие до 40% битума.

Обыкновенно считается, и это подтверждается данными практики, что смеси дегтя и битума образуют на поверхности дороги слой, обладающий следующими преимуществами по сравнению с применением одного дегтя.

1. Лучшими качествами в отношении износа и водонепроницаемости.
2. Более прочным закреплением каменной мелочи.
3. Более продолжительным сроком службы.
4. Более значительным сопротивлением действию атмосферных реагентов.

Смесь дегтя и битума для тармакадама. Когда смеси дегтя и битума употребляются в качестве связующего вещества для изготовления тармакадама с применением шлака или известняка, обыкновенно пользуются составом, содержащим около 15% битума. Если минеральный материал представляет собой гранит или базальтовые породы, относящиеся к числу вязких и плотных материалов, и если смесь изготавливается всего за несколько часов до самой россыпи, то для получения возможно

большого сцепления связующего вещества с камнем рекомендуется увеличивать содержание в ней битума до 40%.¹

Успешность результатов зависит от выбора соответствующих материалов битуминозных и минеральных и от полного их объединения между собой в одно целое.

Если для приготовления смеси употребляется нефтяной битум, то последний должен обладать величиной проникания в 60—65 при 25° (77° Ф) и для полного смешения с дегтем должен быть нагрет перед смешиванием до температуры 180° (350° Ф). В гл. XIII приведены некоторые краткие технические указания для производства тармакадама с применением смесей дегтя с битумом.

Дорожно-исследовательская работа и ее значение для производства. Смесь дегтя с битумом и пр. получили развитие благодаря исследовательской работе, и как в этом, так и в других вопросах, связанных с дорожным строительством, дорожники и общественность обязаны той исследовательской работе, которая была выполнена при постройке и содержании дорог.

Поверхностная обработка нового щебеночного шоссе. В настоящее время работы по постройке нового щебеночного шоссе считаются незаконченными, если не будет произведена поверхностная обработка дегтем, или каким-либо другим составом. Применяемая повсюду поверхностная обработка новых дорог заставляет дорожников уделять в настоящее время значительно больше, чем прежде, внимания на выбор заполняющей мелочи, употребляемой для придания прочности поверхности щебеночного шоссе при постройке его или при утолщении.

При современных условиях приходится совершенно откинуть старый обычай употребления глинистых и землястых примесей для связи щебеночной коры.²

Употребляемый для этой цели минеральный материал, свободный от пыли, глины и пр., должен быть тщательно подобран по крупности для достижения в новой поверхности после укатки возможно большей плотности. Следовательно прежний земляной материал следует заменить подобранной каменной мелочью. Таким образом употребление землястых примесей в качестве связующего материала при устройстве щебеночного шоссе отходит в область преданий.

Важное значение сухости коры. Перед тем как начать поверхностную обработку, дорога должна быть совершенно вычищена, абсолютно суха и, если возможно, работу следует производить после обогрева дороги солнечными лучами. Поверхность часто кажется сухой, но необходимо, чтобы весь верхний слой был также сухим. Природа подстилающего грунта существенно влияет на сухость. Глинистые грунты, задерживающие в себе влагу, высыхают в значительной степени вследствие испарения, а поэтому безрасудно производить поверхностную обработку, если глинистый грунт содержит в себе большое количество влаги, так как после этого затруднится испарение. Обработка дороги при таких условиях

¹ Оптимальный процент добавки битума к дегтю зависит от свойств этих материалов, и приведенный предел в 40% не может считаться какой-нибудь нормой (обычно процент добавки битума—меньше).

² В некоторых местах за границей и отчасти у нас для связи поверхности щебеночного шоссе в прежние времена применялись глинистые и землястые примеси.

не рациональна, так как постоянная влажность коры портит и разрушает деготь, превращая его в черную грязь, заключенную между частицами каменной мелочи; эта грязь является плохой заменой естественного цемента в виде каменной муки и влаги, скреплявшего одежду ранее, до обработки дегтем.

Ежегодная обработка поверхности. Система сплошной ежегодной обработки поверхности дегтем вне зависимости оттого, нужен или не нужен новый поверхностный слой,—неэкономична. Многие неудовлетворительные дегтевые участки, представляющие собой обычные явления на шоссеиных дорогах, являются непосредственным результатом такой системы. Поверхность шоссеиной дороги обыкновенно требует при первой поверхностной обработке покрытия всей своей площади; в следующем году должна быть обработана только средняя часть, а в дальнейшем обыкновенно достаточно заделка только отдельных поврежденных мест. Излишек дегтя делает поверхность пластичной под действием солнечных лучей и стремится стечь по направлению к лоткам, образуя на дороге волны; образовавшаяся таким путем неровная поверхность прогрессивно ухудшается при толчках от проезда; вследствие этого в случае образования излишка дегтя, таковой должен быть очищен с поверхности при помощи соответствующих инструментов.

Способы распределения связующего вещества. Существует три способа распределения дегтя по поверхности дороги: ручное, под действием силы тяжести и с давлением. Каждый метод имеет свои преимущества, и выбор того или иного зависит главным образом от местных условий.

Ручное распределение. Для распределения вручную деготь нагревается в котле, разливается в специальные лейки и распределяется на поверхности дороги опытными в этой работе людьми.

Распределение под действием силы тяжести. При обработке без давления деготь из распределителя подается через гибкие металло-резиновые трубы в разбрызгиватель, прикрепленный к щетке для распределения, или, выливаясь непосредственно на дорогу, распределяется вращающимися лопатками; после разлива он втирается щетками в поверхность дороги. Этим способом были достигнуты прекрасные результаты, и многие дорожные инженеры утверждают, что таким путем достигается лучшее проникание, чем при каком-либо другом способе производства работ. Это верно, но при условии нагретой солнцем поверхности; однако условия погоды, при которых производится поверхностная обработка, редко удовлетворяют такой возможности, и горячий деготь часто сгущается при соприкосновении с холодной каменной поверхностью.

Распределение с давлением вручную. Если работа производится при помощи распределительных машин с давлением, достигаемым работой вручную, распыленный деготь выпускается из распределителя на поверхность дороги через разбрызгивающий наконечник, укрепленный на конце металлической трубки, снабженной специальными рукоятками для держания; гибкое соединение с распределителем означенной трубкой дает возможность лицу, производящему работу, передвигать в желаемом направлении разбрызгивающий наконечник.

Механическое распределение с давлением. Для более быстрой работы широко распространены распределители, снабженные системой сопел, могущих равномерно распределять деготь на поверхности шириной от 2,1 до 2,7 м (7 до 9'). Существует целый ряд машин такого типа, на-

чиная от распределителя в 1 400 л (300 галл.) на конном ходу и кончая распределителем в 9 000 л (2 000 галл.), установленным на шасси грузовика.

Россыпь каменной мелочи. Материал, употребляемый для засыпки по распределенному дегтю, состоит из мелочи, полученной от бойки камня, шлака, гравия, клинкера,¹ а также из песка. Камень, шлак и гравий наиболее пригодны для шоссейных дорог, потому что они в некоторой степени заменяют заполняющий материал, который был вычищен из промежутков между крупными щебенками при предварительной очистке стальными щетками. Будучи смешан с каменной мелочью, песок содействует связыванию дегтя в жаркую погоду и не дает ему растекаться. Средняя производительность артели, состоящей из 10 человек, работающей с машиной в 1 000 л (230 галл.) при 8-часовом рабочем дне измеряется в 5 800 м² (7 000 кв. ярдов.) в день.

Одна тонна мелочи должна покрыть приблизительно 200 м² (250 кв. ярдов), но однако площадь покрытия в значительной степени зависит от типа рассыпаемого материала, типа дороги и температуры воздуха.

Наиболее известные смешанные дегтевые материалы, употребляемые для тармакадама и для поверхностной обработки, следующие: тарвия, тарко, таролеум, тарфальт, дюрит, спрайфальт и т. п. (*Tarvia, Tarco, Taroleum, Tarphalt, Durite, Sprayphalt.*).

Состав тарко раньше всех других приобрел широкую известность и весьма распространен для поверхностной обработки; при употреблении этого материала рекомендуется соблюдение следующих технических условий.

Подготовка дороги. Поверхностная обработка ни в коем случае не должна быть начата раньше чем дорога просохнет соответствующим образом, т. е. на глубину в 20 мм ($\frac{3}{4}$ ").

До начала обработки дорога должна быть совершенно очищена от грязи и заполняющей мелочи настолько, чтобы верхняя часть щебенки была совершенно обнажена.

Для достижения лучших результатов грязь следует удалять, когда дорога находится в сыром состоянии. В обоих случаях рекомендуется пользоваться машиной с вращающейся щеткой, с конной тягой, после чего для удаления мелких частиц пыли следует пройти по всей поверхности щеткой из тонкого волоса.

Чем больше внимания будет обращено на процесс чистки, тем легче будут достигнуты наилучшие результаты и обеспечено полное проникание связующего вещества.

Способ распределения. Тарко должен распределяться в количестве 1 л на 1 м² (1 галл. на 5 кв. ярдов.), при температуре 90—100° (200—220° Ф).

Наиболее удовлетворительные результаты получаются при распределении материала соответствующей машиной для поверхностной обработки. По окончании обработки по поверхности должна быть сделана россыпь слоем однообразной толщины сухой, чистой каменной мелочи, крупностью от 10 до 12,5 мм ($\frac{3}{8}$ — $\frac{1}{2}$ "). Распределение мелочи должно быть равномерное, и ее количество не должно превышать того, которое может быть втянуто пленкой связующего вещества.

Одна тонна мелочи должна покрыть от 165 до 250 м² (200—300 кв.

¹ Согласно определению, данному в примечании на стр. 10.

ярд.) поверхности. Обработку дороги следует производить по половинам. По окончании засыпки дороги следует слегка укатать и по законченному участку может быть открыто движение; обыкновенно в жаркую погоду после нескольких часов движения требуется повторная россыпь мелочи.

Распределение вручную. При работе вручную тарко выливается на дорогу из соответствующих леек или ведер и тщательно распределяется по поверхности щетками, причем расход материала приблизительно 1 м³ на 1 м² (1 галл. на 5 кв. ярдов.). Материал должен быть распределен равномерно, без луж.

Этот материал продается в бочках, подлежащих возвращению на завод, или же посылается в цистернах. Стоимость тарко незначительно превышает цену обыкновенного отогнанного дегтя. Считают, что самым большим достоинством тарко является степень его проникания в кору, что подтверждается нижеследующими данными, приведенными на международном дорожном конгрессе в Париже инж. Векелем (Wakelam).

Таблица сравнительных величин проникания в кору

Примененный материал	Способ применения	Проникание в мм (дюймах)
Сырой газовый деготь	В горячем виде	3—13 ($\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{2}$)
Отогранный деготь	» » »	3—13 ($\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{2}$)
Различные битуминозные вещества в среднем	» » »	20 ($\frac{3}{4}$)
Тарко (Тагсо)	» » »	25 (1)

Стоимость поверхностной обработки дорог. Инж. Лаусон (Lawson) дорожный инженер области Делпфорд (Deptford) представил интересный отчет о произведенных в 1926 г. работах по поверхностной обработке дорог дегтем.

Всего было обработано 104 дороги с общей поверхностью в 196 000 м² (236 274 кв. ярдов.) протяжением в 26 км (16,48 мили). Общая стоимость работ выразилась в 20 390 руб. (2 124 ф. 1 ш. 8 п.), что составляет 0,103 р. на 1 м² (2,157 п. на 1 кв. ярд).

Ниже приведены цифровые данные, показывающие стоимость в рублях отдельных статей произведенной работы по данным Лаусона:

Расход	Полная стоимость	Стоимость на 1 м ² (1 кв. ярд)
Деготь и таролеум	8 720 (908 · 11 · 11)	0,044 (0,923)
Каменная мелочь	4 760 (495 · 12 · 01)	0,024 (0,503)
Заработная плата	3 350 (349 · 01 · 02)	0,017 (0,355)
Транспорт	2 790 (290 · 15 · 06)	0,014 (0,295)
Кокс, масло, мелкие расходы и ремонт машин	770 (80 · 1 · 0)	0,004 (0,081)
Итого	20 390 (2124 · 1 · 8)	0,103 (2,157)

Инж. Л а у с о н сообщил, что в предшествующем году поверхностной обработкой дегтем подверглись 126 дорог с общей площадью в 220 000 м² (266 020 кв. ярд.) общим протяжением в 30 км (18,7 мили); стоимость работ обошлась в 23 190 руб. (2 415 ф. 6 ш.), т. е. в 0,105 руб. на 1 м² (2,179 п. на 1 кв. ярд).

Обработка дорог составом тарвия (Tarvia). Состав тарвия доставляется в готовом для употребления виде и одинаково пригоден как для работы вручную, так и для распределения при помощи машин, причем для последнего случая рекомендуется специальный сорт, известный под названием «тарвия Б».

Этот состав доставляется в жидком виде в бочках, или же в объединении с гранитным материалом.

Обработка дорог составом дюрит (Durite). Дюрит не содержит битума и бывает двух сортов: сорт А более тяжелый, пригодный главным образом для распределения под давлением, требующий нагревания до температуры, приблизительно в 65° (150° Ф). Сорт Б обыкновенно распределяется в холодном виде и является прекрасным материалом для мелкого ремонта в зимние месяцы. ¹ Этот материал не является эмульсией; содержание воды в нем весьма незначительно.

Машины для поверхностной обработки. В настоящее время, когда поверхностная обработка дегтем или составами, смешанными из дегтя и битума, или же наконец одним битумом, признана абсолютно необходимой, вопрос механического оборудования для распределения этих материалов заслуживает тщательного изучения.

Обыкновенно машина для распределения состоит из котла, установленного на раме и колесах и снабженного насосом или каким-либо аппаратом для распределения материала. Также применяются большие механические распределители для обработки загородных дорог на большом протяжении.

В основе это оборудование может быть разделено на два класса: машины, действующие под влиянием силы тяжести жидкости, и машины, действующие при помощи давления.

Машины без давления. В этих машинах нагретый деготь подается действием силы тяжести к выпуску и распределяется по поверхности дороги при помощи обыкновенных щеток или щеток с резервуарами, патент Ветмана (Waithman), или же подается вращающимися лопатками как в машине «Кольмен» (Coleman), фиг. 44 и 45.

Распределители под давлением. Некоторые машины, действующие посредством давления, снабжены воздушными напорными резервуарами, тогда как другие снабжены лишь насосом, установленным между котлом и распределяющим приспособлением, при помощи которого производится необходимое давление. Первая система применяется обыкновенно в механически передвигаемых машинах большой мощности, а последняя в машинах меньшего типа с конной тягой.

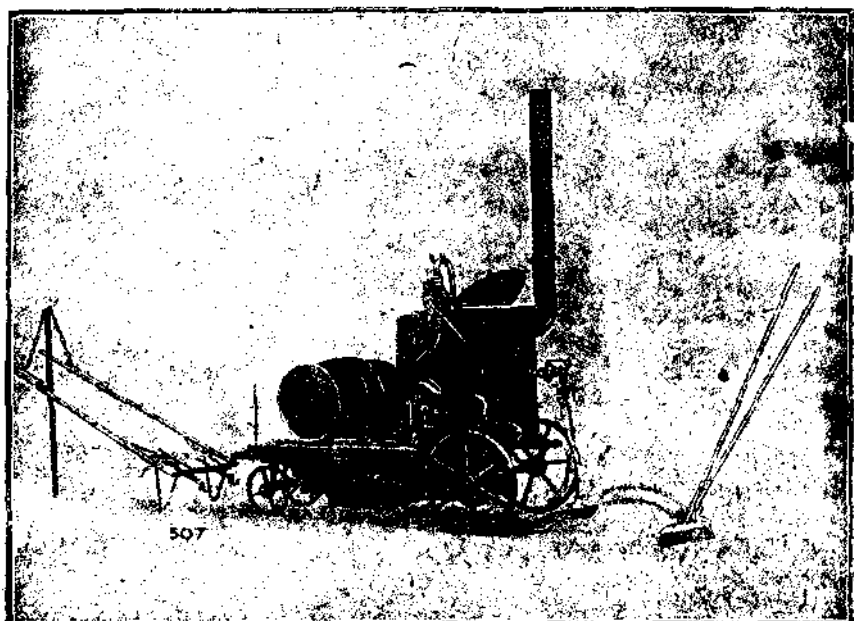
До введения поверхностной обработки битумом, распределители, в которых могла быть достигнута температура 100—120° (220—250° Ф), снабженные распределительными приспособлениями различных типов, вполне соответствовали своему назначению и удовлетворяли всем предъявляемым к ним требованиям; в настоящее время имеется значительное

¹ Имеется в виду климат Англии.

количество машин, пригодных как для обработки дегтем, так и для обработки битумом. Такие машины строятся многими заводами, из которых наиболее известны следующие: Кольмен, Джонстон, Уикс, Левелин и Джеймс (*Coleman, Johnstons, Yeeks, Llewellyn, James*).

Распределители без давления. Котел патентованной машины «Кольмен» для распределения дегтя делается из листов мягкой стали, соответствующим образом укрепленных и склепанных.

В загрузочном отверстии котла укреплено большое, плоское, стальное сито для предохранения распределительной трубы от засорения



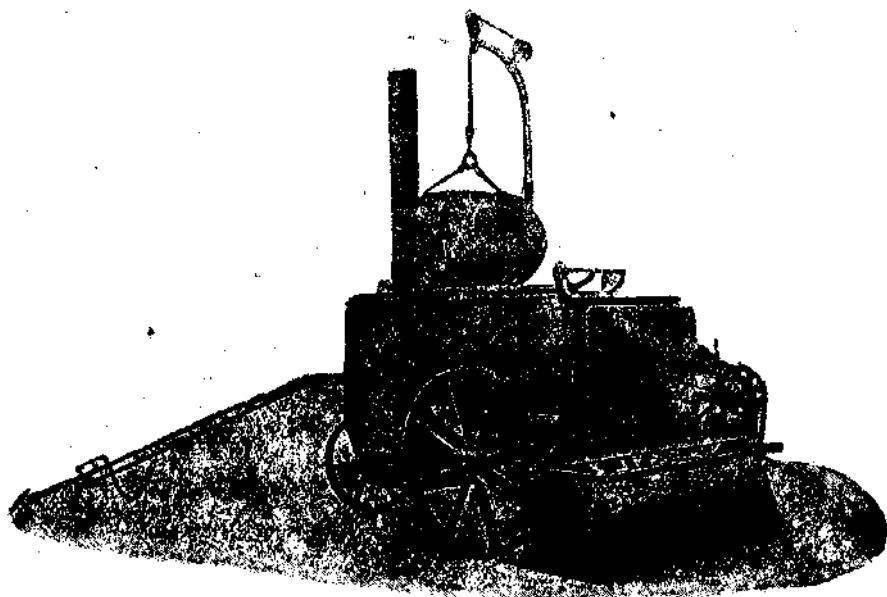
Фиг. 44. Распределитель для дегтя системы Джонстон (действующий силой тяжести) с щетками Ветмана.

Нагревание производится посредством укрепленной под машиной топки; отводная труба от топки проходит под самым котлом, а также огибает его торцы, благодаря чему тепло отводимых продуктов горения используется наиболее полным образом. Топка совершенно закрыта, и для облегчения чистки отводная труба снабжена дверцами на обоих торцах котла.

Распределение производится посредством вращающегося вала с лопатками, приводимого в движение колесами машины. Вал построен из мягкой стали, с дисками и лопатами. Горячая жидкость под действием силы тяжести попадает в распределительную трубу, из которой она выливается струей на лопаточный вал. Последний, будучи соединен с колесами машины, вращается с большой скоростью, когда машина передвигается лошадей, идущей шагом. Лопатки вала, ударяя по дегтю, распыляют его и разбрасывают с значительной силой, благодаря чему он проникает в поверхность дороги. Несмотря на то, что не требуется никакого искусства для управления машиной, при пользовании ею

достигается безукоризненное распределение материала; стандартная емкость котла 900—1 600 л (200—350 галл.).

При употреблении распределителя для дегтя системы Джонстона с двойной топкой и двумя котлами, с приданными к нему щетками Ветмана, снабженными резервуарами для дегтя, поверхностная обработка вручную производится с максимальной производительностью и минимальными затратами. При пользовании этой машиной совершенно устранена необходимость поднятия бочек с материалами при помощи громоздких блоков, так как холодный деготь выпускается через отверстие в бочке в самостоятельно отапливаемый нижний котел. Насос поднимает горячий деготь из нижнего котла в главный котел.



Фиг. 45. Распределитель для дегтя системы Флаппер емкостью 900—1 125 л, действующий силой тяжести.

Щетки Ветмана с резервуарами. Холодный деготь ни при каких условиях не может попасть в главный котел; из последнего деготь, только доведенный до правильной температуры, направляется по шлангам Ветмана к щеткам, снабженным резервуарами. Аппарат Ветмана (фиг. 44) представляет собой очень простое устройство, состоящее из медного резервуара с дном в виде сетки, прикрепленным винтами к головкам щеток. Гибкий стальной шланг связан с резервуаром посредством гибкого соединения. Другой конец шланга связан также при помощи гибкого соединения с латунной муфтой; шланги в числе двух своими муфтами соединены с трехходовым краном на стенке котла. Шланги предохраняются от износа трением по поверхности дороги стальными кольцами, удерживаемыми на месте при помощи цепи.

Специальная машина для россыпи каменной мелочи. При производстве поверхностной обработки одним из главных препятствий для покрытия в течение дня большой площади является необходимость засыпки

коры после обработки ее дегтем или битумом,—каменной мелочью, насколько возможно быстро после распределения связующего для того, чтобы можно было открыть движение по всей ширине дороги. Были испробованы небольшие ручные машины, не давшие особенно положительных результатов, но последняя, выпущенная на рынок для указанной цели, патентованная машина Джонстона, изображенная на фиг. 46, повидимому обещает принести значительную пользу. Изобретатели этой машины утверждают, что при ее помощи вполне удовлетворяется потребность в быстром, равномерном и экономичном распределении каменной мелочи различного качества и крупности на скользких одеждах и поверхностях, которые только что подверглись обработке дегтем или битумом; она строится трех стандартных типов:

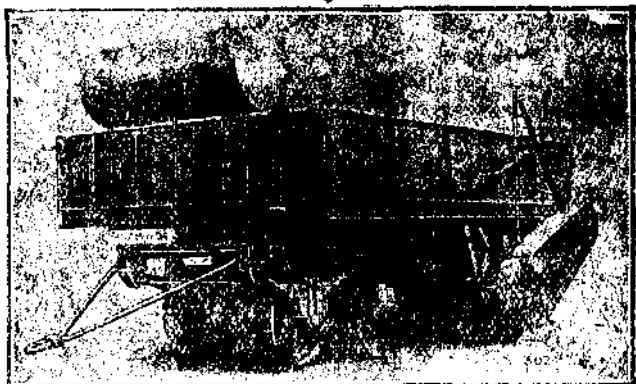
модель 1—для установки на торце кузова грузовика,

модель 2—в сочетании с прицепкой на обыкновенных колесах,

модель 3—комбинация с прицепкой со стальным кузовом, установленной на трех вальцах, при емкости кузова в 3—5 т (фиг. 46). Производительность машины одинакова для материала разной крупности, и она пригодна для россыпи песка, каменной мелочи, гравия или дробленого шлака. Важным фактором является то обстоятельство, что может быть произведена мгновенная регулировка количества подлежащего россыпи материала; при помощи этой машины может быть достигнуто равномерное распределение материала на единицу поверхности; благодаря тому, что россыпь производится впереди колес машины, свежее распределенный слой дегтя или битума не прилипает к колесам. Машина третьего типа может быть прицеплена к дегтевому или битумному распределителю, причем мелочь рассыпается, а затем укатывается вальцами этой же машины, раньше чем деготь или битум успеет застыть. Отсюда ясно, что этот метод, повидимому, обладает многими преимуществами.

Автоматический распределитель под давлением. Автоматический распределитель дегтя под давлением системы Уикс (*Weeks*) приводится в движение при помощи конной тяги и распределяет деготь по поверхности дороги. Насосы автоматически приводятся в действие от оси во время хода машины и подают деготь через сопло под давлением в требуемом количестве. Кроющая способность машины может быть $1\frac{1}{2}$ л на 1 м² поверхности (1 галл. на 5—10 кв. ярдов).

Равномерное распределение. Благодаря автоматической установке получается совершенно однообразный расход дегтя; после того как машина будет установлена, для подачи определенного количества дегтя,



Фиг. 46. Машина системы Джонстон для россыпи каменной мелочи. Обращается внимание на широкие колеса для одновременной укатки рассыпанной мелочи.

во все время работы будет продолжаться равномерное распределение дегтя независимо от скорости движения. Производимая таким образом работа значительно лучше и экономичнее, чем работа вручную, при которой количество распределенного материала зависит от рабочего, держащего распределительную трубку; при держании ее слишком долго на одном месте и недостаточно долго на другом,—может получиться неравномерный слой дегтя в разных местах.

Машина снабжена тремя насосами, работающими от оси, при помощи цепи. Клапаны и насос специально сконструированы для работы с дегтем и легко доступны для осмотра. Количество выпускаемого дегтя и давление в котле регулируются посредством специального клапана. Всасывающая труба насоса снабжена сеткой, благодаря которой возможность засорения отверстий трубки доведена до минимума; включение и выключение насосов производится автоматически. Снабженная отверстиями распределительная трубка с соплами длиной в 1,8 м (6') разделена на три равных части, из которых любая может быть по желанию выключена из работы. Во избежание повреждения распыленным дегтем окружающих предметов машина снабжена специальным щитом. Деготь нагревается посредством топки и труб, расположенных под котлом, которые сконструированы так, чтобы получить наибольшую поверхность нагрева; для определения температуры дегтя при машине имеется термометр. Осевые буксы снабжены рессорами для уменьшения толчков и сотрясений при движении по поверхности дороги; машина строится емкостью 720—1 000 л (160 и 230 галл.).

ГЛАВА X

ПОВЕРХНОСТНАЯ ОБРАБОТКА БИТУМОМ

Поверхностная обработка дорог битумом представляет собой усовершенствование первоначального метода обработки дегтем и имеет в сравнении с последним значительные преимущества. Главнейшие из этих преимуществ следующие:

1. Битум не вреден для рыб и растений.
2. На него практически не действуют крайние температуры климата.
3. Употребление его экономично, и поверхностная обработка битумом служит дольше, чем обработка дегтем.

При улучшении изношенных шоссежных дорог обработка горячим битумом дает поразительно хорошие результаты при стоимости почти непревышающей обработку дегтем. Употребление битума оказалось весьма полезным для поверхностной обработки тармакадаменных и асфальтовых одежд.

Значение чистой поверхности. Главным условием для успешной поверхностной обработки битумом является абсолютная чистота поверхности дороги; в данном случае это даже более важно, чем при употреблении дегтя.

При распределении горячего битума он прилипает к незащищенным поверхностям минерального материала, составляющего одежду, причем необходимое сцепление его с материалом невозможно, если камень покрыт слоем грязи или пыли. В некоторых случаях так называемые разрушения поверхностной обработки, произведенной горячим битумом, произошли вследствие отслоения битума, но эти разрушения были вызваны обработкой недостаточно чистой поверхности. Поэтому лучшие результаты обыкновенно получаются на дорогах, которые предварительно подверглись обработке дегтем или каким-либо водонепроницаемым веществом.

Одним из наиболее известных битумов для поверхностной обработки является «Спрамекс» (*Spramex*); этот материал употребляется для поверхностной обработки щебеночно-дегтевых дорог, построенных из гранита, известняка или шлака.

Характеристика спрамекса и производство работ с ним. Спрамекс следует нагревать до температуры 175—200° (350—400° Ф) и распределять на поверхности дороги при температуре не менее 175° (350° Ф). Необходимо всегда пользоваться термометром при производстве работ для соблюдения правильной температуры. Спрамекс не должен оставаться при высокой температуре в течение долгого времени перед употреблением вследствие способности его при этом к загустению, причем произведенная работа может оказаться неудовлетворительной. Тотчас после распределения спрамекса, пока он еще не остыл, поверхность должна быть за-

сыпана каменной мелочью, иначе последняя не пристанет и будет разбросана во время проезда. Укатка не необходима, но так как она улучшает отделку дороги, она все же желательна. Полезно лишний раз напомнить, что перед распределением битума дорога должна быть совершенно сухой и чистой, потому что при несоблюдении этого условия законченная работа не может быть удачной.

Когда битум распределяется специальными распределителями, ¹ котел должен находиться у самого места работ для уменьшения потери тепла во время пути битума от котла на поверхность дороги; это особенно важно при холодной и ветренной погоде. При употреблении этого распределителя следует избегать накопления битумной корки на краях резины; такое накопление может вызвать впоследствии отделение битума от поверхности одежды под действием проезда.

При окончании работ с обыкновенным распределителем подающая трубка и сопло должны продуваться во избежание их засорения битумом; если последнее все же случилось и притом при отсутствии аппарата для прочистки, то следует отнять трубку распределителя и поместить ее на короткое время в горячий битум, чтобы освободить ее от затвердевшего в ней материала.

Один литр спрамекса может покрыть 0,70 м² (1 галл. на 4 кв. ярда) шероховатой поверхности и 1,2—1,4 м² (1 галл. на 7—8 кв. ярдов) гладкой поверхности.

Ниже приведены результаты анализа спрамекса:

Удельный вес при 15° (60° Ф)	1, 03
Тягучесть	100
Пenetрация	около 200
Температура размягчения	38—49° (100—120° Ф)
> вспышки (в закрытой чашке) выше	200 (390° >)
> горения	около 277 (500 >)
Растворимость в сероуглероде	больше 99%

Спрамекс не содержит никаких веществ, растворяющихся в воде, и не вреден для рыб и растений.

Распределитель для битума. Система Уикс (Weeks), по мнению английских инженеров, является весьма полезной машиной для этой цели.

Распределитель состоит из патентованного котла, дающего непрерывное нагревание битума и непрерывную подачу горячего материала; в котле установлен нагнетательный насос специальной конструкции для работы одного человека, который может легко получить и поддерживать такое давление которое дает наиболее экономичное и действительное распределение дегте-битумных смесей или одних битумов.

Производительность этого распределителя была проверена на практике, причем выяснилось, что машина емкостью до 1 500 л (320 галл.) обладает более значительной производительностью, чем стандартный битумный распределитель емкостью в 2 700 л (600 галл.).

Котел распределителя состоит из двух примыкающих друг к другу отделений, разделенных до определенной высоты сплошной стенкой, выше которой установлена решетка. Холодный материал подается в отделение, в котором находится треугольная трубка; через эту трубку про-

¹ Этот распределитель (squeeze) на работах в Союзе ССР получил название «волынки».

ходит горячий воздух из топки; эта трубка образует нагретое режущее ребро, разрезающее плотный материал, и таким образом содействует более быстрому его разжижению. Когда материал становится достаточно жидким, он просачивается сквозь решетку в прилегающее отделение, из которого подается уже непрерывная струя горячего материала, в то время как свежий холодный материал непрерывно поступает в первое отделение.

Распределительный насос обладает большой мощностью и совершенно погружен в горячий материал. Всасывающая труба снабжена поплавком, так что насос питается из наиболее горячей части котла.

При машине имеется действующее горячим воздухом приспособление для прочистки, при помощи которого горячий воздух может нагнетаться под давлением в шланг и выпускное отверстие, очищая их таким образом от остающегося материала и приготавливая их для следующей операции. Машины строятся стандартных размеров емкостью в 1 500, 1 100 и 750 л (320, 250 и 160 галл.).

Если выясняется, что трудно нагреть битум до требуемой температуры, следует осмотреть трубы и дно котла; загрязнение труб или осадок на дне котла вызывают непроизводительную трату тепла, и котел может быть при этом сожжен.

Должны быть приняты меры к тому, чтобы в битум не попадала грязь, пыль и т. п. до помещения его в котел, так как это часто является причиной образования нагара на дне котла. Во избежание простоя машины, котел и трубы должны тщательно вычищаться по крайней мере раз в неделю.

Многие дорожные инженеры, стремясь использовать для поверхностной обработки преимущества битума перед дегтем, не имеют однако в своем распоряжении котлов, способных нагреть битум до требуемой температуры; употребление битума при таких условиях неизбежно требует замены старого оборудования и приобретения нового, что не всегда возможно или желательно.

Этот вопрос разрешен путем изготовления такого битумного состава, который может применяться в обыкновенном дегтевом распределителе.

Этот битум называется «Шелспра» (Shelspra). Он должен быть нагрет приблизительно до той же температуры, что и деготь, т. е. до 100—115° (220—240° Ф) и распределяется совершенно таким же способом. Он не вреден для рыб и растений и может быть с успехом использован на дорогах, примыкающих к рекам, озерам и т. д., или на дорогах, расположенных по соседству с ними.

Главные условия для успешного его употребления следующие:

- 1) дорога должна быть насколько возможно суха и совершенно очищена от грязи,
- 2) шелспра должен быть нагрет на постоянном огне до температуры около 100—115° (220—240° Ф),
- 3) после распределения битума его поверхность должна быть засыпана тонким слоем каменной мелочи или подобного материала.

Шелспра доставляется в цистернах автомобильных или железнодорожных, или же отдельными бочками. Этот материал при обыкновенной температуре легко выливается из бочек и цистерн.

Битум «Стандарт» получается путем прямой обработки паром; он не разжижен и не смешан ни с каким веществом ни во время, ни после обра-

ботки. Сырая нефть, употребляемая для приготовления этого битума, самого лучшего качества; ниже приводятся технические условия для поверхностной обработки материалом «Стандарт», известного под названием «S. L. A. 10» (разжиженный битум):

Удельный вес при 15° (60° Ф)	мин. 0,965 макс.—0,980
Температура вспышки (в открытой чашке)	200° (390° Ф)
Потеря в весе (50 г—5 ч. 165° Ц—325° Ф)	30%
Растворимость в сероуглероде	99,9%

Этот материал может быть распределен при температуре 100—115° (220—240° Ф), так что для его употребления годен дегтевой распределитель обыкновенного типа.

Битум «Стандарт» для вторичной поверхностной обработки, технические условия которого приводятся ниже, представляет собой более тяжелый сорт, причем он должен быть нагрет до температуры в 175—190° (350—375° Ф); 1 л материала может быть распределен на 0,7—1 м² (1 галл. на 4—6 кв. ярдов.); для нагревания битума этого сорта требуется специальный битумный котел.

Технические условия на битум «Стандарт» для вторичной поверхности обработки

Удельный вес	1,03—1,045
Температура вспышки (в открытой чашке)	210°—(410° Ф)
Температура размягчения (кольцо и шарик)	39—42° (103—107° Ф)
Проникание при 25° (77° Ф)	180—200
Тагучесть	100
Растворимость в сероуглероде	99,8%

Битум «Стандарт» изготавливается различных сортов в соответствии с любыми техническими условиями работы.

Поверхностная обработка битумом при пониженной температуре. В виду успешности работ по поверхностной обработке битумом, распределяемым при одинаковой с дегтем температуре, надо полагать, что в ближайшем будущем последует дальнейшее улучшение материала этого типа. Поверхностная обработка битумом, способным удерживать сравнительно крупный материал, укатанный в то время, когда битум находится еще в горячем состоянии, образует нескользкую шероховатую поверхность, вполне безопасную для конного движения при любых условиях погоды.

ГЛАВА XI

ДЕГТЕВЫЕ И БИТУМНЫЕ ЭМУЛЬСИИ

За последние годы непрерывно увеличивается применение дегтя и битума в виде эмульсий для дорожных целей. Непостоянство климата Англии вероятно вызывает расширение этого способа работ, и в настоящее время около 50 лабораторий занято изготовлением и распространением эмульсий различных видов.

Холодным эмульсиям иногда совершенно неосновательно приписываются некоторые свойства; так, иногда утверждают, что горячие способы значительно уступают эмульсиям; такая постановка вопроса совершенно неправильна. В области дорожного строительства имеется большое поле для применения как холодных, так и горячих способов, и во многих случаях бывает, что в то время как один способ экономичен, другой не выгоден и наоборот. Холодные способы имеют однако некоторые преимущества перед горячими, из которых главные следующие:

а) эмульсии не требуют оборудования и связанных с ним расходов на горючее, рабочую силу и транспортирование;

б) эмульсии могут употребляться вскоре после дождя;

в) эмульсии являются сравнительно дешевым методом обращения обыкновенного щебеночного шоссе путем пропитывания в одежду усовершенствованного типа;

г) эмульсии незаменимы для мелкого ремонта одежды любого типа. Некоторые недостатки холодных эмульсий следующие:

1) неоднородность свойств имеющихся различных сортов эмульсий;

2) эмульсии подвержены действию морозов.

Время и дальнейшая исследовательская работа вероятно устранят эти недостатки, и возможно, что с накоплением опыта у химиков, занятых усовершенствованием производства эмульсий на заводах и исследованиями в этой области, применение эмульсий заменит в будущем горячие способы в некоторых видах работ.

Сущность эмульсий. Эмульсия состоит из нерастворимого в воде материала, как деготь или битум, распределенного в воде в совершенно размельченном виде. Когда расплавленный битум и горячая вода смешиваются с эмульсирующим веществом таким способом, при котором битум механически дробится на мелкие шарики, образуется эмульсия. При эмульсировании каждая частица битума покрывается водой и должна оставаться в таком положении до тех пор, пока вода не исчезнет вследствие испарения или поглощения ее другой средой.

Эмульсирующие материалы, состоящие из мыла, некоторых коллоидальных веществ и пр., обладают способностью разобщать частицы битума, благодаря чему задерживается свертывание эмульсий.

Производство эмульсий. Изготовление этих эмульсий в заводском

масштабе обыкновенно производится в открытом баке, снабженном центральным валом с лопатками, вращающимися в противоположных направлениях или же в коллоидальной мельнице, в которой перемешивание производится лопатками, вращающимися с большой скоростью в противоположных направлениях. Полученные на основании опыта улучшенные методы производства заметно увеличили содержание битума в эмульсиях, так что в настоящее время процент воды в эмульсии значительно меньше, чем прежде. По мнению англичан, лучшим испытанием для битумной эмульсии является испытание на тягучесть.¹ Эмульсии употребляются для поверхностной обработки, полупропитки и глубокой пропитки. Наиболее известные английские эмульсии: Колас, Таролеум, Виалит, Кольфикс, Ацтек, Тарфрау, Спраймульсион (*Colas, Taroleum, Vialit, Colfix, Aztec, Tarfroid, SpraymulSION*).

Поверхностная обработка. Эмульсии могут употребляться для обработки одежды любого вида, в любое время года, за исключением периодов сильных дождей, а также морозов.

Поверхность, подлежащая обработке, должна быть насколько возможно чиста. Успешность обработки в значительной степени зависит от чистоты дороги, а потому, в случае надобности, последнюю следует поливать водой и чистить до полного удаления грязи и всех посторонних веществ. Битум не прилипает к грязи, причем одна поливка водой без очистки недостаточна.

Эмульсия разливается из леек, бочек или механических приспособлений и ровно распределяется по поверхности при помощи щеток; тотчас после распределения эмульсии поверхность должна быть засыпана мелким минеральным материалом или песком и слегка укатана. Эмульсии не могут, как горячий деготь или битум, удерживать более или менее крупный материал.

Ниже дана полезная таблица, показывающая кроющую способность эмульсии Виалит.

Таблица показывающая кроющую способность эмульсии Виалит

Тип одежды	Поверхн. покр. одним литр. в м ² (1-галл. в кв. ярд.).	Число л (галлонов) на 1 км. (1 000') длины при ширине в м (фут.)				
		5 (16')	5,5 (18')	6 (20')	7,5 (24')	10 (30')
Щебеночное шоссе:						
1-я обработка	0,70 (4)	7 140 (444)	7 850 (500)	8 568 (555)	10 710 (666)	14 280 (833)
2-я » 	0,90 (5)	5 550 (355)	6 100 (400)	6 650 (444)	8 325 (533)	11 100 (666)
Дегтяное или битумное шоссе	1,00 (6)	5 000 (296)	5 500 (333)	6 000 (370)	7 500 (444)	10 000 (555)
То же	1,20 (7)	4 160 (254)	4 576 (285)	4 992 (317)	6 240 (381)	8 320 (476)
»	1,40 (8)	3 570 (222)	3 927 (250)	4 284 (278)	5 355 (333)	7 140 (416)

¹ См. стр. 162.

Метод пропитывания. При употреблении коласа для этого метода, рекомендуются следующие технические условия: камень должен быть крупностью от 20 до 50 мм ($\frac{3}{4}$ —2") приблизительно в следующих пропорциях: 60%—50 мм (2"); 30%—37 мм ($1\frac{1}{2}$ "); 10%—20 мм ($\frac{3}{4}$ "). Необходимо, чтобы везде был сохранен правильный подбор минерального материала, для чего при рассыпке камня следует пользоваться лопатами; при этом на 100 м² поверхности должно быть рассыпано 7,6 м³ камня для образования слоя в 5 см (2") толщиной в плотном теле (1 куб. ярд на 12 кв. ярдов).

Производство работ. Необходимо отремонтировать все неровности на старом основании и придать ему требуемый профиль; затем рассыпать песок в зависимости от желаемой толщины коры; так например для образования коры в 5 см (2") слой песка должен быть 1,25 см ($\frac{1}{2}$ "); для 7,5 см (3")—2 см ($\frac{3}{4}$ "). Если старое основание перед работой вскирковать, то песчаный слой рассыпать не следует; воды требуется значительно меньшее количество, чем при устройстве обыкновенного шоссе. Весьма важно, чтобы рассыпанный слой щебня был основательно укатан перед тем, как приступить к пропитке его эмульсией.

По уплотнении поверхности, и по возможности, пока камень еще сырой, распределяется колас из установленного на грузовике резервуара с давлением или из лейки, снабженной специальным распыляющим струю листом жести вместо обыкновенной головки. При пользовании резервуаром с давлением, правильное распределение достигается путем регулирования скорости хода грузовика; с проходом два или больше раз по поверхности, подлежащей пропитке, в зависимости от требуемого на кв. единицу количества эмульсии. При производстве пропитки при помощи лейки самым лучшим методом является предварительное измерение площади дороги, могущей быть обработанной одной бочкой эмульсии, и регулирование распределения соответственно полученным результатам измерения. При распределении 4 л на 1 м² ($\frac{3}{4}$ галл. на 1 кв. ярд) обрабатывается площадь в 31,5 м² (38 кв. ярдов) одной бочкой эмульсии. Таким образом при производстве работы на дороге шириной в 5 м можно принять длину в 12,6 м одной половины дороги за площадь, могущую быть обработанной одной бочкой. Первая лейка выливается по продольной полосе, вдоль наружного края дороги. Затем остальная часть поверхности обрабатывается продольными полосами от середины дороги к ее краям. Лицо, производящее работу, должно следить за равномерным распределением, избегая избытка эмульсии в одном месте и недостатка ее в другом. Как только будет подвергнута обработке достаточная площадь и раньше чем эмульсия распадется, должна быть рассыпана каменная мелочь крупностью в 1,25 см ($\frac{1}{2}$ ") в достаточном количестве, чтобы заполнить все промежутки коры, но отнюдь не в большем количестве. Затем производится укатка для закрепления этой мелочи, повторяющаяся и на следующий день. Тщательная и систематическая укатка, начинающаяся у краев дороги и заканчивающаяся на середине, имеет большое значение для прочности будущей одежды.

Размер каменной мелочи для заполнения и ее количество зависят от качества и пропорций употребленного щебня. Хорошо подобранный в отношении пропорций щебень среднего сопротивления дроблению при укатке, после укатки перед пропиткой имеет меньше пустот, подлежащих заполнению, чем твердый или плохо подобранный щебень; в послед-

нем случае иногда следует избегать употребления заполняющей мелочи крупностью в 2 см ($\frac{3}{4}$ "), вследствие ее способности к расстройству укатанной поверхности под давлением катка; с другой стороны, употребление слишком мелкого материала не придаст коре необходимой прочности. Как общее правило, наиболее подходящим следует признать каменную мелочь в 1,25 см ($\frac{1}{2}$ "), употребляя ее в количестве 1 т на 133 м² (160 кв. ярдов).

Перед производством поверхностной обработки рекомендуется предоставить уже пропитанную кору проезду в течение нескольких дней.

Поверхностная обработка производится способом, похожим на производство пропитки, с той разницей, что на 1 м² требуется только 1,3 л (на 1 кв. ярд $\frac{1}{4}$ галл.) эмульсии, благодаря чему бочка эмульсий может покрыть площадь в 95 м² (114 кв. ярдов), причем производящий работу при помощи лейки должен передвигаться значительно быстрее, чем при пропитке. По распределении эмульсии и перед распадом ее производится окончательная засыпка каменной мелочью или дробленным гравием крупностью в 10 мм ($\frac{3}{8}$ ") в количестве 1 т на 133 м² (160 ярдов); затем законченная поверхность тщательно укатывается, после чего дорога готова для открытия по ней движения.

Общие условия. При пользовании вышеописанным методом нет необходимости в полном закрытии движения на половине дороги; россыпь и укатка могут производиться по всей ширине дороги во время движения; но во время самой операции поливки эмульсией рекомендуется направить движение по той половине дороги, которая в данный момент фактически не подвергается обработке. Движение может быть открыто по обработанной поверхности сейчас же после засыпки каменной мелочи и укатки как после пропитки, так и после вторичной поверхностной обработки; весьма важно, чтобы производилась хорошая очистка коры перед производством последней обработки.

В целях удовлетворения требованиям, предъявляемым современным транспортом, старый метод постройки шоссе в настоящее время в значительной степени заменяется пропиткой минерального материала шоссе каким-либо видом эмульсии.

Этот тип одежды, обыкновенно состоящий из тщательно подобранного каменного материала, связанного битумом и уложенного на хорошем основании, — становится все более и более распространенным как в Англии, так и в других странах. Он прочен и дешев при условии, что связующий материал распределен способом, дающим наилучшие результаты. До недавнего времени связующим веществом для работ по пропитке служил исключительно горячий битум или деготь, причем повидимому не всегда получались удовлетворительные результаты.

Значение плотности минерального материала. Прочность и устойчивость коры зависят почти исключительно от степени уплотнения, достигнутой в минеральном материале, так как давление проезда воспринимается именно камнем; связующее вещество дает только цементирующую силу, закрепляющую минеральный материал; поэтому для устранения возможности внутреннего движения в коре необходимо, чтобы между отдельными частицами минерального материала было возможно большее соприкосновение и минимальное количество связующего материала. Первое условие может быть соблюдено при употреблении научно подобранного минерального материала, после чего нужно только добиться

проникания связующего материала в кору, а следовательно и покрытия каждой частицы тонкой пленкой битума.

Многие дорожные инженеры утверждают, что нагретый до очень высокой температуры битум, разлитый по поверхности дороги, при соприкосновении с холодным камнем затвердевает на поверхности, раньше чем успеет проникнуть на значительную глубину; в результате этого часть коры не закрепляется связующим, а верхняя половина получает излишнее количество битума; избыток связующего вещества делает кору слишком эластичной и легко размягчающейся в жаркую погоду. Для



Фиг. 47. Пропитывание вручную щебеночного шоссе эмульсией «таролеум».

применения горячего материала необходимо, чтобы была хорошая погода и чтобы поверхность дороги была совершенно сухой. Эмульсия имеет высокую степень текучести, благодаря чему каждая частица минерального материала покрывается тонкой пленкой; затвердения битума не происходит, так как он имеет ту же температуру, что и минеральный материал. Работа может производиться при любых условиях погоды, причем многие участки, обработанные таким путем, выявили особую ценность пропитывания на уклонах дороги. Прочность такой одежды под действием воды достаточно испытана, а также вполне установлена неизменяемость ее поверхности под действием быстрого и тяжелого проезда.

Ниже приводятся краткие технические условия, выработанные инженером Суиндльхорст (Swindlehurst) для эмульсии таролеум (Taroleum).

Другой метод пропитывания. После обработки кирковщиком и подготовки старого щебеночного основания рассыпается и укатывается подобранный по крупности минеральный материал, размерами от 37 до 56 мм ($1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{4}$ "); материал должен быть укатан без воды до требуемого про-

филя и необходимой толщины в 7,5 см (3") в плотном теле. После сухой укатки по поверхности рассыпается каменная мелочь в 20 мм ($\frac{3}{4}$ ") крупностью, которую следует тщательно размести по поверхности для заполнения всех промежутков; после дорога укатывается снова: чем больше будет обращено внимания на полное уплотнение перед пропиткой, тем лучше. Затем производится пропитка эмульсией таролеум в количестве 6,8 л на 1 м² ($\frac{1}{2}$ галл. на 1 кв. ярд) поверхности дороги. Далее по поверхности рассыпается, как и в предыдущем способе, каменная мелочь, которая затем укатывается. Для поверхностной обработки употребляется та же эмульсия таролеум в количестве 1,4 л на 1 м² (1 галл. на 1 кв. ярд) с засыпкой чистой каменной мелочи крупностью 10 мм ($\frac{3}{8}$ "). Эта последняя поверхностная обработка лучше всего удаётся после нескольких дней движения на дороге. Ниже приводятся данные стоимости всех материалов, необходимых для пропитки дороги эмульсией таролеум, фиг. 47.

Цены и расход материалов

Крупный каменный материал	11 р. 40 к.	за 1 м ³ (14 ш. за 1 т) с транспортом.
Каменная мелочь	12 » 30 »	» 1 м ³ (15 » » 1 » »
Таролеум	90 » — »	» 1 т (10 п. за галл.)
Расход камня:		7 м ³ на 100 м ² (1 т на 10 кв. ярдов)

Стоимость 1 м² одежды (1 кв. ярда) в рублях (пенса)

0,07 м ³ на 1 м ² (224 фнт. на 1 кв. ярд) каменного матер. крупностью 37—56 мм ($\frac{1\frac{1}{2}}{2}$ ") по 11 р. 40 к. за 1 м ³ (14 ш. за 1 т)	0 р. 80 к. (16,80)
0,009 м ³ на 1 м ² (28 фнт. на 1 кв. ярд) каменной мелочи крупностью 20 мм ($\frac{3}{8}$ ") по 12 р. 30 к. за 1 м ³ (15 ш. за 1 т)	0 » 11 » (2,25)
Работа по россыпи	0 » 07 » (1,50)
Укатка и уплотнение в сухом состоянии	0 » 05 » (1,00)
8 л на 1 м ² ($\frac{1}{2}$ галл. на 1 кв. ярд) таролеума по 90 р. за т (10 п. за галл.)	0 » 72 » (15,00)
0,009 м ³ на 1 м ² (28 фнт. на 1 кв. ярд) мелочи по 12 р. 30 к. за 1 м ³ (15 ш. за т).	0 » 11 » (2,25)
Укатка	0 » 05 » (1,00)
1,5 л на 1 м ² ($\frac{1}{4}$ галл. на 1 кв. ярд) эмульсии таролеум по 90 р. за т (10 п. за галл.)	0 » 12 » (2 50)
0,009 м ³ на 1 м ² (28 фнт. на 1 кв. ярд) мелочи по 12 р. 30 к. на 1 м ³ (15 ш. за т)	0 » 11 » (2,25)
Работа по пропитке, поверхностной обработке и засыпке мелочью	0 » 07 » (1,50)
Укатка	0 » 04 » (0,75)

Итого за 1 м² 2 р. 25 к. (46,80 п. = 3 ш. 10 $\frac{1}{2}$ п. за 1 кв. ярд).

На основе этого исчисления может быть легко вычислена стоимость подобной работы на любом протяжении дороги в зависимости от местных цен на материалы.

Употребление эмульсий для заполнения швов мостовых. Эмульсии с успехом используются для поверхностной обработки торцовых и брусчатых мостовых; причем были достигнуты прекрасные результаты в отношении заполнения швов; этот быстрый и простой способ заполнения швов весьма целесообразен, однако слой битума очень недолго сохраняется на лицевой поверхности шашек.

Специальное оборудование для производства работ с эмульсиями. С целью сокращения расходов на тару и транспорт и для устранения необходимости иметь дело с бочками и прочей тарой небольшой емкости в некоторых случаях применяется система доставки распределения эмульсии в большом объеме; подробное описание этой системы приводится ниже (для эмульсий Колас).

Употребленные впервые для этой цели стальные резервуары имели емкость приблизительно в 4 500 л (1 000 галл.) и были установлены на шасси грузовиков; распределение производилось силой тяжести жидкости; они имели только одно общее выпускное отверстие в задней части, так как тогда еще не существовало способов механического распределения. Применение этих резервуаров открывало новые возможности для лучшего распределения и давало экономию в расходах, однако это оборудование оставляло желать много лучшего. Кроме рабочих, занятых россыпью каменной мелочи, требовалось два человека, следовавших за машиной, для равномерного распределения щетками эмульсии по поверхности дороги; но если они не были достаточно искусны и опыты в такой работе, невозможно было добиться правильной обработки.

Полезное значение этих резервуаров заключалось лишь в том, что они имели большой объем и передвигались механически; дальнейшие многочисленные опыты были произведены в совершенно новом направлении. Многие обстоятельства были выяснены на основании практики в этом начальном периоде и после этого появилась более совершенная машина, снабженная распределительным механизмом, обеспечивавшим равномерное распределение эмульсии по поверхности дороги; затем в резервуаре было осуществлено давление и эмульсия подавалась через целый ряд отверстий, находившихся позади распределителя, благодаря чему было достигнуто равномерное распределение.

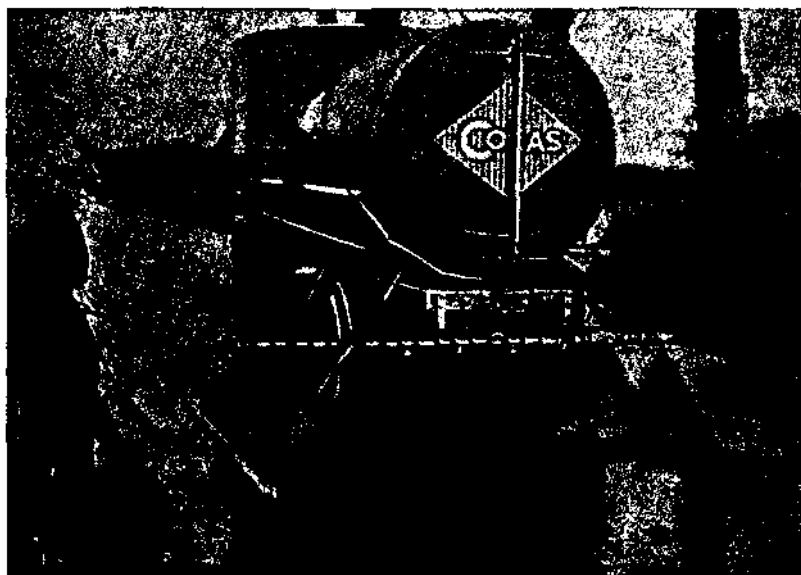
Усовершенствованный распределитель Колас (Kolas) под давлением. Первый распределитель с давлением системы Колас начал действовать весной 1926 г., но с тех пор были введены многие усовершенствования этих машин. Современный распределитель с давлением вполне оправдывает, по мнению английских инженеров, техэнергию и технический опыт, которые были затрачены для его конструирования.

Распределитель с давлением оказался весьма полезным для дорожных работ, так как дал возможность производить в течение дня поверхностную обработку на значительно большей площади, чем это было возможно до тех пор и притом с меньшими расходами. Расходы на современные дороги увеличиваются с каждым днем в связи с огромным ростом объема и тяжести проезда, а эти машины значительно способствуют сохранению расходов на возможно низком уровне.

На наполнение распределителя с давлением из железнодорожной цистерны требуется в среднем 25 мин., а для распределения содержимого распределителя по поверхности дороги нужно несколько более получаса.

При таком способе распределения при наличии 12 рабочих для рас-
сыпки каменной мелочи можно распределить от 13,5 до 18 т (от 3 000 до
4 000 галл.) эмульсии в день, причем в нескольких случаях в 1927 г.
без особого усилия в течение дня было распределено и засыпано ка-
менной мелочью до 27 т (6 000 галл.) эмульсии.

Давление, под которым распределяется колас, обеспечивает макси-
мальное проникание, благодаря чему нет надобности втирать эмульсию
при помощи щеток.



Фиг. 48. Распределитель эмульсии с давлением в действии. Обра-
щается внимание на кучи каменной мелочи для быстрой засыпки.

Один из последних по времени выпуска распределителей, фиг. 48,
установлен на шасси грузовика с четырьмя ведущими колесами, что обе-
спечивает постоянную скорость при медленном движении; это обстоятель-
ство весьма важно, так как от него в значительной степени зависит
правильное распределение эмульсии. Каждый распределитель (см. фиг. 48,
изображающую его в работе) снабжен сеткой, через которую проходит
эмульсия, перед тем как попасть в резервуар, благодаря чему отсут-
ствует возможность засорения труб. Необходимое для распределения
эмульсии давление производится при помощи компрессора, приводимого
в движение цепью, работающей от мотора; машина снабжена манометром,
и механику дается специальное распоряжение о необходимости сохра-
нения постоянного давления, гарантирующего абсолютно правильное
распределение.

Этот компрессор служит также и для наполнения распределителя или
для перекачки эмульсии из цистерн, вспомогательных резервуаров и
т. д. Позади распределителя находится общее выпускное отверстие,
управляемое рычагами, расположенными сбоку распределителя; через
это отверстие эмульсия нагнетается в поперечную распределительную
трубу около 1,80 м (6') длины и 6,25 см ($2\frac{1}{2}$ ") в диаметре, в которую

вставлено 19 распылителей, каждый из которых может по желанию быть закрыт или открыт.

При нормальной длине поперечной трубы ширина распределения равна 2,4 м (8'); эта ширина может быть увеличена до 3,0—3,6 м (10—12') путем добавления к одному или к обоим концам трубы наставок длиной 0,60 м (2'). Для поверхностной обработки используются только семью распылителями (соплами), но для глубокого пропитывания включают все имеющиеся. При машине имеется также и двойной ручной распылитель (с длинным гибким трубопроводом), так что это распределение может производиться и не абсолютно механическим путем. Посредством этого распылителя небольшое добавочное количество эмульсии может быть выпущено на изношенные отдельные места дороги и легко может быть произведена обработка тех участков поверхности, которые недоступны для механического распределения.

Каждый распределитель снабжен сзади водомерным стеклом для того, чтобы можно было в любой момент определить количество остающейся в резервуаре эмульсии; кроме того, при машине имеется полный набор необходимых принадлежностей, включая счетчик, показывающий в кв. ярдах поверхность покрытия одним галлоном эмульсии. У механика должен быть помощник, который наблюдает за тем, чтобы распределение было начато в нужный момент, и который в случае надобности производит ручное распределение.

Распределение эмульсии машинами, действующими силой тяжести. Прекрасные результаты были достигнуты при распределении эмульсии при помощи машин, действующих силой тяжести, без давления, но с разбивкой жидкости особыми лопатками, насаженными на валу. Некоторые инженеры предпочитают метод распределения под действием силы тяжести, утверждая, что трение, имеющее место при распределении битумной эмульсии под давлением, при прохождении ее сквозь узкие сопла способствует преждевременному распадению эмульсии.

Новая машина, системы Фокс (*Fox*) представляет установленный на двух колесах резервуар, емкостью в 225 л (50 галл.), передвигающийся двумя рабочими. Горячий или холодный материал для поверхностной обработки помещается в резервуаре и подается под действием силы тяжести к выпускному соплу, где вступает в действие механический разбрызгиватель, являющийся нововведением и главной частью аппарата. Этот разбрызгиватель вращается в горизонтальной плоскости и распределяет материал (как бы из головки лейки) ровным слоем шириной в 0,6 м (2') при скорости движения 4,8 км/час (3 мили/час); при этом получается ровная поверхность и не остается непокрытых мест.

Равномерность движения производится в движение от вращения оси распределителя с передачей посредством цепи и цепной шестерни, так что движение распределителя управляет вращением распылителя и количеством выпускаемой эмульсии; кроме того при машине имеется и контрольный клапан, так что количество выпускаемой эмульсии может изменяться в зависимости от скорости движения и величины открытия клапана. Имеются более крупные типы распределителей с конной или механической тягой; в этих типах при одном резервуаре могут быть один или два распределителя, причем каждый может обрабатывать поверхность шириной в 1,5 м (5'). Так как механизм распределителя вполне самостояте-

Таблица величин поверхностей распределения и количества каменной мелочи для засыпки¹

Поверхность обрабатываемая 1-м л (галл.) м ² (кв. ярд)	Необходимая скорость движения машины м/мин. (ярд/мин.)	Длина полосы дороги, обрабатываемой распределителем емкостью в 4 500 л (1 000 галл.)		Требуемое количество каменной мелочи в т	
		при 7 распылителях м	при 9 распылителях м	при 1 т на 136 м ² (150 кв. ярд.)	при 1 т на 152 м ² (200 кв. ярд.)
0,5 (3)	28 (31,5)	1 012 (1 125)	810 (900)	20	15
0,7 (4)	38 (42,0)	1 349 (1 500)	1 080 (1 200)	27	20
0,9 (5)	47 (52,5)	1 686 (1 875)	1 350 (1 500)	33	25
1,0 (6)	57 (63,0)	2 024 (2 250)	1 620 (1 800)	40	30
1,2 (7)	66 (73,5)	2 361 (2 625)	1 890 (2 100)	47	35
1,4 (8)	76 (84,0)	2 698 (3 000)	2 160 (2 400)	54	40
1,6 (9)	85 (94,5)	3 036 (3 375)	2 430 (2 700)	60	45
1,8 (10)	95 (105)	3 373 (3 750)	2 700 (3 000)	67	50

П р и м е ч а н и е. При семи работающих распылителях распределитель покрывает полосу в 2,4 м (8') шириной; при девяти работающих распылителях—полосу в 3,0 м (10') шириной.

лен, то он может быть придан к любому из существующих видов передвижных резервуаров путем простого соединения трубой с резервуаром.

¹ Данные граф 3 и 4 должны быть согласованы с действительной емкостью имеющегося распределителя.

ГЛАВА XII

ДРУГИЕ СВЯЗУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА НЕОРГАНИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЧЕСКИЕ

Существует несколько видов пригодных для употребления связующих веществ, заслуживающих внимания. Применение этих веществ дало, по английской оценке, прекрасные результаты на щебеночных шоссе, в особенности там, где значительные уклоны не допускали применения связующих материалов более распространенных типов.

Одним из наиболее известных среди таких веществ является «Рокмак» (*Rocmac*). Это силикато-сахарато-карбонатное вещество, получаемое при объединении на дороге особого запатентованного раствора «Рокмак» с углекислым кальцием в виде чистого измельченного известняка. Раствор доставляется на дорогу в бочках емкостью 180 л (40 галл.).

Применяемый известняк должен содержать не менее 90% углекислого кальция и должен быть измельчен до крупности, не превышающей 6 мм ($\frac{1}{4}$ "), причем количество пылевых фракций в измельченном известняке не должно быть меньше 60%.

Строительная стоимость такой дороги невелика; обычно одежда «Рокмак» обходится на 20—40% дороже, чем обыкновенное щебеночное шоссе при одних и тех же каменных материалах.

ИНСТРУКЦИЯ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ОДЕЖДЫ «РОКМАК» РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

1. Метод бетона

Пропорции материалов:

4 м гранитного щебня или другого минерального материала,

1 м известняковой мелочи,

67,5 л (15 галл.) раствора «Рокмак».

Необходимое оборудование и инструменты

а) тяжелый каток, желательнее весом более 12 т,

б) мерный ящик, емкостью 0,25 м³ ($\frac{1}{8}$ куб. ярда),

в) деревянный боек достаточного размера, чтобы перемешать на нем известняковую муку с раствором,

г) лейки,

д) щетки и лопаты,

е) ведра емкостью в 9—10 л ($2\frac{1}{2}$ галл.),

ж) тачки.

Требуемое количество рабочей силы. Восемь рабочих при одном катке могут распределить около 25 м минерального материала в день; этими рабочими производятся приготовление смеси, развозка, распределение ее и разметание.

Подготовительные работы. Перед тем как приступить к устройству одежды «Рокмак», основанию придается требуемый поперечный профиль и поверхность тщательно укатывается тяжелым катком с поливкой. Поверхность должна быть настолько уплотнена, чтобы выдерживать давление катка не подаваясь.

Производство работ по смешению и россыпи. Мерный ящик следует наполнить известняковой мелочью, затем встряхнуть и поднять ящик, рассыпать мелочь плоским слоем, сделать в нем углубление и налив в него раствор смешать его с мелочью.

При очень сухой погоде и если под рукой имеется вода, необходимо смочить как мелочь, так и старое основание.

Если употребляется механический смеситель, то все материалы загружаются в барабан и основательно перемешиваются; если смешение производится вручную, то сначала должны быть смешаны известняковая мелочь, а затем прибавлен гранитный щебень, причем вся масса должна быть перелопачена три или четыре раза.

Основательно смешанный минеральный материал рассыпается на приготовленной поверхности основания слоем требуемой толщины и укатывается тяжелым катком до полного уплотнения.

Укатка. Укатка должна быть начата тотчас за россыпью материала и должна производиться быстро, до тех пор пока состав не выступит на поверхность, после чего ее следует производить насколько возможно медленно.

Во избежание накопления состава в отдельных местах дороги его следует сметать тотчас же по появлении его на поверхности в направлении укатки и по диагоналям от краев к середине дороги.

Если будут заметны признаки вырывания щебня, вальцы катка должны быть смочены из лейки или разбрызгивателем, если таковой имеется при катке.

Каток должен следовать непосредственно за производящими россыпь. Даже когда кора кажется совершенно сухой, рекомендуется пройти катком по уже законченной части, чтобы выдавить по возможности влагу.

В начале рабочего дня, прежде чем материал будет рассыпан на протяжении, достаточном для производства укатки, следует пройти катком по участку, накануне устроенному.

Россыпь каменной мелочи по окончанию работы. Когда устройство одежды закончено, перед открытием движения следует произвести россыпь гранитной мелочи или из какого-либо другого материала как во избежание вырывания щебенки, так и для поглощения излишней влаги на поверхности и предотвращения возможности разбрызгивания ее при движении.

2. Метод обратной пропитки

Пропорции материалов:

3 т гранитного щебня или другого минерального материала,

1 т известняковой мелочи,

67,5 л (15 галл.) раствора «Рокмак».

Шесть рабочих по приготвлению смеси, перевозке, россыпи и разметанию могут рассыпать в день около 18 т минерального материала.

Производство работ. Этот метод одинаков с методом бетона от начала до момента смешения известняковой мелочи с раствором.

В воронку в середине кучи отмеренной известняковой мелочи вливается 22,5 л (5 галл.) раствора и материал перемешивается три или четыре раза до полного объединения муки и раствора, как при производстве бетона.

После перемешивания смесь равномерно рассыпается по дороге:

а) слоем толщиной в 2,5 см (1"), когда требуется полная толщина новой коры в 7,5 см (3"), т. е. в количестве 0,25 м³ состава на 8,3 м² поверхности (1/3 куб. ярда на 10 кв. ярдов).

б) слоем толщиной в 3,7 см (1 1/2"), когда требуется полная толщина новой коры в 10 см (4"), т. е. около 0,25 м³ на 6,6—7,4 м² (1/3 куб. ярда на 8—9 кв. ярдов). Вообще на каждые 2,5 см (1") толщины слоя коры должны добавляться 1,25 см (1/2") толщины слоя раствора.

Тотчас после россыпи смеси поверх ее равномерно рассыпается гранитный щебень.

Далее по россыпи гранитного щебня должна начаться укатка, которая продолжается быстрым темпом до тех пор, пока состав не выступит на поверхность коры, после чего укатка должна производиться насколько возможно медленно; в дальнейшем следует придерживаться порядка, указанного для производства работ по методу бетона.

Глютрин, как связующее вещество для дорог. Глютрин, представляющий собой химически обработанный экстракт, полученный из соснового

дерева, может быть с успехом применен для дорог в горных местностях, с крутыми уклонами, где требуется особо шероховатая поверхность как для механического, так и для конного движения. Он с успехом применяется в качестве связующего вещества для всех видов минерального материала, кремнистых и базальтовых пород, гранита и шлака. Главнейшие свойства глютрина, по мнению английских инженеров, следующие:

а) он является в английских условиях самым дешевым связующим веществом, причем обработка им коры может производиться при любой погоде;

б) он сообщает отличные свойства основанию при слабых грунтах; примененный в одежду устраняет грязь, пыль; причем одежда отличается отсутствием скользкости;

в) он сообщает коре хорошее зацепление для подков лошадей при любой погоде и при любом уклоне;

г) кора обработанная глютрином не подвергается действию жары и мороза;

д) он не содержит ни каменноугольного дегтя, ни масла; основа глютрина—экстракт из соснового дерева;

е) глютрин не вреден для рыб и растений и т. п.;

ж) введение глютрина в минеральную смесь не требует специального оборудования, и обращение с ним в высшей степени просто.

Первоначальная стоимость обработанной глютрином дороги лишь немного превышает стоимость устройства обыкновенного шоссе и значительно меньше, чем стоимость дороги, обработанной дегтем.

Подготовительные работы. Основание должно быть хорошо отремонтировано мелким ремонтом и укатано до устройства новой одежды. Там, где дорога находится в удовлетворительном состоянии, кирковка не рекомендуется, за исключением краев проезжей части и притом в незначительном размере. Для дорог с тяжелым проездом употребляются следующие пропорции смеси: 5 т гранитного или другого минерального материала на 1 т известняковой муки из соответствующих карьеров; 45 л (10 галл.) глютрина на 135 л (30 галл.) воды.

Если глютрин распределяется по методу Гледуэла (*Gledwell*), его следует смешать в пропорции 4,5 л (1 галл.) глютрина на 13,5 л (3 галл.) воды в передвижном баке или каким-либо другим способом. Затем перемешивается известняковая мука с раствором глютрина до густоты жидкого известкового раствора; этот последний следует распределить слоем в 37 мм ($1\frac{1}{2}$ ") толщины в середине дороги, сводя его на-нет к краям дороги. Затем рассыпается свежий щебень, как при постройке обыкновенного шоссе. Как только состав начинает проступать сквозь щебень, его следует размести при помощи щеток, заполняя им промежутки, и произвести укатку.

Технические условия для работ по методу пропитки. Технические условия для обработки глютрином по методу пропитки следующие.

Необходимо подготовить основание тем же способом, как и при методе Гледуэла и основательно укатать его. По рассыпке свежего щебня он укатывается один раз по одному месту в сухом состоянии. Состав, состоящий из известняковой муки, смешанной с глютрином и водой (1 ч. глютрина на 3 ч. воды по объему) до густоты жидкого раствора, должен быть распределен по коре, насколько возможно быстро, и разметен щетками для заполнения промежутков между щебенками.

Правильное разметание поверхности щетками и правильная укатка имеют большое значение. Если щебенки при укатке начинают вырываться, во избежание повреждения поверхности следует смачивать вальцы катка чистой водой при помощи специального разбрызгивателя или лейки. Работа должна производиться по возможности в направлении продольного уклона дороги для того, чтобы раствор мог легче сметаться на новую россыпь по направлению уклона.

Метод бетона. В дополнение к методу Г л е д у э л а и методу пропитки, некоторые дорожные инженеры применяют способ, похожий на приготовление цементного бетона, в котором смесь глютрина с известняковой мукой играет роль смеси воды с цементом как при цементном бетоне. Остальная часть процесса та же, что и при приготовлении бетона любого типа. Посредством этого метода могут быть достигнуты хорошие результаты, в особенности если возможно употребление бетономешалки.

Окончательная отделка дороги. После окончательного уплотнения минерального материала (независимо от метода) рассыпается тонкий слой каменной мелочи, который медленно укатывается один раз по каждой полосе, после чего образуется одежда с однородной, ровной и нескользкой поверхностью.

Расходы по устройству одежды по методу пропитки с применением глютрина, произведенному городским инженером Ливерпуля Ф р а н к о м (*Frank*), исчисляются следующим образом:

● Поверхность 18 600 м² (22 290 кв. ярдов).

Гранитный щебень	0,46 руб. (9,60 п.)
Известняковая мука	0,11 > (2,27 >)
Глютрин	0,10 > (2,00 >)
Каменная мелочь на 1 м ² (соответственно на 1 кв. ярд)	0,04 > (0,93 >)
Общая стоимость (включая все прочие расходы) 1 руб. 78 коп. на 1 м ² (3 ш. 1 п. на 1 кв. ярд)	

В среднем стоимость глютринной одежды превышает стоимость обыкновенной щебеночной одежды на 0 руб. 29 коп. на 1 м² (6 п. на 1 кв. ярд).

Новое шведское связующее вещество—сульфит-целлюлозный щелок. Сульфит-целлюлозный щелок, являющийся побочным продуктом производства древесной массы (целлюлозы) для бумаги, представляет собой материал, мало известный в Англии, применяющийся с известным успехом в Швеции, где это вещество было улучшено одним инженером из г. Норркепинг (*Norrköping*); по имеющимся данным, предложенный им материал сообщает дороге при обработке им поверхности способность сохранять в себе известную влажность в жаркую и сухую погоду, предотвращая этим образование пыли.

В Швеции была произведена исследовательская работа для выяснения возможностей этого нового связующего вещества, и в настоящее время в Стокгольме для обработки улиц и дорог употребляется больше 350 т в год этого вещества.

Специальные испытания, произведенные на дороге с тяжелым проездом, показали отсутствие на ней пыли, причем дорога оказалась в значительно лучшем состоянии, чем до обработки ее, общий же расход на ремонт уменьшился почти наполовину, несмотря на то, что проезд увеличился на 50%.

Шведские заводы древесно-бумажной массы дают следующие технические условия для применения этого связующего вещества.

Инструкция для производства работ по обработке улиц и дорог посредством сульфитного щелока. Распределение щелока и раствора извести производится при помощи обыкновенной цистерны для поливки, если таковая имеется. Для небольших работ могут быть использованы обыкновенные лейки. Желательно, чтобы обработка производилась после небольшого дождя, так как это содействует более равномерному распределению вещества по поверхности дороги.

Щелок разводится следующим образом.

На каждую единицу объема щелока берется две единицы объема воды.¹ Смесь может быть приготовлена в резервуаре машины для поливки, но при этом необходимо следить за тем, чтобы было произведено полное смешение.

Раствор извести готовится следующим образом:

На 1 000 л воды (220 галл.) употребляется 3,5 кг ($7\frac{3}{4}$ фнт.) негашеной извести или 4,5 кг (10,2 фнт.) гашеной извести. Если употребляется негашеная известь, ее следует гасить следующим образом.

На 100 кг (220 фнт.) негашеной извести добавляется 36,5 л ($65\frac{1}{8}$ пинт) предпочтительно горячей воды. Необходимо внимательно следить за тем, чтобы известковое молоко было хорошо перемешано.

Распределение щелока должно всегда производиться перед распределением известкового молока, причем то и другое должно употребляться в одинаковом количестве, т. е. если по поверхности распределяется 1 000 л (220 галл.) раствора щелока, то на той же площади должно быть распределено 1 000 л (220 галл.) известкового молока. Установление точной нормы количества щелока, необходимого для распределения на единицу поверхности дороги, затруднительно в виду разнообразия дорожных одежд. Все же можно принять за основание, что для обыкновенного щебеночного шоссе, впервые подвергающегося обработке, будет достаточно около 0,5 кг на 1 м² щелока (1 фнт. на 1 кв. ярд); это относится к сравнительно слабоуплотненным шведским дорогам, и вероятно для дорог Англии потребовалось бы несколько меньшее количество; 0,5 кг щелока на 1 м² соответствует 1,5 кг раствора (1 фнт. на кв. ярд—соответствует 3 фнт. раствора), так как на каждый килограмм (фнт.) щелока приходится 2 кг (2 фнт.) воды. Окажется ли этот материал пригодным для употребления его в Англии—покажет будущее; при этом не следует забывать, что хотя сульфитный щелок, в качестве связующего вещества и в качестве материала для поверхностной обработки, в Швеции и оказался пригодным, он может оказаться неприемлемым для Англии, благодаря значительной разнице в условиях движения по дорогам в этих странах.

¹ При определенной концентрации щелока.

ГЛАВА XIII

ОДЕЖДЫ ПО СПОСОБУ СМЕШЕНИЯ «ТАРМАКАДАМ»

Материал для этих одежд, часто называемый тармакадамом, вероятно является в Англии наиболее распространенным из всех материалов, изготавливаемых в настоящее время для устройства дорожных одежд. В течение последних лет этот материал применялся и испытывался при самых разнообразных условиях, как правило, оказался вполне удовлетворяющим предъявленным требованиям. Однако, из этого правила было несколько заслуживающих внимания исключений, при которых материал частично или полностью разрушался. Исключив прежде всего те общие факторы, от которых зависит срок службы одежды и ее экономичность, т. е. главным образом соответствие величины проезда типу одежды (что разумеется находится вне возможностей производства самого материала), необходимо отметить, что причины преждевременного разрушения не связываются обязательно с качествами минерального материала или связующего вещества.

Равным образом самый метод производства материала лишь в отдельных случаях предвещал разрушение его в одежде.

Качества минерального материала. В настоящее время для тармакадама применяются некоторые сорта камня, которые 15 лет назад были бы несомненно признаны негодными для применения их в условиях современного транспорта. С развитием и улучшением качества дегтевых и битумных связующих веществ явилась возможность успешной обработки таких сортов камня; подобные сорта употребляются в большом количестве и оказались вполне пригодными и экономичными материалами. Щебень для тармакадама должен иметь форму, приближающуюся к кубической, с более или менее правильной поверхностью излома, и должен быть насколько возможно угловатым. Чем ближе его форма к кубической и чем более он будет угловатый, тем плотнее и монолитнее окажется дорожная одежда, благодаря лучшей взаимной заклинке щебенки между собой. При этих условиях щебень, получивший форму плитки, негоден для употребления, так как он не уплотняется и является причиной последующих движений в одежде под действием грузов проезда.

Вязкость камня и ее связь с укаткой. При определении веса катка, которым должна производиться укатка, должна быть принята во внимание вязкость минерального материала. Щебенка в форме плитки из вязкого камня, если она не раздробится под действием укатки, обладает способностью перекрытия пустот в коре, вследствие чего не будет получена максимально возможная плотность коры; во многих случаях части одежды из гранитного тармакадама были сдвинуты действием проезда вследствие образовавшихся в коре по указанной причине пустот. Необходимость заклинки щебенки будет ясна, если учесть

тот факт, что движение минерального материала под действием проезда неизбежно резко отразится на прочности одежды. Вообще внутреннее движение и связанное с ним трение очень часто являлись причиной разрушения многих дорог, чего можно было бы во многих случаях избежать, если бы в свое время было уделено необходимое внимание на гранулометрический подбор минерального материала.

Значение отсутствия пустот в коре. Основной задачей дорожного инженера является устройство монолитной коры, и это может быть достигнуто лишь при условии такого подбора минерального материала, при котором пустоты максимально заполняются после укатки. Конечно, многое зависит от способа россыпи материала и от метода укатки, но еще больше зависит от способа подбора материала, производимого на месте или в карьере. Размер, форма, вязкость и плотность камня являются руководящими факторами для установления правильного подбора материала, образующего после укатки кору, по возможности лишенную пустот.

Перед изготовлением тармакадачного материала необходимо произвести серию соответствующих опытов по подбору фракций минерального материала, до тех пор пока не получится такой смеси, которая обеспечит при самых неблагоприятных условиях максимальную плотность коры. Труд, затраченный в этом направлении, вполне окупится понижением расходов по поддержанию будущей дороги.

Неправильный подбор и недостаточное внимание, уделенное размерам и форме минерального материала, часто являлись причиной негодности полученного продукта, хотя камень сам по себе был вполне подходящим для достижения прекрасных результатов.

Связующее вещество и его сродство с минеральным материалом. Степень вязкости связующего вещества определяется в зависимости от свойств и состава минерального материала; свойства и состав камня могут быть установлены только путем выяснения химической и физической природы материала; анализом и микроскопическим исследованием. Метод, продолжительность и степень сушки минерального материала перед его обработкой дегтем в значительной степени будут зависеть от данных, полученных при этих испытаниях.

Выбор связующего вещества. Получив известное представление относительно свойств камня, требующихся для приготовления подходящего тармакадама, нужно обратить внимание на выбор связующего вещества. Связующее вещество образует пленку, коей покрывается щебень из природного камня или шлака, как с целью получения сцепления между каменными частицами, необходимого для предотвращения внутреннего трения между ними и разрушения их, так и для достижения водонепроницаемости материала.

В виду того, что качества связующего вещества при обработке щебня битумом или дегтем имеют большое влияние на будущий срок службы дороги, должно быть обращено серьезное внимание на выбор материала и на способ его применения. Некоторые дороги, построенные из тармакадама, несмотря на то, что при постройке их был использован самый лучший минеральный материал, оказались неудовлетворительными вследствие применения несоответствующего связующего вещества, из-за недостаточного изучения его свойств.

Технические условия английского дорожного департамента на деготь слишком общи. Одним из самых важных обстоятельств при производстве

тармакадама является невозможность установления стандарта для изготовления связующего вещества, годного для минерального материала любого вида. Технические условия на деготь дорожного департамента, затрагивающие целый ряд вопросов, были установлены не с целью строгого их выполнения; они должны были служить лишь руководящим началом для указания направления, в котором нужно идти для достижения наиболее благоприятных результатов; но так как в настоящее время нужны более точные указания, эти технические условия должны быть пере-



Фиг. 49. Исследовательская лаборатория при центральной установке для изготовления тармакадама.

смотрены, и надо надеяться, что в ближайшем будущем будет выполнена эта важная работа. Произведенная в лабораториях исследовательская работа определенно показала, что удачное соотношение связующего вещества и минерального материала в большой степени зависит от химических и физических свойств последнего. Абсорбционная способность камня, измеряемая степенью проникания в него связующего вещества или некоторых его фракций, и способность сцепления с ним связующего вещества являются главнейшими из числа предъявляемых к нему требований; процент содержания в смеси дегтя или битума имеет очень большое значение, а потому на этот вопрос должно быть обращено особое внимание, имея в виду резкие колебания климатических условий Англии в течение года.

Значение исследовательской работы над связующими веществами и минеральными материалами. При производстве тармакадама устанавливается путем длительных исследований и опытов, фиг. 49, какой деготь является наиболее подходящим для употребления его с соответствующим

минеральным материалом, учитывая при этом влияние и действие климата в зависимости от времени года и принимая во внимание время, нужное для перевозки материала, в соответствии с чем в каждом отдельном случае должны изменяться технические условия на деготь. Правильное количество связующего вещества, необходимое для покрытия минерального материала разного размера, имеет большое значение и в значительной мере зависит от свойств употребляемого камня или шлака.

Весьма важна полная просушка материала, которая требует постоянного внимательного наблюдения и научно-построенного оборудования.

Температура. Температура, при которой деготь и минеральный материал смешиваются, является одним из самых важных обстоятельств в процессе производства. Смешение при слишком низкой температуре создает затруднения в местах выгрузки и появление на поверхности одежды избытка дегтя в жаркую погоду, что часто предшествует или сопровождается сдвигами, наплывами и разрушением поверхности; это может случиться просто потому, что температура была слишком низка, или потому, что было употреблено слишком много дегтя вследствие слишком низкой температуры. Слишком высокая температура уничтожает связующие свойства дегтя, что неизбежно влечет за собой разрушение и распадение одежды под действием проезда, или слишком высокая температура вызывает стекание дегтя с минерального материала, в результате чего остается недостаточное количество его для соответствующего покрытия минерального материала. Даже незначительные колебания между температурой связующего вещества и камня могут существенно отразиться на абсорбционной способности минерального материала и на способности сцепления с связующим веществом. Многие лаборатории специализируются в изучении дегтевых и битумных связующих веществ, и сведения, предоставляемые ими в распоряжение организаций, разрабатывающих карьеры для производства тармакадама, являются результатом большой исследовательской и опытной работы, выполнявшейся искусными химиками.

Смесительные машины для тармакадама. Огромные требования на тармакадам в течение последних лет заставили специально заняться постройкой компактных и производительных машин для изготовления этого материала. В прежнее время минеральный материал рассыпался на сушильную печь для просушки, а затем смешивался с дегтем вручную или в отдельной мешалке. При этой системе размеры производства были ограничены, качества неоднородны и для производства требовалась большая площадь. Это был лишь кустарный способ производства, и как при всяком кустарном способе в результате получался неоднородный продукт.

Современный процесс производства тармакадама. С тех пор сильно увеличилось значение тармакадама, и в настоящее время его изготовление научно контролируется в течение всего процесса производства.

Необходимо соблюдать некоторые твердо установленные правила, из которых главнейшими являются следующие:

1) Для сушки сырого материала требуется соответствующее оборудование. Недостаточная сушка сохраняет влажность материала, что вызывает облупление связующего вещества и возможность полного разрушения тармакадама.

2) Тщательный подбор по крупности минерального материала имеет важное значение для достижения максимальной плотности одежды.

3) Необходимо соблюдение правильной температуры при смешивании; температура находится в зависимости от свойств минерального материала и климатических условий.

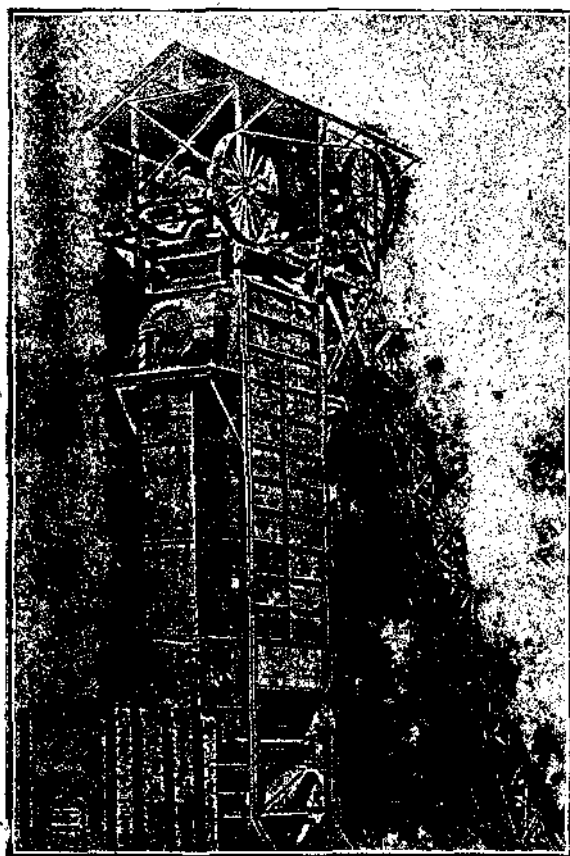
4) Должна быть изучена пригодность связующего вещества в связи со свойствами минерального материала.

5) Количество дегтя или вообще связующего вещества должно быть доступно регулировке и измерению.

6) Необходимо наличие приспособлений, обеспечивающих полное обволакивание камня связующим.

При приобретении или проектировании тармакадашной установки важным фактором является вопрос сгруппирования в одном пункте всех рычагов управления установкой; легкость обслуживания дает удешевление стоимости производства. Как общее правило, такие установки должны быть прочной, основательной конструкции для того, чтобы они могли выдержать предстоящую им тяжелую работу; они должны быть рассчитаны на соответствующее нагревание минерального материала и полное покрытие связующим каждой его частицы.

Обычно эти установки сначала производят сушку камня, затем поднятие его на высоту, фиг. 50 и 51, далее на удобном для последующей выгрузки, уровне смешение его в не-



Фиг. 50. Вертикальная сушилка для минерального материала при центральной стационарной установке для изготовления тармакадама.

обходимой пропорции с расплавленным дегтем, или другим связующим веществом.

Дорожного инженера в первую очередь интересует стоимость работы таких установок, вследствие чего ниже приводятся данные стоимости работ, произведенных в западной части Йоркшайра (Yorkshire) инж. Хепфорс (Hepworth).

Нижеприведенные данные относятся к передвижной установке, помещаемой насколько возможно близко от производящихся дорожных работ. На фиг. 52 показана такая машина, работающая при дороге.

Стоимость приготовления тармакадама с 1 апреля 1924 г. по 31 марта 1925 г.

Статьи расхода	Руб.	Ф.	Ш.	П.	Руб.	Ф.	Ш.	П.
Заработная плата	10 020	(1 044	0	9)	10 020	(1 044	0	9)
Уголь и кокс	1 894	(197	6	3)				
Масло, тавот и пр.	202	(21	1	2)				
Вывозка отходов	33	(3	8	3)	2 129	(221	15	8
Ремонт	1 778	(185	0	3)				
Амортизация смесителя из 15%	2 530	(263	14	0)				
Первоначальная стоимость 16 875 руб. (1 758 ф.)								
Амортизация котла для плавки дегтя (2) из 15%	285	(29	13	4)				
Первоначальная стоимость котлов 1 900 руб. (197 ф. 15 ш.)								
Амортизация трактора из 10% первоначальной стоимости 12 960 руб. 1 350 ф., (только 6 мес. в работе)	645	(67	10	0)				
Амортизация двигателя из 5% (первоначальная стоимость 4 400 руб. (458 ф. 10 ш.); в работе только 6 мес.	110	(11	9	4)	5 350	(557	6	11)
Итого					17 500	(1 823	3	4

Стоимость материалов для тармакадама.

Статьи расхода	Руб.	Ф.	Ш.	П.	Руб.	Ф.	Ш.	П.
Шлак 7 315 т	40 674	(4 236	15	0)				
Каменная мелочь 1 090 т	6 737	(701	15	0)				
Деготь 545 л (120 галл.); 860 л (190 галл.) весят 1 т	37	(3	17	6)				
Тарвия (Tarvia) 139 428 л (30 711 галл.); 860 л (190 галл.) весят 1 т	12 897	(1 343	12	1)				
Таролеум 170 640 л (37 586 галл.); 860 л (190 галл.) весят 1 т	12 403	(1 292	0	4)	72 748	(7 577	19	11)
Всего					90 248	(9 401	3	3)

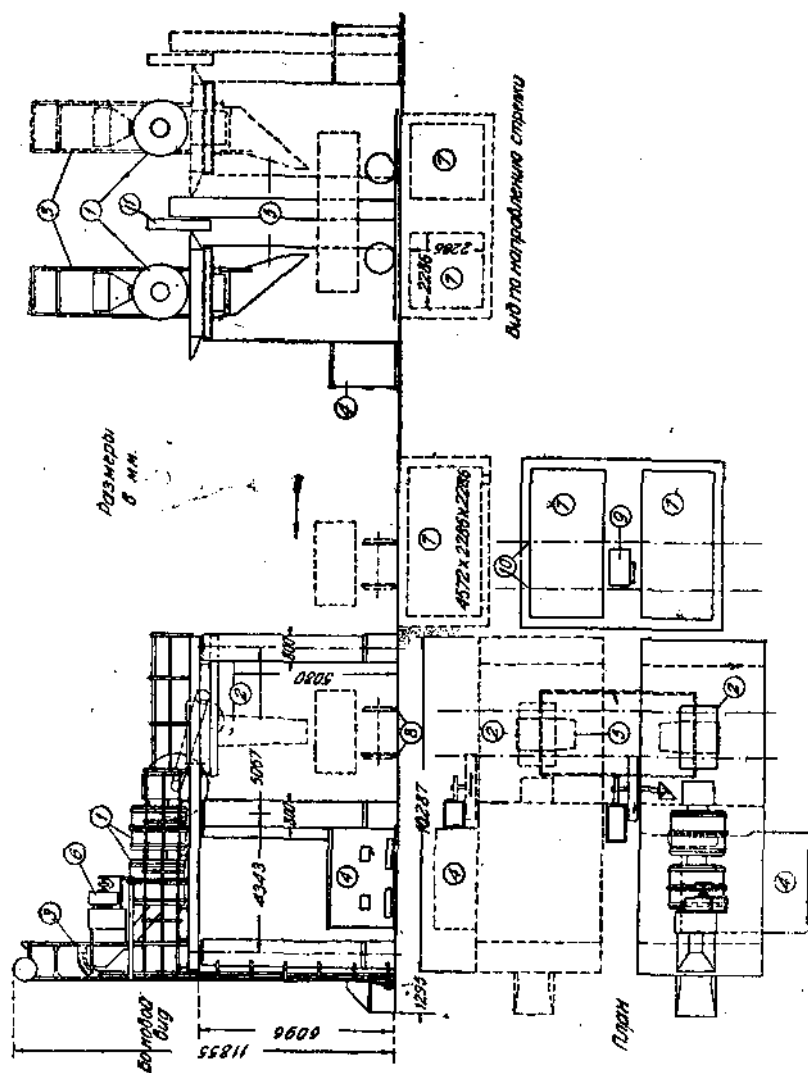
Полный тоннаж, пропущенный через смеситель	8 765 т
Полная стоимость (с добавкой 5%) за 1 т тармакадама 10 руб. 80 коп. (1 ф. 2 ш. 6 п.)	232 1/2
Общее число рабочих дней	37,698 т
Средняя производительность в 1 рабочий день	

Постройка машин для производства тармакадама производится многими заводами, и ниже приводятся главнейшие существенные особенности некоторых типов этих машин.

Принципы современных тармакадамных машин. Машины системы **Стофферти и Питта (Stoffert and Pitt)** снабжены мешалками **Смита** или мешалками лопаточного типа и делаются как передвижные, так и стационарные.

В установках, в которых используются мешалки **Смита**, представляющие собой вращающиеся конические барабаны с перемешивающими лопатками, — деготь подается нагнетательным насосом, что по мнению конструкторов обеспечивает тщательное и быстрое перемешивание.

Машины системы Рансом (Ransome) целиком построены по принципу прерывного действия. Мешалка открыта, благодаря чему можно наблюдать за процессом смешения; одним из преимуществ этого открытого типа по идее конструктора является возможность удаления из камня влаги до последних остатков, остающихся в камне после обычного процесса сушки, что невозможно в закрытом барабане.



Фиг. 51. Стационарная установка для производства тармакама.

Одной из крупных статей стоимости работ при пользовании такого рода установками является расход на топливо для поднятия и поддержания температуры с целью соответствующей сушки минерального материала; в нижеприведенной таблице даны некоторые полезные сведения по вопросу о температуре.

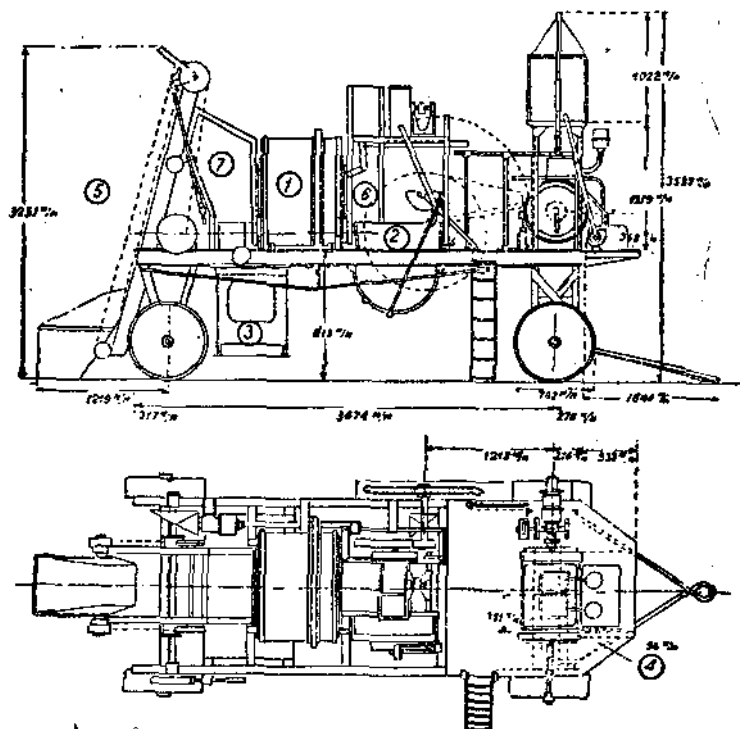
**Рабочая температура при производстве тармакадама в градусах Цельсия
(Фаренгейта)**

Камень Связующее вещество Смесь

Тармакадамные смеси	37—65 (100—150)	65—104 (150—220)	65—95 (150—200)
Смесь битумного макадама ¹	82—121 (180—250)	177 (350)	120—150 (250—300)
Асфальтовые смеси	177—204 (350—400)	177 (350)	177—204 (350—400)

Примечание. В случае надобности может быть получена более высокая температура до 315° (600° Ф) для асфальтовых смесей, но при температуре выше 200° (400° Ф) возникает риск сгорания смеси.

Из этой таблицы видно, что температуры, требующиеся для минерального материала и связующего вещества в случае смесей битумного макадама и асфальтов, выше, чем для тармакадама; поэтому производительность в случае смесей двух этих видов в определенный промежуток времени не-



Фиг. 52. Тармакадамная машина системы Рансом.

сколько меньше, чем в случае тармакадама. Вопреки установившемуся мнению более мелкий материал обыкновенно требует больше времени для сушки и нагревания, чем крупный. Чтобы убедиться, что до высыпки минерального материала в мешалку он достаточно высушен и нагрет в установке типа Р а н с о м, механик может, если нужно, предварительно высыпать для проверки на лопату небольшое количество материала.

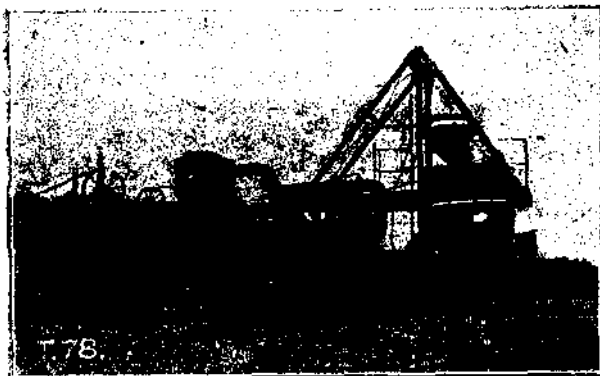
¹ Битумный макадам—тот же тармакадам, но с заменой дегтя битумом.

Интересно ознакомиться с величинами средней часовой производительности машины Р а н с о м при изготовлении дегтевого (тармакадам) и битумного махадама.

Тип машины		Передвижная или стационарная		Только стационарная	
Количество сушильных барабанов	Одиночный барабан	Двойной барабан		Двойной барабан	
Размер установки	Городской	№ 0	№ 1	№ 2	№ 3
Объем одной порции м ³ (куб. фут.)	0,17 (6)	0,17 (6)	0,33 (11,5)	0,5 (18)	0,76 (27)
Тармакадам (крупность материала)	Производительность в тоннах в час.				
5,7 см (2 $\frac{1}{8}$ ")	4,0	6,0	12	16,5	24,0
3,8 см (1 $\frac{1}{2}$ ")	3,5	5,0	10	14,5	22,0
0,635 см (1/4")	3,0	4,5	9	12,0	19,5

- Примечания: 1. Производительность для битумного махадама приблизительно на 25% меньше величин, приведенных выше для тармакадама.
 2. Хотя асфальтовые смеси могут делаться в машинах для производства тармакадама и битумного махадама типа Р а н с о м, однако для производства этих смесей требуются специальные смесители, причем машины должны работать с большей скоростью.
 3. Данные таблицы основаны на применении минерального материала с объемным весом в 1,6 т в 1 м³ (100 фут. в 1 куб. фут.) и на выпуске каждой порции через 2 $\frac{1}{2}$ мин.

Многочисленность факторов, влияющих на производительность машины. Действительная производительность зависит от многих факторов, которые настолько изменчивы, что приведенные выше данные могут считаться лишь ориентировочными. Вид, природа, размер, вес, степень влажности, требуемая температура и средство минерального материала с применяемым связующим веществом значительно влияют на скорость работы, а следовательно и на производительность.



Фиг. 53. Передвижная тармакадазная машина.

или для материала, требующего меньше 2 $\frac{1}{2}$ минут для сушки, нагревания и смешения одной порции,—будет, конечно, больше, чем данная в таблице.

Фиг. 53 изображает машину типа Р а н с о м для тармакадама. Стандартная, передвижная городского типа машина, с одним барабаном для сушки является самой небольшой установкой этой системы. У нее

емкость одной порции 0,17 м³ (6 куб. фут.); она снабжена керосиновым двигателем мощностью 12—15 л. с., что достаточно для приведения в движение как машины, так и вспомогательных приспособлений, в виде дегтевых или битумных насосов.

Машина системы Гудвина Барсби (*Goodwin Barsby*) имеет патентованную сушилку Пирус (*Pyrus*) непрерывного действия, которая может быть использована для температур 177—204° (350—400° Ф).

Мешалка в виде открытого барабана или лопаточного типа, причем при машине имеется патентованный отмериватель дегтя для точного измерения количества связующего вещества.

Интересной особенностью машины является группирование рычагов управления в одном месте, благодаря чему машина управляется из одного пункта одним человеком.

Связующее вещество Битарко (*Bitarco*) по английским данным является одним из наиболее известных в Англии среди многочисленных материалов, изготавливаемых для использования в производстве тармакадама; ниже приводятся краткие технические условия для производства улучшенного тармакадама с применением этого материала.

Для одежды в два слоя

Одна тонна материала	составляется из	60%	крупностью в 5 см (2")	Для этого минерального материала берется
		20%	" 3,8 см (1 1/4")	около 45 л (10 галл.)
		20%	" 2 см (3/4")	связующего на 1 тонну
		100%		материала.

Одна тонна каменной мелочи крупностью от 10 мм (3/8") до 6 мм (1/4") берет около 55 л (12 галл.) Битарко.

Для одежды в три слоя

1-й слой мин. мат.	крупностью для одежды в три слоя	1,25—6,2 см (1/4"—2 1/4"	60%
2-й " " "	"	2,50—4,5 см (1"—1 3/4"	30%
3-й " " "	"	0,60—1,0 см (1/4"—3/8"	10%
Итого			100%

Для получения наилучших результатов рекомендуется производить последнюю поверхностную обработку связующим при температуре в 120° (250° Ф), после того как дорога в течение нескольких недель будет открыта для движения.

Выше было обращено внимание на недостаточную однородность предоставляемого для дорожного строительства дегтя, так что для усиления его и улучшения его качества с успехом ввели в употребление добавки к дегтю битума.

Улучшение дегтя при помощи битума. Добавки к дегтю мексфальта имеют всеобщее применение в Англии, и почти все битумно-дегтевые смеси изготавливаются с примесью этого материала.

Одним из методов смешения мексфальта с дегтем является следующий: смешение производится при температуре битума в 150° (300° Ф) и дегтя в 95° (200° Ф). Тот материал, которого употребляется больше, добавляется к материалу меньшего объема, и они механически смешиваются. Смесь, приготовленная таким образом, вполне однородна, не имеет комков и при стоянке не имеет склонности к расслоению. Другой простой и достаточно удовлетворительный метод смешения, иногда применяемый при изготовлении дегте-битумных смесей, заключается в сле-

дующем: смесь в пропорции 50 : 50% изготавливается посредством одновременного накачивания горячих дегтя и битума в противоположные концы Т-образной трубы диаметром 10 см (4"), причем готовая смесь выливается в резервуар из третьего колена трубы. При этом методе облегчается дальнейшее обращение с материалом, и при желании пропорция дегтя может быть впоследствии увеличена в соответствии с разными техническими условиями. Важно, конечно, чтобы деготь был отогнан соответствующим образом, иначе при составлении смеси возможно образование пены.

При производстве тармакадама заводским путем выяснилось, что добавление к дегтю известного количества мексфальта не только устраняет недостатки дегтя, но и улучшает его, и кроме того не препятствует хранению и перевозке по железной дороге готового продукта. Необходимо однако отметить, что процент битума, который может быть добавлен для получения наилучших результатов, зависит от природы употребляемого дегтя. Если условия допускают россыпь свежеприготовленного тармакадама в горячем виде, то могут быть достигнуты прекрасные результаты при употреблении связующего в виде смеси, состоящей из 75% мексфальта и 25% дегтя.

Другое связующее вещество «шелмак» (*Shelmac*) представляет собой специально обработанный битум, обладающий вязкостью необходимой для возможности обработки им минерального материала.

Подвергающийся обработке каменный материал должен быть высушен и нагрет до температуры 32° (90° Ф). Шелмак для обработки камня должен быть нагрет до температуры 65° (150° Ф).

Обработанный каменный материал до употребления может быть сложен на складах или отправлен на место работ по железной дороге.

Рекомендуется пользоваться подобранным по крупности каменным материалом, начиная от 1,25 до 5 см ($1\frac{1}{2}$ —2"), с россыпью его в таком количестве, чтобы по уплотнении получился слой в 7,5 см (3") толщиной.

Поверх укатанного слоя рассыпается черный мелкий каменный материал от 0,6 до 1,25 см ($1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ "), который укатывается до толщины в 1,25 см. Количество шелмака, необходимое для покрытия камня, зависит от размера употребляемого минерального материала, а именно на 1 т материала для нижнего слоя согласно вышеописанного требуется около 36—45 л (8—10 галл.) шелмака, а на 1 т каменной мелочи, крупностью от 1,25 до 2,0 см ($1\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{4}$ "), идет 55—63 л (12—14 галл.) шелмака.

Должно быть обращено особое внимание, чтобы ни камень, ни битум не были перегреты при употреблении, иначе последует разрушение материала.

Имеется также улучшенный материал для тармакадама, под названием «тарбит» (*Tarbit*). Считается, что минеральный материал, обработанный этой смесью, может быть употреблен в дорогу через 4—6 дней после его изготовления, так как способность к быстрому затвердению битума может быть задержана на такой промежуток благодаря наличию в «тарбите» 20% битума озера Тринидад.

Этот материал продается готовым для употребления, но на месте работ можно изготовить свою смесь применительно к следующим техническим условиям.

1. Обыкновенно достаточно добавления 20% очищенного тринидадского битума.

2. В соответствии с емкостью употребляемого котла сначала должен быть загружен битум в необходимой пропорции и расплавлен при температуре в 150° (300° Ф).

3. Сохраняя небольшой огонь, следует добавить деготь (без предварительного подогрева его) и перемешивать смесь.

4. В течение процесса обработки минерального материала тарбитом его температура не должна превышать 110° (230° Ф).

5. Не следует допускать осаждения естественного вулканического пепла или минерального вещества, содержащегося в битуме Тринидадского озера, так как вяжущие свойства этого битума приписываются присутствию этих материалов; поэтому весьма важно, чтобы они вошли в качестве составной части в готовый тармакадам.

Тарбит может быть изготовлен трех сортов, из которых каждый содержит 20% тринидадского битума,—с удельным весом:

Сорт № 1 для поверхностной обработки	1,199
> № 2 > обработки минерального материала методом смешения	1,210
> № 3 > пропитки	1,230

Температура размягчения тарбита для пропитки 49° (120° Ф) методом кольца и шарика; то же методом поплавок 57° (135° Ф).

Тарбит употребляется также для поверхностной обработки битумом по тармакадаму вместо россыпи обработанной дегтем каменной мелочи. Он продается в готовом для употребления виде, но в целях экономии рекомендуется применение заполнителя, который может быть добавлен на месте в количестве до 50%.

Применение «Таролеума» (Taroleum). Связующее вещество таролеум представляет собой специально изготовленную смесь лучшего дегтя и битума соответствующего сорта, причем считается, что эта смесь придает упругость окончательному продукту.

По мнению английских инженеров, сцепляющая способность и прочность этого материала исключительны и благодаря особенностям производства устраняется возможность появления хрупкости в зимнее время, тогда как в летнюю жару он не становится слишком мягким. Он изготовляется разных сортов применительно к свойствам употребляемого минерального материала и требующихся сроков застывания.

Шлаковый тармакадам. Некоторые из лучших дорог Англии построены из шлакового тармакадама; этот вид материала несомненно имеет еще большее будущее при условии, что будут употребляться только лучшие типы шлаков и будет уделяться необходимое внимание подбору и смешиванию. Один из таких материалов название которого стало ходовым словом,—это «Тармак» (Tarmac). Этот материал представляет смесь доменного шлака и отогнанного дегтя; он впервые появился в 1903 г.

Тармак изготовляется из отборного шлака, взятого непосредственно из действующих доменных печей, или из шлака, добытого из отвалов, образовавшихся благодаря постоянному сваливанию шлака доменных печей в течение целого периода лет.

Метод производства. Ниже приводится метод производства тармакадама из шлака, полученного непосредственно из действующих доменных печей, причем различные фазы производства изображены на прилагаемых рисунках (фиг. 54, 55, 56, 57, 58 и 59).

Шлак выпускается из доменных печей через определенные промежутки времени и выливается в железные или стальные вагонетки различ-



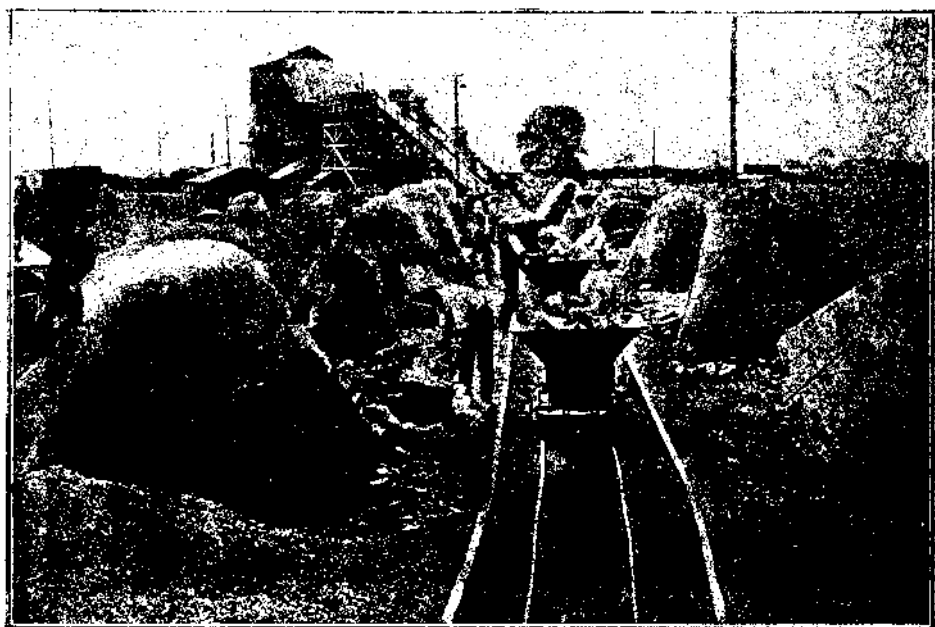
Фиг. 54. Стальные вагонетки для принятия жидкого шлака.



Фиг. 55. Приемный двор для охлаждения шлака.

ной емкости, от 5 до 15 т (фиг. 54). Шлак охлаждается в них в течение 8—18 часов, в зависимости от размера вагонетки, для того, чтобы его можно было опрокинуть в виде твердого куска в отведенном для сортировки и хранения месте (фиг. 55); там он продолжает остывать до тех пор, пока можно будет приступить к его дроблению на куски крупностью приблизительно в 22,5—30 см (9—12").

Необходимость сортировки шлака. Имея дело с новым шлаком, необходимо обратить особое внимание на то, чтобы был выбран только материал, неспособный к распаду в химическом отношении. От времени до времени производится химический анализ отобранного шлака для опре-



Фиг. 56. Погрузка в вагонетки плитованного шлака.

деления состава шлака, избираемого для обработки дегтем, а наблюдение за дроблением и погрузкой шлака поручается людям, опытным в этом деле.

Куски шлака грузятся затем в легкие вагонетки (фиг. 56) или в какие-либо другие приспособления для перевозки и отсылаются на завод, где они дробятся щекowymi или центробежными дробилками до стандартных размеров, т. е. до 55—37—10 мм ($2\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{8}$ ") (фиг. 57). Затем дробленный шлак пропускается через вращающиеся грохоты, установленные над приемными бункерами (фиг. 58). Грохоты сначала отделяют пыль, а затем сортируют шлак на различные размеры, причем прогрохоченный шлак падает в бункеры. Все частицы шлака, превышающие установленные размеры, выходят через конец грохота и снова дробятся до заданных размеров.

Находящийся в бункерах шлак под действием силы тяжести падает в расположенные ниже смесители периодического действия; во время

этой части процесса происходит обработка шлакового материала дегтем (фиг. 59).

Испытание дегтя при его доставке для производства. Деготь, употребляемый для производства тармакадама, специально изготавливается согласно стандартных технических условий, устанавливаемых главным химиком завода, и доставляется на завод в цистернах с паровыми змеевиками или на баржах, где перед выгрузкой он подвергается испытанию; после этого он накачивается в питательные резервуары, также снабженные паровыми змеевиками, и нагревается до требуемой температуры, т. е. до 71° (160° Ф). Эта температура однако несколько колеблется в зависимости



Фиг. 57. Загрузка шлаком роторных камнедробилок.

от климатических и других местных условий. Из этих резервуаров под действием силы тяжести деготь попадает в мешалку, причем подача его регулируется лицом, работающим при мешалке. Шлак и деготь смешиваются отдельными порциями, приблизительно в 1 500 кг (3 360 фнт.) до тех пор, пока все частицы шлака не будут хорошо и равномерно покрыты дегтем. Полученная смесь вываливается затем в ж.-д. вагоны, находящиеся непосредственно под мешалками, причем дно вагонов предварительно очищается от грязи и посыпается каменной мелочью.

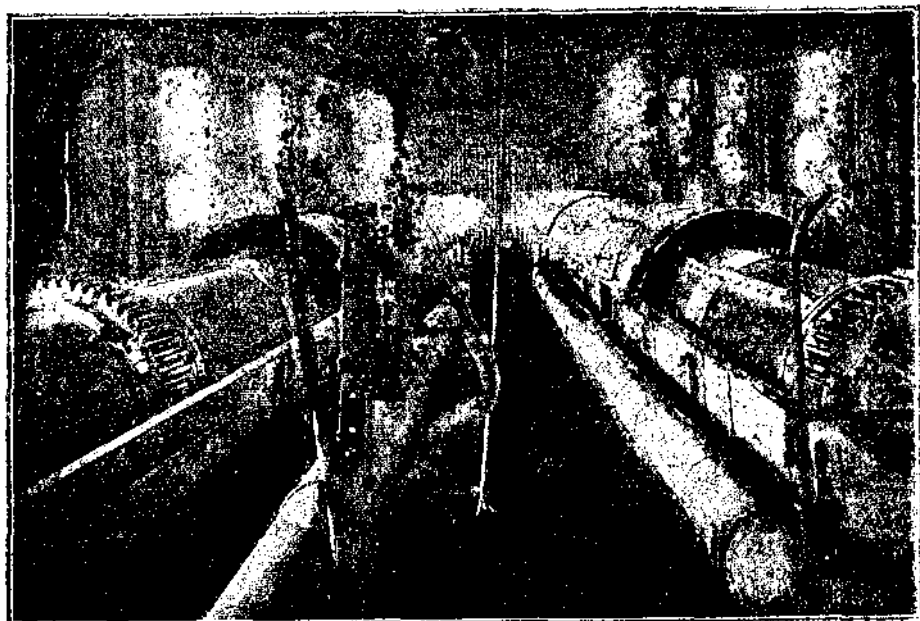
Расположение обслуживающих завод ж.-д. путей таково, что нагруженные вагоны направляются силой тяжести по уклону к машине для взвешивания, после чего они передаются на сортировочный путь, где готовый продукт осматривается соответствующим специалистом, после чего вагон пломбируется и передается железной дороге для отправки.

Материал из шлаковых отвалов. При употреблении шлака из шлаковых отвалов или какого-либо другого шлака, кроме только что выпущенного из доменных печей, применяется тот же метод производства, за ис-

ключением того, что после дробления шлака он попадает во вращающуюся сушильную трубу, нагреваемую генераторным газом, благодаря чему влажность удаляется до попадания шлака в грохоты.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УСТРОЙСТВА ОДЕЖДЫ ИЗ ТАРМАКАДАМА

Одежда в три слоя. Основание должно быть правильным и иметь надлежащий поперечный скат. Если старой поверхности нужно придать требуемый поперечный скат, то эта работа должна быть произведена до начала россыпи тармакадама. Последний распределяется таким образом,



Фиг. 58. Вращающиеся грохоты для шлакового щебня и мелкого материала.

чтобы по всей поверхности получился ровный и однородный слой материала. Обыкновенно производится россыпь слоя из материала крупностью в 55 мм ($2\frac{1}{4}''$), содержащего известный процент материала в 37 мм ($1\frac{1}{2}''$), уплотняемого не в полной мере катком от 6 до 8 т весом; сильная укатка раздробляет материал. Если после предварительной укатки образуются пустоты, то они должны быть заполнены 37-мм ($1\frac{1}{2}''$) материалом, рассыпаемым тонким слоем на поверхности и укатываемым катком. Рекомендуется перед россыпью следующего слоя открыть движение по дороге в течение суток, после чего материал 37-мм ($1\frac{1}{2}''$) распределяется и укатывается так же, как и первый слой, причем для заполнения промежутков употребляется материал в 10 мм ($\frac{3}{8}''$). Затем насколько возможно тонким слоем рассыпается и укатывается последний слой материала в 10 мм ($\frac{3}{8}''$), после чего поверхность посыпается сухой каменной мукой. Для получения прочной одежды через 24 часа после уплотнения требуется повторная укатка.

Одежда в два слоя. Некоторые инженеры предпочитают устраивать тармакадам в виде подобранной смеси из материалов крупностью в 55 мм, 37 мм и 20 мм ($2\frac{1}{4}$ "", $1\frac{1}{2}$ " и $\frac{3}{4}$ "") и утверждают, что при таком методе могут быть достигнуты лучшие результаты, если употребляется каменный материал, а не шлак. Россыпь должна производиться искусным работником во избежание излишней толщины слоя. Штабели тармакадама, приготовленные при дороге для россыпи, должны употребляться в дело лицом, производящим россыпь, с осторожностью, имея в виду, что подобранный материал при неумелом с ним обращении способен отсортироваться. Укатка должна производиться более основательная, катком



Фиг. 59. Производство тармакадама с применением шлака (асфальтовый шлак Шенкерд). Отмеривание дегтя для смешения с шлаком.

в 8—10 т весом. Второй слой должен состоять из материала крупностью от 20 до 37 мм ($\frac{3}{4}$ "— $1\frac{1}{4}$ ""), причем этот слой должен быть тонким насколько это возможно и лишь достаточным для заполнения им промежутков в нижнем слое.

Производство россыпи. Крупный материал должен рассыпаться вилами, а мелкий—нагретыми граблями. Зимой¹ рекомендуется нагревать все инструменты, которыми пользуются для россыпи. Укатку следует начинать от края дороги, медленно продвигаясь к центральной оси на ширину в половину вальца.

Как общее правило, стоимость всех подготовительных работ по исправлению старого основания с устройством слоя из местного камня или шлака до 62 мм ($2\frac{1}{2}$ "") толщиной выражается приблизительно в сумме 0 руб. 58 коп. за 1 м² (1 ш. за 1 кв. ярд), или при ширине дороги в 5 м—в 2 900 руб. на 1 км (при ширине в 7 ярдов—616 фунт. на 1 милю). Желательно, чтобы подготовительные работы опережали работы по устройству тармакадама, приблизительно на две недели; другими словами, чтобы впереди производящихся работ по укладке тармакадама

¹ Имеется в виду климат Англии.

было приготовлено около $1\ 600\ м^2$ ($2\ 000$ кв. ярдов) основания. На магистральных дорогах с тяжелым проездом требуется слой тармакадама в $10\ см$ ($4''$) толщины. Стоимость всей тармакадамной работы в целом, в зависимости от стоимости провоза материалов по ж. д. и расстояния дороги от станции, заключается в пределах от $2\ руб. 30\ коп.$ до $3\ руб. 45\ коп.$ за $1\ м^2$ ($4—6$ ш. за $1\ кв. ярд$). На второстепенных дорогах большей частью достаточен слой в $7,5\ см$ ($3''$) толщиной, причем стоимость в этом случае $2\ руб. 00\ коп.—2\ руб. 88\ коп.$ за $1\ м^2$ (3 ш. 6 п. до 5 ш. за $1\ кв. ярд$).

Как правило, кроющая способность при слое в $10\ см$ ($4''$) выражается в следующих цифрах.



Фиг. 60. Образец тармакадама, вынутый из одежды после 14-летней службы. Обращается внимание на поверхностную обработку.

Нижний слой, состоящий из материала в $55\ мм$ ($2\frac{1}{4}''$), требует приблизительно $1\ т$ на $10\ м^2$ (12 кв. ярдов); верхний слой из материала в $37\ мм$ ($1\frac{1}{2}''$) требует приблизительно $1\ т$ на $12,5\ м^2$ (15 кв. ярдов).

$1\ т$ материала в $10\ мм$ ($\frac{3}{8}''$) рассыпается приблизительно на $36\ м^2$ (45 кв. ярдов).

Общая кроющая способность всего материала для слоя толщиной в $10\ см$ ($4''$) приблизительно $1\ т$ на $5\ м^2$ (6 кв. ярдов). При слое в $7,5\ см$ ($3''$) толщиной $1\ т$ материала крупностью в $55\ мм$ ($2\frac{1}{4}''$) покрывает приблизительно $12,5\ м^2$ (15 кв. ярдов); материал в $37\ мм$ ($1\frac{1}{2}''$)— $16,5\ м^2$ (20 кв. ярдов); материал в $10\ мм$ ($\frac{3}{8}''$)— $36\ м^2$ (45 кв. ярдов), причем общая кроющая способность всего материала для слоя в $7,5\ см$ ($3''$) толщиной выражается приблизительно $1\ т$ на $6,6\ м^2$ (8 кв. ярдов).

В жаркую погоду кроющая способность материала крупностью в $10\ мм$ ($\frac{3}{8}''$) значительно увеличивается и достигает величины: $1\ т$ на $50—58\ м^2$ ($60—70$ кв. ярдов). Россыпь каменной мелочи для окончательной

связи следует производить до полного затвердения, что бывает приблизительно через неделю.

Необходимость периодической поверхностной обработки. Для сохранения дороги на долгое время в хорошем состоянии полезно всегда производить поверхностную обработку отогнанным дегтем, соответствующим техническим условиям Дорожного департамента № 1, или каким-либо другим подходящим веществом, а затем производить россыпь и укатку мелочи из шлака, гранита, или известняка.

При известняковом тармакадаме поверхностная обработка не должна производиться позже 3 месяцев после устройства, а при гранитном — не позже 6 месяцев. Тармакадам из шлака должен быть подвергнут поверхностной обработке в течение года после его россыпи.

Излишнее количество дегтя вредно отзывается на состоянии дорог. Поверхностная обработка обходится приблизительно в 0 руб. 14 коп. за 1 м² (3 пенса за 1 кв. ярд) и представляет значительные выгоды. Поверхностную обработку тармакадама не следует производить ежегодно, а лишь по мере надобности. Ежегодно повторяющаяся обработка вызывает движение материала в направлении к лоткам и образование волн с последующим разрушением дороги.

Так наз. асфальтовый шлак и шепхерд (Shepherd)¹ является также хорошо известным и широко распространенным в Англии материалом. Он представляет собой подобранный шлаковый тармакадам, приготовляющийся из отборного шлака, получающегося от обработки железной руды, не имеющего раковин и обладающего сопротивлением сжатию в 1 500 кг на см² (1 420 т на кв. фут.). Шлак специально подбирается по гранулометрическому составу для производства двуслойных одежд.

Считается, что одежда, уложенная в два слоя при толщине в плотном теле в 7,5; 9,75 и 10 см (3, 3 1/2 и 4"), дает большую однородность и прочность и более экономична в отношении затраты времени и труда, чем одежда в три слоя. Связующее вещество, употребляемое для производства этого материала состоит из каменноугольного дегтя, улучшенного путем добавки специальных веществ, увеличивающих прочность и связующую способность окончательного продукта.

Рекомендуются следующие технические условия для этого материала устроенного в два слоя толщиной в 10 см (4") на каменном основании типа Тельфорда.

Нижний слой. Нижний слой должен состоять из выбранного асфальтового шлака крупностью от 25 до 55 мм (от 1 до 2 1/4"), равномерно распределяемого по основанию вилами и образующего однородную поверхность, укатываемую с требуемым продольным и поперечным профилем катком в 8—10 т весом. Нижний слой должен после укатки иметь толщину в 8 см (3 1/4").

Верхний слой. Верхний слой должен состоять из асфальтового шлака крупностью от 10 до 20 мм (3/8—3/4"), распределяемого граблями (нагретыми) и укатываемого с требуемым профилем катком в 8—10 т весом, после чего получается плотная, гладкая и водонепроницаемая одежда. Общая толщина нижнего и верхнего слоев по окончании работ должна быть 10 см (4").

¹ Употребляемый здесь термин «асфальтовый шлак» следует понимать условно, так как асфальты в настоящем смысле слова, характеризующиеся наличием заполнителя, описаны в гл. XV.

Средний поперечный скат для этой одежды должен быть от 3,3 до 3,5% ($1/28 - 1/30$).

Законченная поверхность обрабатывается мелким шлаком или другим испытанным материалом крупностью в 6 мм ($1/4''$) и мельче до муки, в количестве около 4 т на 800 м² (1 000 кв. ярдов) поверхности дороги, после чего производится легкая укатка.

Для устройства одежды из асфальтового шлака на бетонном основании предлагаются следующие технические условия.

Нижний слой. Нижний слой должен состоять из подобранного асфальтового шлака крупностью от 25 до 55 мм ($1 - 2 1/4''$), равномерно распределяемого вилами до толщины около 10 см ($4''$) и затем укатанного до толщины в 8,0 см. Первоначальная укатка, если возможно, должна производиться легким катком, после чего следует производить полное уплотнение катком в 8—10 т весом.

Асфальтовый шлак должен плотно прилегать к бетонной подушке. Поперечный уклон должен быть приблизительно в 3,3% ($1/30$).

Верхний слой. Верхний слой должен состоять из чисто просеянного асфальтового шлака крупностью от 20 до 25 мм ($3/4 - 1''$), распределяемого граблями (нагретыми) до толщины около 25 мм ($1''$) и укатываемого до получения совершенно плотной, гладкой и водонепроницаемой поверхности в 20 мм ($3/4''$) толщиной.

Необходимо обращать внимание на то, чтобы законченная одежда имела правильный поперечный скат, т. е. 3,3% ($1/30$).

Россыпь мелочи. Законченную поверхность следует обработать мелким шлаком или другим испытанным материалом, крупностью от 6 мм ($1/4''$) и мельче до муки, в количестве около 1 т на 200 м² (250 кв. ярдов) поверхности дороги, после чего производят легкую укатку.

Одежда из асфальтового шлака тотчас по окончании работ может быть открыта для проезда, однако желательно, если это возможно, чтобы на вновь устроенной одежде по окончании работы движение было открыто не раньше 24 часов.

Этот материал доставляется на ж.-д. платформах или грузовиками в черте Лондона и употребляется в холодном виде. Соответствующий каток, грабли, вилы, тачки и лопаты являются единственным оборудованием, которое требуется для работ, причем для наблюдения за работой достаточно одного опытного десятника на артель в 12 рабочих. Асфальтовый шлак образует надежную и годную для любого проезда одежду, в достаточной степени водонепроницаемую благодаря тому, что под действием времени и проезда кора становится все более и более плотной и непроницаемой.

Легкость ремонта и заделки тармакадама. В случаях, когда нельзя избежать разрытия и пр., тармакадам легко вынимается и заделывается, причем починенный участок совершенно сливается с окружающим материалом, если, конечно, ремонт сделан надлежащим образом и искусными рабочими.

ГЛАВА XIV

БИТУМНАЯ ОДЕЖДА ПО СПОСОБУ ПРОПИТЫВАНИЯ

Одежда дороги, устроенная методом пропитывания битумом или, как его иногда называют, методом проникания, фактически отличается от обыкновенного щебеночного шоссе главным образом тем, что цементирующее вещество последнего в виде каменной муки, затворенной водой, заменяется битумом в первом типе одежды. Минеральный материал рассыпается и укатывается почти одним и тем же способом в обоих типах одежды, но битум создает более упругое, прочное и устойчивое сцепление и дает кору, в которой не может образоваться каменной муки, т. е. предотвращается внутреннее трение между щебенками и последующие перетирание и износ частиц коры.

Проникание (пропитывание)—**неправильный термин.** Термин «проникание» или «пропитывание», употребляемый обычно при описании этого вида работ, в известном отношении неправилен.¹ Битум не проникает внутрь минерального материала, как это делает вода, да и не желательно, чтобы это происходило. Если бы это действительно случилось, то битум перестал бы служить связующим веществом между частицами, образующими дорожную кору. Такое представление, что битум должен растекаться между частицами коры и заполнять промежутки в минеральном материале, совершенно ошибочно.

Наиболее важное и желательное условие для любой одежды дороги—это отсутствие между частицами промежутков, или, как их называют, пустот, что может быть достигнуто только путем такого гранулометрического подбора минерального материала, при котором все промежутки полностью, или насколько это практически возможно,—будут заполнены самим же минеральным материалом. Если главной операции подбора уделено должное внимание, то уже сравнительно не трудно образовать плотную щебеночную кору, даже при условии россыпи ее тонким слоем; для полного успеха все же рекомендуется перед россыпью минерального материала рассыпать по основанию тонкий слой песка или каменной мелочи. Мелкий материал найдет дорогу во все промежутки нижней части россыпи минерального материала и образует постель, в которую уложится каждая отдельная крупная каменная частица россыпи. По окончании укатки россыпь должна стать возможно плотной, и в ней не должны быть заметны признаки движения; раньше чем это будет достигнуто, не следует приступать к пропитке ее. Однако укатка не должна быть чрезмерной, так как иначе возможно образование каменной муки, присутствие которой совершенно нежелательно.

¹ У нас этот термин общепринят.

Последствия, вызываемые неполным уплотнением. Если россыпь недостаточно уплотнена, то обработка ее битумом не предотвратит последующих сдвигов материала, скорее даже она будет содействовать перемещению и образованию волнистой поверхности благодаря присутствию битума в чрезмерном количестве.

Роль битума при методе пропитывания. Главнейшая роль битума в обработанной им коре заключается в обволакивании поверхностей мелких каменных частиц (надлежащим образом подобранных в соответствии с крупными материалами), каковые плотно заклинивают собой частицы более крупного минерального материала. Далее важная роль битума заключается в образовании пленки для защиты всего минерального материала коры от действия атмосферических агентов; кроме того битум должен служить некоторым упругим буфером или подушкой между каменным материалом и ударами проезда.

Распределение битума. Для того чтобы битум был распределен на уплотненном минеральном материале в требуемом количестве, необходимо с должным вниманием отнестись к этой операции. В обыкновенной практике, при условии предварительного полного уплотнения россыпи требуется на 1 м² около 5,5 л битума ¹ (1 галл. на 1 кв. ярд). Если битум протекает сквозь минеральный материал и накапливается у основания россыпи, избыток битума не только является потерей, причем работа становится неэкономичной, но этот избыток является также причиной образования в жаркую погоду под действием проезда волн, сдвигов, наплывов и пр.; если же битум распределяется в холодную погоду, он может стугиться около поверхности и распусться при более высокой температуре, вызывая этим движение минерального материала и выход его на поверхность дороги. Расход битума всегда в одном и том же количестве на каждую квадратную единицу не может быть строго установлен, потому что россыпь щебня делается ручным способом. В современной практике никогда не достигается идеальных условий россыпи и уплотнения, так что хотя норма в 5,5 л на 1 м² (1 галл. на 1 кв. ярд) и может служить основанием для расчетов, все же количество действительно употребленного битума будет зависеть от поглощаемости коры, подвергающейся обработке.

Лицо, производящее эту работу, должно лишь стремиться к равномерному покрытию всей поверхности минеральных материалов битумом возможно тонким слоем.

После распределения битума должен быть тщательно рассыпан верхний слой выбранного минерального материала и тщательно укатан с образованием общего слоя. Прочность новой одежды в значительной степени будет зависеть от того, как этот более мелкий материал заклинивает собой более крупный материал.

Поверхностная обработка. Для окончательного уплотнения должно быть открыто движение, не допуская загрязнения дороги, так что окончательная поверхностная обработка должна быть отложена, при жаркой погоде), чтобы выяснить, не выступит ли битум под действием проезда и тепла на поверхность в достаточном количестве для самостоятельного формирования поверхностного битумированного слоя. Климат Англии в этом отношении редко облегчает задачу дорожных строителей и влияние влаги и холода обыкновенно требует производства последней

¹ У нас эта норма выше, около 7—8,5 л на 1 м².

поверхностной обработки тотчас за окончанием пропитывания коры. Битум при этом должен распределяться насколько возможно тонким слоем, в количестве 1,4 л на 1 м² (1 галл. на 4 кв. ярда), и законченная поверхность должна быть слегка засыпана каменной мелочью, гравием, или крупнозернистым песком и хорошо укатана.

Простота оборудования. Оборудование для распределения битума обыкновенно состоит из котла для плавки битума и действующего под давлением ручного распределителя; такое оборудование является безусловно наилучшим; необходимо отметить, что при распределении лейками могут быть также достигнуты хорошие результаты при известной опытности производящего пропитку; однако при пользовании этим последним способом, при недостаточном внимании со стороны производящего работу, часто происходит неравномерное распределение битума с избытком его в некоторых местах, что является впоследствии причиной выступа битума на поверхность дороги в этих местах.

Применение заполнителя. Для сообщения битуму лучших вяжущих свойств иногда употребляется некоторое количество заполнителя, состоящего из известняковой муки, мелкого песка или муки из сланцев, причем количество заполнителя зависит от качества битума. Если употребляется твердый сорт битума, то материал может оказаться ломким, тогда как слишком мягкий сорт может не обладать достаточной связующей силой. В общем битум, употребляемый для пропитывания, должен иметь примерно те же свойства, что и для метода смешения.

Связующие вещества для производства пропитывания изготавливаются различными заводами, и приводимые ниже краткие технические условия дают методы, рекомендуемые ими для производства подобных работ.

Одним из наиболее известных в Англии веществ является «Битарко» (*Bitarco*), причем предлагается следующий способ его применения.

Подготовка основания и россыпь. Существующее основание в виде старой одежды должно быть вычищено и приготовлено согласно данным, установленным в практике таких работ.

Чистый минеральный материал крупностью от 37 до 55 мм (1½, 2¼") рассыпается слоем толщиной в 8,7 см (3½") и укатывается до появления в щебне признаков дробления.

Распределение битарко и россыпь каменной мелочи. После укатки производится распределение битарко при температуре в 120° (250° Ф) в количестве 6,7 л на 1 м² (1¼ галл. на 1 кв. ярд). После этого рассыпается чистая каменная мелочь крупностью 1,25 см (½") и однообразно распределяется щетками по поверхности для заполнения всех имеющихся пустот. Затем производится легкая укатка.

После этого сметается излишек каменной мелочи. Затем распределяется новый слой битарко в количестве 1,3 л на 1 м² (¼ галл. на 1 кв. ярд), после чего производится засыпка каменной мелочью в 1,25 см (½"), основательно укатываемая, чем и заканчивается работа.

Другой материал называемый «Инвикта» (*Invicta*) изготавливается двух сортов: № 1—мягкий, доставляемый в бочках, предназначен для пропитывания щебеночной коры.

№ 1—твердый, доставляется в плитках и предназначается для поверхностной обработки и для образования верхнего слоя.

Материал может быть нагрет в обыкновенных битумных котлах и распределяется специальным распределителем. Для пропитывания коры

из гранитного материала рекомендуются следующие технические условия.

Следует слегка обработать кирковщиком существующую одежду дороги. Необходимо удалить излишний материал, отделать и уплотнить основание до получения гладкой поверхности приблизительно на 6,2 см ($2\frac{1}{2}$ "') ниже предполагаемого верхнего уровня новой одежды. На приготовленное таким образом основание рассыпается гранитный щебень крупностью 5 см (2") и слегка укатывается паровым катком. Материал № 1—мягкий, нагретый до температуры 175° (350° Ф) распределяется по коре, причем необходимо обращать внимание на то, чтобы им были покрыты все частицы. После этого производится укатка, причем вальцы катка смачиваются водой во избежание пристаивания к ним материала.

По окончании этой работы дорога готова для устройства поверхностного слоя с применением материала № 1—твердого. Последний нагревается приблизительно до температуры в 190° (375° Ф) и распределяется при помощи специального распределителя с деревянным разравнивателем. Все промежутки должны быть совершенно заполнены, и, пока еще материал горячий, рассыпается гранитная мелочь крупностью в 10 мм ($\frac{3}{8}$ "'), после чего производится укатка для образования окончательного слоя.

Другой материал для пропитки—это «Битит» (Bitite). Этот материал доставляется в готовом для употребления виде и не требует специального оборудования, так как он легко расплавляется в обычных котлах. Приводимые ниже технические условия описывают рекомендуемую систему пропитывания.

Прежде всего должно быть подготовлено старое основание, там, где это требуется, и произведена основательная укатка его. После этого рассыпается гранитный щебень, крупностью от 37 до 50 мм ($1\frac{1}{2}$ до 2") слоем около 10 см (4") толщиной, и слегка укатывается.

Битит, нагретый до жидкого состояния в обычных котлах до температуры от 175 до 200° (от 350 до 400° Ф), быстро выливается при помощи ведер на поверхность и притом в таком количестве, чтобы он проник на всю толщину россыпи минерального материала, но не заполнил доверху имеющиеся между щебенками промежутки. Затем, пока материал еще в горячем состоянии, рассыпается гранитная мелочь, крупностью в 1,25 см ($\frac{1}{2}$ "'), и основательно укатывается. После того как остыл обработанный участок, вся свободная мелочь, пыль и т. д. должны быть сметены и поверхность очищена; эта очистка имеет большое значение.

Затем снова распределяется битит, который совершенно заполняет промежутки между щебенками и покрывает всю поверхность. Этот второй слой, разравниваемый деревянной рейкой распределителя, не должен быть очень тонким, так как он образует верхний слой, который может время-от-времени восстанавливаться по мере истирания.

Тотчас же по распределении битита, пока он еще горячий, должно быть рассыпано значительное количество гранитной мелочи, желательно крупностью от 1,0 см ($\frac{3}{8}$ "') до муки, после чего следует произвести основательную укатку.

Для образования прочного подобного асфальту поверхностного слоя должно быть употреблено столько каменной мелочи, сколько связующее вещество может в себя принять.

Мексфальт, являющийся хорошо известным продуктом, с успехом употребляется в различных частях Англии при производстве работ по пропитыванию.

Рекомендуется применение минерального материала крупностью в 37 мм ($1\frac{1}{2}$ "') (по стандартному британскому кольцу). Он должен быть рассыпан слоем в 10 см (4") толщиной и укатан в сухом виде до толщины 7,5 см (3"). Во многих случаях были достигнуты прекрасные результаты при употреблении щебня из гранита, известняка, базальта и шлака, так что при этом возможен большой выбор минерального материала.

Употребление подобранного по крупности минерального материала, состоящего из 60% в 5 см (2"), 30% в 3,7 см ($1\frac{1}{2}$ "') и 10% в 2,0 см ($\frac{3}{4}$ "'), следовало бы предпочесть вышеуказанному материалу, если бы можно было гарантировать правильное и равномерное смешивание различных фракций материала. На практике однако установлено, что при перевозке на большие расстояния по железной дороге или грузовиками материал разной крупности способен отсортировываться.

Мексфальт разделяется на куски соответствующей величины для облегчения плавки и нагревается в обыкновенном дорожном котле до температуры от 175 до 200° (от 350 до 400° Ф). После этого он распределяется по поверхности укатанного щебня в количестве около 8,5 л на 1 м² ($1\frac{1}{2}$ галл. на 1 кв. ярд). Вслед за распределением связующего вещества кора слегка посыпается каменной мелочью той же породы, что и щебеночный материал, и хорошо укатывается до требуемого профиля. Затем производится обработка мексфальтом, которая делает поверхность ровной и водонепроницаемой. Наконец, производится россыпь каменной мелочи и дорога может быть открыта для движения.

Хотя после произведенной работы и нет необходимости в укатке, она все же желательна, так как она закрепляет каменную мелочь и тем самым препятствует ее разбрасыванию под действием проезда. Подходящий поперечный скат для одежды этого типа 3,5% ($\frac{1}{28}$).

Для увеличения кроющей способности битума выгодно добавлять к нему песок. Однако при этом должны быть приняты меры для непрерывного размешивания смеси во время процесса нагревания и распределения.

Считается, что мексфальт является одним из наиболее пригодных материалов этого типа, как не содержащий ни фенолов, ни других ядовитых веществ, вредных для рыб и растений, и поэтому он может быть использован вблизи рек и озер. Анализ мексфальта следующий:

Очищенный битум

Проникание при 0° (32° Ф)	17
> 25° (77° Ф)	48
Битума, растворимого в сероуглероде	100% {
Органических нерастворимых веществ	
Минеральное вещество (пепел)	
Битума, растворимого в петролейном эфире, концентрации в 71° (по Боме)	99,85%
Битума, растворимого в четыреххлористом углероде	0,05%
Содержание углерода ¹	0,10%
Тягучесть при 25° (77° Ф)	74,4%
	99,8%
	18,00%
	100 см

¹ Способ определения см. Barton, Jampling and Testing of Highway Materials. N. Y 1925.

Для распределения специального состава из природного асфальта Валь де-Траверс (*Val de Travers*) и битума озера Тринидад рекомендуется следующий метод.

Сначала рассыпается с требуемым профилем слой щебня толщиной в зависимости от проезда от 7,5 до 10 см (3 до 4"), после чего производится укатка его. Рекомендуется употребление минерального материала крупностью в 5 см (2"). Затем состав, нагретый до 200° (400° Ф) вливается в ведра и быстро выливается на щебеночную кору, заполняя все промежутки вровень с поверхностью, причем эта работа требует особо тщательного выполнения. По приготовленному указанным способом участку дороги, пока битум еще не успел застыть, производится укатка паровым катком (3—4 прохода), после чего укатанная площадь покрывается тонким слоем специальной засыпки «Бридпорт» (*Bridport*). Вскоре после этого по дороге может быть открыто движение.

Кроющая способность этого состава приблизительно 1 т на 20 м² (1 т на 25 кв. ярдов) при толщине слоя щебня после уплотнения в 6,25 см (2 1/8").

Специальные машины для распределения битума. Битумные котлы этих машин должны нагревать битум до температуры в 175—200° (350—400° Ф), т. е. приблизительно в два раза сильнее, чем нагревается деготь, вследствие чего были спроектированы котлы, могущие выдерживать значительно более высокие температуры, и заводами было обращено внимание на необходимые требования в этом направлении.

В настоящее время имеются такие системы Уикс, Кольман, Джонстон, Бристоу и Леулин и Джемс (*Weeks, Colemans, Johnstons, Bristows and Llewellyns, James*).

При выборе таких установок обыкновенно принимаются во внимание следующие условия: простота конструкции, удобство управлений и легкость чистки.

В дальнейшем приводится описание машины системы Джонстон (*Johnstons*).

Машина системы Джонстон. Котел специально сконструирован для работы с мексальтом, спрамексом и другими битумами. Он снабжен в верхней части трубчатой решеткой, на которую помещается холодный битум; эта решетка нагревается большой топкой, помещенной в торце котла; битум при этом расплавляется и стекает в котел.

Эта передняя топка таким же образом нагревает второй ряд трубок, установленных в нижней части котла, причем, когда прекращается расплавление битума, передняя топка содействует поднятию температуры уже расплавленного битума.

Под котлом находится вспомогательная топка, также снабженная батареей трубок, причем топочные газы могут быть пущены по трубкам вокруг котла для дальнейшего нагревания расплавленного битума и быстрого доведения его до рабочей температуры.

Огонь этой топки может быть поддержан и ночью для предохранения содержимого котла от затвердения, однако обыкновенно считают, что это излишне в виду быстроты, с которой может быть получена рабочая температура, а следовательно и небольшого промежутка времени, нужного для получения утром готового для употребления материала.

Стенки топок защищены толстыми чугунными плитами, которые так установлены, что могут быть легко сняты и заменены новыми. Трубы и

дымовые заслонки так устроены, что горячие газы по желанию могут быть направлены через все батареи трубок или только через одну из них; поэтому при прекращении плавки вся теплота может быть использована для сохранения битума нагретым до требуемой температуры. Трубы каждой топки совершенно самостоятельны, так что тяга любой топки может регулироваться по желанию.

Дымовая труба—складная на шарнирах, благодаря чему при переездах она может быть опущена.

Котел снабжен шарнирной крышкой, разделенной на три части с каждой стороны, и выпускной трубой диаметром в 6,25 см ($2\frac{1}{2}$ ").

Распределители для поверхностной обработки битума. Для распределения битума при котле имеется серия специальных движков, которые могут быть приспособлены к выпуклости поверхности дороги и при помощи которых горячий материал распределяется ровным слоем.

Во время перерыва работы котла эти движки могут быть одновременно подняты во избежание их прилипания к дороге.

Колеса машины сделаны из сварочного железа с чугунными ступицами прочной конструкции. Для работ ее по пропитыванию применены широкие ободья колес, не позволяющие ей врезаться в недостаточно укатанную поверхность дороги. Пропитка производится во время движения машины. Емкость котла приблизительно 1 350 л (300 галл.), и он может расплавить битум и поднять его температуру до 180° (360° Ф) в течение одного часа, сохраняя эту температуру и при добавлении свежего материала.

Производительность котла при пропитке от 320 до 400 м² (от 400 до 500 кв. ярдов) в день при распределении 14 л на 1 м² ($2\frac{1}{2}$ галл. на 1 кв. ярд).

Расход горючего. Стандартный котел употребляемый для дегтя, даже при исключительно большой поверхности нагрева, плавит битум очень медленно и требует постоянного перемешивания. Для снабжения артели рабочих, обслуживающих один каток, битумом правильной температуры для пропитки требуется 3—4 дегтевых котла, расходующих около 1—1,25 т (2 240—2 800 фнт.) топлива в день.

Одна машина Джонстона снабдит такую же артель битумом при расходе топлива всего в количестве 250—300 кг (560—670 фнт.) в день.

Помимо экономии топлива, не требуется ночного дежурства истопника, так как утром котел может быть пущен в ход в течение одного часа, причем столько же времени нужно на приведение в готовность катка и пр. работы.

Количество укатанного и пропитанного артелью материала в день зависит от количества расплавляемого битума. Поэтому, если последнее количество может быть увеличено, соответственно уменьшается стоимость одной кв. единицы одежды.

В добавление к экономии топлива стоимость работ уменьшается вследствие производства пропитки непосредственно из котла.

ГЛАВА XVIII

АРМАТУРА ДЛЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД И ОСНОВАНИЙ

Применение железобетона в дорожном деле в настоящее время твердо установилось для некоторых типов работ (основания и одежды), а потому необходимо привести данные по вопросу об арматуре.

Цели закладки арматуры. Главнейшие цели, достигаемые закладкой арматуры:

1) получение упругой плиты с металлическим включением, принимающим на себя те усилия, которые один бетон без арматуры нести не в состоянии;

2) получение плиты небольшой толщины и достижение таким образом экономии в отношении:

а) количества земляных работ по выемке ящика,

б) транспорта вынутого грунта,

в) количества бетона,

г) сокращения промежутка времени, необходимого для производства работы.

3) предупреждение трещин при усадке и при перенапряжении.

Пригодность железобетона для оснований. Для оснований под одежды из торцовых шашек, брусчатки и клинкера железобетон является без сомнения наиболее экономичным и подходящим материалом (по английским расчетам). Этот тип основания, распределяющий нагрузку от проезда на большую площадь, является наилучшим, причем во всех случаях необходимо тщательное изучение характера подстилающего грунта, как указано в гл. I.

Бетон, не снабженный арматурой, распределяет не на достаточную площадь нагрузку от проезда, значительную при современном движении, а потому включение арматуры является вполне желательным.

Проектирование арматуры. Проект арматуры, т. е. установление типа арматуры, двойная или одиночная, веса ее на 1 кв. единицу, сорта и марки железа, является тем вопросом, который требует большого внимания при употреблении железобетона.

Главным образом необходимо иметь в виду, что та система арматуры, которая обеспечивает правильное и постоянное расстояние между отдельными ее частями, в период забетонирования ее, а вся арматура в целом занимает строго плоское и правильное положение в плане, — та система является наиболее рациональной.

Применение двойной или одиночной арматуры. Решение о типе арматуры (двойная или одиночная) зависит от характера подстилающего грунта, характера движения и от общих условий работы; но во всяком случае по нижеизложенным причинам двойная арматура наиболее пол-

ным образом отвечает условиям, действительно имеющим место в бетонной плите.

Вес арматуры на 1 кв. единицу. Что касается вопроса о весе арматуры на 1 кв. единицу, то это в свою очередь зависит от местных условий данной работы; обычно двойная арматура имеет вес от 5,4 до 8,0 кг на 1 м² (10—16 фнт. на 1 кв. ярд); одиночная арматура весит от 2,4 до 3,7 кг (4,5—7 фнт. на 1 кв. ярд).

Железо с большим или малым сопротивлением на разрыв. По вопросу о преимуществе железа с большим сопротивлением на разрыв по сравнению с мягким железом среди различных инженеров нет единогласия. В большинстве правил для железобетонных работ не устанавливается различия в нормах в этом отношении. Так в бетон с применением цемента лайтнинг допускаются оба сорта железа на одинаковых основаниях.

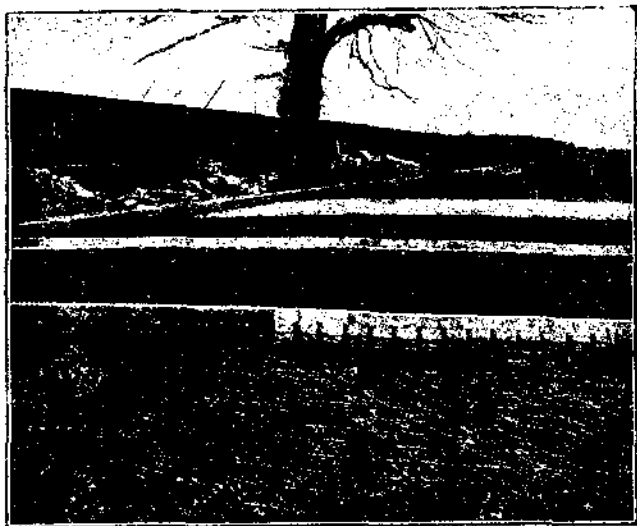
Однако Министерство транспорта выпустило технические условия, устанавливающие более высокую цифру предела пропорциональности для тянутого железа, чем для прокатного железа, а именно в 2 250 кг/см² (32 000 фнт. на кв. дм.) для прокатного железа, и 5 050 кг/см² (72 000 фнт. на кв. дм.), для тянутой проволоки с большим сопротивлением, причем допускаемое напряжение в первом случае устанавливается в $\frac{1}{2}$ предела пропорциональности, а во втором случае—в $\frac{1}{3}$ этого предела.

Многие инженеры, возражая против употребления железа с большим сопротивлением, отмечают следующее: так как величины модуля упругости железа с большим сопротивлением и мягкого железа одни и те же, то следовательно одни и те же напряжения вызывают одни и те же удлинения в обоих сортах; далее так как бетон разрушается прежде, чем будут достигнуты предельные напряжения в металле, железо с большим сопротивлением не может считаться более ценным; и наконец, так как при мягком железе вообще получается более значительная площадь поперечного сечения и более шероховатая поверхность, чем при железе с большим сопротивлением, то при мягком сорте железа достигается лучшая связь железа с бетоном, чем при сорте с большим сопротивлением.

Двойная арматура. При увеличении нагрузки на дорожную одежду растягивающие напряжения появляются как в верхней, так и в нижней части плиты, так что наиболее подходящим типом арматуры является двойная арматура. Если к этой арматуре добавить поперечные связи для принятия перерезывающих напряжений, то без сомнения будет достигнут идеальный тип арматуры. Нагрузка от движущихся повозок передается через колеса, но в общем можно принять, что точки приложения внешних сил слишком близки друг к другу, чтобы считать эти грузы отдельными силами, а потому принимается, что они действуют как равномерная нагрузка; вследствие этой нагрузки нижний край плиты непосредственно под нагрузкой находится в растянутом состоянии (прямой изгиб); при этом в местах ненагруженной поверхности вблизи нагруженной имеет место обратный изгиб. Так как повозки движутся с их нагрузкой, то напряжения в данном месте все время меняют знаки от растяжения в нижней грани плиты до сжатия и от сжатия к растяжению в верхней грани плиты, что происходит по всей длине одежды; поэтому имеют место обратные изгибы и перерезывающие напряжения, причем последние распределяются как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях; последние два напряжения слагаясь создают

значительные усилия, для принятия которых и целесообразно поставить соответствующую арматуру.

По отношению к двойной или тройной арматуре, как иногда называют арматуру, в которой применяются элементы для принятия перерезывающих усилий, следует учесть также нижеуказанные практические соображения. Для обеспечения правильного положения арматуры этого типа, т. е. чтобы не сдвинуть ее с места или не изменить ее форму во время производства работы, она должна иметь достаточную устойчивость не только при ходьбе рабочих, но и при колесном движении по ней. При применении двойной арматуры с связями, работающими на перерезывание, расстояние между верхней и нижней арматурой назначается так, чтобы оно соответствовало толщине бетонной плиты, причем как верхняя, так и нижняя арматуры должны иметь правильное расстояние от краев плиты.



Фиг. 99. Железобетонная одежда с тройной арматурой «Экспапет»; бетонирование производится с пропуском через плиту.

Одиночная арматура. Когда применяется одиночная арматура, то обычно ее укладывают на расстоянии 37 мм ($1\frac{1}{2}$ "") от нижней грани плиты, имея в виду, что вообще наибольшие растягивающие напряжения проявляются в нижней части плиты. Во многих случаях применяется обыкновенное круглое железо, но необходимо иметь в виду, что при этом приходится затрачивать много труда для закрепления и связи частей арматуры и необходимо тщательно следить за удержанием ее на месте в правильном положении во время укладки бетона, особенно при использовании не вполне квалифицированной рабочей силы; все же этот метод дает в общем хорошие результаты.

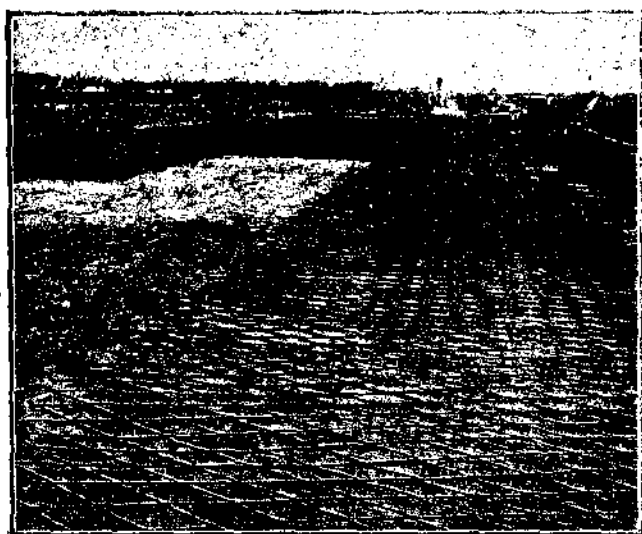
Применение готовой арматуры. Существует готовая арматура особых типов, так например в виде рудонного металла. Один из материалов этого типа «Экспапет» (*Expa-pet*) представляет собой рулоны же-

лезной сетки, под которым названием это изделие и зарегистрировано; этот материал изготавливается применительно к указанным выше типам; на фиг. 99 показан тип тройной арматуры Экспамет, который, удовлетворяя вышеприведенным условиям, является в достаточной мере жестким для сопротивления движению по ней колес и ходьбе людей.

Тройная арматура Экспамет. Вес арматуры на 1 м^2 (1 кв. ярд) поверхности дан в нижеследующей таблице (в кг, соответственно—в фнт.)

Полный вес всей арматуры	Вес нижней арматуры	Вес промежуточной арматуры волнообразного вида	Вес верхней арматуры
5,4 (10)	1,9 ($3\frac{1}{2}$)	1,9 ($3\frac{1}{2}$)	1,6 (3)
6,5 (12)	1,9 ($3\frac{1}{2}$)	2,7 (5)	1,9 ($3\frac{1}{2}$)
7,6 (14)	2,7 (5)	2,7 (5)	2,2 (4)
8,7 (16)	3,2 (6)	2,7 (5)	2,7 (5)
9,8 (18)	3,8 (7)	3,2 (6)	2,7 (5)

Нижеприводимая таблица (стр. 245) дает величины растягивающих усилий в одиночной арматуре этого типа, фиг. 100.



Фиг. 100. Рулонная арматура Экспамет, приготовленная для бетонирования.

Для обычных дорожных работ рекомендуется бетонная плита толщиной 15 см (6") с арматурой марки R.R. № 8, которая, может нести растягивающее усилие в 4 358 кг на 1 пог. м (2 935 фнт. на 1 пог. фут), считая по кратчайшему расстоянию между клетками и исходя из допускаемого напряжения в $1\,120 \text{ кг/см}^2$ (16 000 фнт. на 1 кв. дм.).

Таблица данных одиночной металлической арматуры Экспамет

Короткая сторона клеток 15 см (6"). Длинная сторона клеток от 30 до 39,5 см (12" до 15 3/4")

№ типов арматуры	Приблизительный вес сетки на 1 м ² кг	Площадь поперечного сечения сетки 1 пог. м см ²	Расчетное растягивающее усилие на 1 пог. м сетки, исходя из допуск. напряжения железа ¹			Наибольшая ширина сетки м	Вес рулона длиной 4,8 м (16'), считая по длинной стороне клетки, при наибольшей ширине по гр. (7) кг
			кг/см ² 1 120 (16 000)	кг/см ² 1 260 (18 000)	кг/см ² 1 400 (20 000)		
1	1,1 (2,0)	1,4000 (0,0665)	1 570 (1 065)	1 760 (1 200)	1 960 (1 330)	19,5 (64"0")	103 (228)
2	1,3 (2,5)	1,7500 (0,0829)	1 960 (1 330)	2 200 (1 495)	2 450 (1 665)	19,5 (64"0")	129,2 (285,0)
3	1,6 (3,0)	2,11 (0,10)	2 360 (1 600)	2 660 (1 800)	2 950 (2 000)	19,5 (64"0")	154,6 (341,0)
4	1,9 (3,5)	2,4600 (0,1162)	2 760 (1 865)	3 100 (2 090)	3 440 (2 325)	19,5 (64"0")	180,5 (398,0)
5	2,2 (4,0)	2,820 (0,133)	3 160 (2 135)	3 550 (2 395)	3 950 (2 660)	19,5 (64"0")	206,3 (455,0)
6	2,4 (4,5)	3,17 (0,15)	3 550 (2 400)	3 990 (2 700)	4 440 (3 000)	19,5 (64"0")	232,2 (512,0)
7	2,7 (5,0)	3,5200 (0,1657)	3 940 (2 665)	4 435 (2 980)	4 930 (3 315)	14,6 (48"0")	193,6 (427,0)
8	3,0 (5,5)	3,87 (0,18)	4 330 (2 935)	4 875 (3 240)	5 420 (3 600)	14,6 (48"0")	212,7 (469,0)
9	3,2 (6,0)	4,230 (0,199)	4 740 (3 200)	5 330 (3 580)	5 920 (3 980)	14,6 (48"0")	232,2 (512,0)
10	3,5 (6,5)	4,580 (0,216)	5 130 (3 465)	5 770 (3 890)	6 410 (4 320)	14,6 (48"0")	251,7 (555,5)
11	3,8 (7,0)	4,930 (0,236)	5 520 (3 735)	6 210 (4 250)	6 900 (4 720)	14,6 (48"0")	270,7 (597,0)
12	4,0 (7,5)	5,28 (0,25)	5 910 (4 000)	6 650 (4 500)	7 400 (5 000)	14,6 (48"0")	290,2 (640,0)
13	4,3 (8,0)	5,640 (0,266)	6 320 (4 265)	7 100 (4 790)	7 900 (5 320)	12,8 (42"0")	270,7 (597,0)
14	4,6 (8,5)	6,00 (0,28)	6 720 (4 535)	7 560 (5 040)	8 400 (5 600)	12,8 (42"0")	287,5 (634,0)
15	4,9 (9,0)	6,37 (0,30)	7 130 (4 800)	8 025 (5 400)	8 920 (6 000)	12,8 (42"0")	304,7 (672,0)

Примечания: 1. Максимальная длина сетки, считая по длинной стороне клеток 4,8 м (16"). Сетки могут быть поставлены любого размера до этого предела и до соответствующего размера коротких сторон клеток.

2. Сетки размерами 4,8×2,4 м (16×8') и меньше доставляются в плоских связках, а более широкие сетки в рулонах небольшого диаметра.

Другой тип сетки для бетонных одежд—это арматура системы Британского железобетона, сокращенно B.R.C. (*British Reinforced Concrete*). Этот завод изготовляет арматуру с большим сопротивлением на разрыв, каковой материал пользуется очень большим распространением для устройства железобетонных дорог.

Сетка этой системы марки B.R.C—№ 9 несет наибольшее растягивающее усилие в 5 200 кг на 1 пог. м (3 500 фнт. на 1 пог. фнт.) из рас-

¹ Считая по коротким сторонам клеток.

чета допускаемого напряжения в 1755 кг/см^2 (25 000 фнт. на кв. дм.). Вес сетки примерно $2,7 \text{ кг/м}^2$ (5 фнт. на кв. ярд), и она употребляется вообще для обычных работ, когда подстилающий грунт допускает нагрузку в $1,1 \text{ кг/см}$ (1 т на кв. фут) и больше, причем движение грузовое средней величины. В таких случаях рекомендуется толщина плиты в 15 см (6") и сетка указанного номера.

Когда подстилающий грунт плохой, болотистый или насыпной, и когда движение исключительно тяжелое, рекомендуется плита толщиной 17,5 см (7") и сетка В.Р.С № 7, так как в этом случае всякое движение основания под проездом имело бы вероятно результатом перелом и повреждение бетонной одежды.

Так как бетон без арматуры не распределит большой нагрузки на основание до необходимого предела, употребление арматуры всегда является практичным и экономичным. Толщина бетона может быть уменьшена без уменьшения прочности плиты, и экономия от уменьшения толщины бетона значительно больше, чем стоимость самой арматуры. Следующая таблица дает моменты сопротивления обыкновенной бетонной и железобетонной плиты, на 1 пог. м (1 пог. фут) ширины ее. Эти моменты сопротивления указывают на соответствующую прочность плиты в отношении несения нагрузки.

Таблица моментов сопротивления

Бетонная плита при толщине (без арматуры)	Момент сопротивле- ния кг. см. (фунтодвойм) ¹
10 см (4")	285 (1 900)
15 » (6")	645 (4 300)
20 » (8")	1 130 (7 600)
25 » (10")	1 775 (11 900)
30 » (12")	2 580 (17 200)
35 » (14")	3 510 (23 400)

Бетонная плита при толщине (с арматурой)	Сетка В. Р. С.	Момент сопротивле- ния кг. см. (фунтодвойм)
10 см (4")	№ 13	675 (4 500)
10 » (4")	№ 9	1 260 (8 400)
15 » (6")	№ 9	2 445 (16 300)
15 » (6")	№ 7	3 300 (22 000)
20 » (8")	№ 9	3 465 (23 100)
20 » (8")	№ 7	4 800 (32 000)

Из этой таблицы видно, что бетонная плита толщиной 15 см (6") с арматурой В.Р.С. № 9 представляет почти такое же сопротивление, как бетонная плита без арматуры толщиной 30 см (12"); величина экономии в выемке земляного ящика и количестве бетона при толщине в 15 см (6") будет почти 3 руб. 87 коп. на 1 м^2 (6 ш. 9 п. на 1 кв. ярд), а стоимость арматуры с укладкой будет 0 руб. 86 коп. на 1 м^2 (1 ш. 6 п. на 1 кв. ярд), т. е. чистая экономия будет 3 руб. 01 коп. на 1 м^2 (5 ш. 3 п. на 1 кв. ярд).

Следует отметить факт, который иногда забывается, а именно, что большая прочность и большая экономия достигаются увеличением веса

¹ Для английских мер длина плиты в направлении, перпендикулярном к плоскости сечения, принята в 1 фут, а для метрических в 1 см.

арматуры скорее, чем увеличением толщины бетона. Увеличивая вес арматуры на $0,8 \text{ кг/м}^2$ (1,5 фнт. кв. ярд), т. е. беря сетку В.Р.С. № 7 вместо В.Р.С. № 9 в плите толщиной 15 см (6"), прочность увеличивается на 35% за добавочную стоимость в 0 руб. 29 коп. на 1 м^2 (6 п. на 1 кв. ярд), что составляет 7% полной стоимости на 1 кв. единицу; экономия в сравнении с бетоном без арматуры будет около 3 руб. 73 коп. на 1 м^2 (6 ш. 6 п. на 1 кв. ярд). Эти цифры основаны на величине стоимости бетона в 22 руб. 40 коп. на 1 м^3 (36 ш. на 1 куб. ярд), каковая величина является средней цифрой для средних условий.

Сетка В.Р.С. № 7 несет усилие в 6 600 кг на 1 м ширины (4 444 фнт. на 1 фут) при допускаемом напряжении в $1 750 \text{ кг/см}^2$ (25 000 фнт. кв. дм.). Эта арматура помещается в расстоянии 3,7 см ($1\frac{1}{2}$ ") от нижней грани бетонной плиты.



Фиг. 101. Двойная арматура системы В. Р. С. Обращается внимание на правильное прямолинейное направление арматуры и правильное расстояние между верхней и нижней арматурой.

Сетка В.Р.С. № 9 может быть получена в рулонах размерами $72 \times 2,1 \text{ м}$ ($240 \times 7'$) или той же длины, но шириной в $1,05 \text{ м}$ ($3'6''$) или $0,9 \text{ м}$ ($3'$).

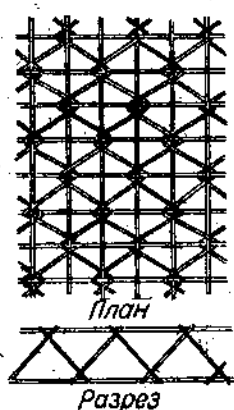
Сетка В.Р.С. № 7 может быть получена в рулонах $54 \times 2,1 \text{ м}$ ($180' \times 7'$) или той же длины, но шириной $1,8 \text{ м}$ ($6'$) или $1,05 \text{ м}$ ($3'6''$) или $0,9 \text{ м}$ ($3'$). Материал может быть получен также плоскими листами любой длины до $7,5 \text{ м}$ ($25'$) и вышеприведенных величин ширины. Сетки В.Р.С. № 7 и № 9 могут быть получены в листах размерами, соответствующими любой ширине плиты. Применение арматуры описанного патентного типа в настоящее время твердо установилось, причем она имеет то преимущество, что промежуточная арматура, обеспечивающая неизменяемое расстояние между верхней и нижней арматурой, в самой малой степени препятствует забетонированию смеси между арматурой при устройстве плиты, фиг. 101.

Это происходит оттого, что прутья промежуточной арматуры припаяны к прутьям верхней и нижней арматуры, и таким образом получается прочное соединение в вертикальной плоскости только одним прутком, между тем как типы арматуры, в которых соединительные прутья не припаяны, но обвивают петлями прутья нижней и верхней арматуры, по необходимости имеют 2, 3 и 4 ветви для той же самой роли, которая выполняется в описанном типе только одним прутком, и в то же время устройство с петлями не особенно прочно, так как верхняя арматура может быть придавлена к нижней. Бетон не может быть плотно уложен в этих типах, так как имеет место целая чаша промежуточной арматуры.

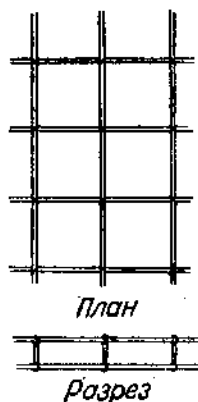
Следующая таблица, показывающая стандартные размеры сеток В.Р.С., специально применяемых на дорожных работах, полезна при расчетах:

№№	Размеры клеток см (дм.) *	Калибр прутьев ¹		Стандарты рулонов м (фут.)
		продольных	поперечных	
7	7,5 × 40 (3 × 16)	3	8	54 × 2,1 (180 × 7)
9	7,5 × 30 (3 × 12)	5	9	72 × 2,1 (240 × 7)
11	7,5 × 30 (3 × 12)	7	10	72 × 2,1 (240 × 7)
14	7,5 × 30 (3 × 12)	10	12	72 × 2,1 (240 × 7)
64	15,0 × 15 (6 × 6)	4	4	45 × 2,1 (150 × 7)
65	15,0 × 15 (6 × 6)	5	5	45 × 2,1 (150 × 7)
94	22,5 × 22,5 (9 × 9)	4	4	45 × 2,1 (150 × 7)

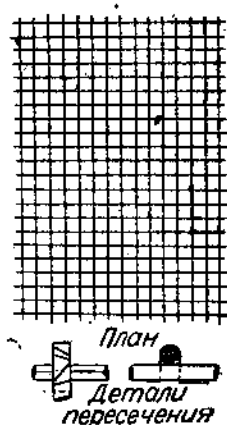
Другая система арматуры по специальному патенту—это арматура Вестон (Weston), причем название этого патента: пирамидально соединенный каркас, фиг. 102а. Эта арматура приме-



а) «Пирамидальная» двойная арматура.



б) Двойная арматура с вертикальными поперечными элементами, работающими на перерезывание.



в) Одиночная арматура и детали вязки прутьев.

Фиг. 102. Различные типы железной арматуры.

няется главным образом в тех дорожных работах, где предвидится возможность осадки грунта; она состоит из прутьев диаметром 6 мм ($1/4$ ")

¹ Калибр по английскому сортаменту.

в верхней и нижней арматуре, с клетками в 30 см (12") в стороне квадрата в верхней арматуре; соединительная арматура из прутьев стандартного калибра № 6; вес арматуры 7,6 кг на 1 м² (14 фнт. на 1 кв. ярд).

Для грунта среднего качества применяется легкий тип арматуры, весящий 5,4 кг на 1 м² (10 фнт. на 1 кв. ярд).

Другая система двойной арматуры, хорошо известная английским инженерам, носит название «Максуэлд» (Maxweld). Она изготавливается в виде одиночной арматуры как из твердых сортов тянутого железа, так из мягких, согласно Британским стандартным и техническим условиям. Этот материал поставляется в кругах. Наиболее распространенный тип арматуры этого рода имеет размеры 72 × 2,1 м (240



Фиг. 103. Железобетонная одежда дороги с арматурой Максвелл. При производстве работ плиты устраиваются с пропуском через одну.

длиной и 7' шириной) и весит 2,7 кг/м² (5 фнт. на 1 кв. ярд). Этот тип арматуры несет усилие в 5 420 кг на 1 пог. м ширины (3 650 фнт. на 1 пог. фут. ширины), исходя из допускаемого напряжения в 1 755 кг/см² (25 000 фнт. на кв. дюйм).

Эта арматура изготавливается также из мягкого железа вместо твердых тянутых сортов, диаметром 6 мм (1/4") в продольном направлении и 4,5 мм (3/16") в поперечном, весом 3,6 кг на 1 м² (6,64 фнт. на 1 кв. ярд), и может нести напряжение в 4 650 кг на 1 м ширины (3 136 фнт. на 1 фут ширины), из расчета допускаемого напряжения в 1 120 кг/см² (16 000 фнт./кв. дюйм.), фиг. 103.

Другая система арматуры под названием «Конкретус» (Concrete-tus), состоит из прутьев желаемых диаметров.

Кроме этих типов употребляется арматура из крученого железа квадратного сечения с производством кручения в холодном состоянии;

из него составляется сетка с квадратными или прямоугольными клетками для одиночной или двойной арматуры по желанию.

Эта арматура делается из материала, имеющего предел пропорциональности в $5\,050\text{ кг/см}^2$ (72 000 фнт./кв. дм.) и временное сопротивление в $6\,530\text{ кг/см}^2$ (93 000 фнт./кв. дм.) с сопротивлением кручению почти в два раза больше, чем прутьев обыкновенно мягкого железа.

Двойная арматура крученого типа состоит из железного каркаса с верхней и нижней арматурами из квадратного крученого железа и вертикальной арматуры, работающей на перерезывание, которая соединяет обе вышеназванные арматуры вместе.

Прутья верхней и нижней арматуры сплетены в квадратные клетки, со стороной квадрата в 15 см (6") или других соответствующих размеров,



Фиг. 104. Бетонирование арматуры.

причем элементы, работающие на перерезывание, так изогнуты, что когда они ставятся на место, они представляют непрерывный ряд треугольников, поставленных вертикально.

Этот каркас имеет очень простую конструкцию и весьма подходящий для сопротивления напряжениям, развивающимся в бетонной плите, особенно когда подстилающий грунт неоднороден в отношении сопротивления сжатию.

Элементы, служащие для работы на перерезывание и для связи верхней и нижней арматуры, устраиваются так, чтобы они составляли как можно меньше препятствий для укладки бетона. Это условие может быть заранее учтено, так как оно допускает к употреблению бетон соответствующей, т. е. более густой консистенции (менее влажный бетон). Оно также облегчает важную операцию уплотнения, которая является очень серьезным фактором успешности всей работы.

Как указано было в предшествующей главе, для большинства типов бетонных плит для дорог, чем меньше воды в бетоне в известных пределах, тем лучше результат. Любая сложная система арматуры, работающая на перерезывание, не допускающая свободного прохода бетона при укладке между верхней и нижней арматурой, не только требует более влажного бетона, чем это нужно, но также препятствует и операции уплотнения, фиг. 104.

Следующая таблица показывает толщину бетона и вес арматуры для дорожной плиты и является полезным пособием для выбора необходимых данных, так как каждый проект должен отвечать индивидуальным местным условиям.

Характер движения	Толщина бетонной плиты в см (дм.)	Вес арматуры на 1 м² (1 кв. ярд) кг (фнт.)
Очень тяжелое движение	17,5—20 (7—8)	6,5 (12) (двойная арматура с элементами, работающими на перерезывание)
Тяжелое движение	17,5—20 (7—8)	3,6 (6 ^{3/4})
Обыкновенное движение	15,0 (6)	3—2,6 (5 ^{1/2} —4 ^{3/4})
Легкое движение	12,5 (5)	2,6—2,2 (4 ^{3/4} —4)

В общем, в практике дорожных работ заметно стремление к применению арматуры слишком легкого веса, так что соотношение количества железа к бетону здесь вообще всегда ниже, чем в строительных работах и сооружениях других типов.

ГЛАВА XIX.

КАМЕННЫЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ МОСТОВЫЕ

В некоторых промышленных районах с механическим транспортом тяжелого типа и конным движением с железными ободьями колес до сих пор широко применяется проезжая часть мощеная брусчаткой и клейнпфлястером на бетонном основании, которые являются в этих условиях наиболее прочными.

Большие сроки службы этих мостовых. Экономичность одежд этих типов твердо установлена и является следствием значительных сроков их службы. Официально установлены английским правительством следующие сроки для расчета амортизации: для гранитной брусчатки и клейнпфлястера—20 лет, для торцовых мостовых—10 лет, для бетона—10 лет и тармакадама—7 лет.

Как известно, первоначальная стоимость этих мостовых (из гранита) довольно высока в сравнении с другими типами одежд, но их исключительно продолжительный срок службы вместе с небольшими расходами по ремонту и содержанию делает их средней по стоимости формой одежды, так как первоначальная стоимость мостовой распределяется на большое число лет.

Высокая первоначальная стоимость оправдывается. Так как эти мостовые являются дорогими типами, судя только по стоимости устройства, то важно, чтобы гранит, выбранный для этой цели, был настолько прочным, чтобы был достигнут возможно длинный срок службы и чтобы расходы по ремонту и содержанию могли быть соответственно низки. Выбор хорошего гранита однородного качества окажется, при длинном сроке службы, значительно более экономичным, чем дешевого по первоначальной стоимости материала, но с коротким сроком службы.

Недостатки каменных мостовых. Несколько лет назад, когда преобладал конный транспорт, одним из больших недостатков мостовых этих типов была шумность их при проезде, но в настоящее время вместо конных повозок применяются механические с резиновыми шинами, так что этот недостаток теперь не столь ощутителен, как раньше. Другой недостаток этих мостовых заключается в том, что в их швах собираются в сухую погоду загрязняющие вещества, так что мостовая может грязниться при наступлении сырой погоды. Они однако легко очищаются и при хорошем уходе не дают грязи.

Кроме их отличных свойств в отношении малого износа, эти мостовые дают хорошее зацепление для подков и могут применяться при очень больших уклонах.

Размеры и форма шашек. Размеры и форма шашек претерпели значительные изменения в течение последних лет, причем старый тип шашек имел размеры, гораздо более значительные, чем современный.

В настоящее время шашки делаются кубической формы или в виде параллелепипедов. Обычные размеры: 10 см (4") ширина, 12,5 см (5") высота; применяются также размеры 9 см (3½") или 11 см (4½") в ширину и 12,5 см (5") в высоту; в случае кубической формы—размеры от 10 × 10 × 10 см (4 × 4 × 4") до 15 × 15 × 15 см. (6 × 6 × 6"). Ширина шашки в 10 см (4") наиболее распространена, так как шашки этой ширины соответствуют размеру подковы лошади, и лошадь может получить хорошее зацепление за одежду. При более значительной ширине шашки лошади не имеют достаточно хорошего зацепления и от лошади требуется более значительное тяговое усилие.

Диагональная укладка шашек. В местах, где условия и нужды конного транспорта специально изучались, выработалась практика укладки шашек на подъемах в диагональном направлении, т. е. под углом в 45° к оси дороги, так как этим достигается лучшее зацепление для лошади.

Не все пользующиеся конным транспортом единодушны в целесообразности указанного метода укладки, что видно например из работ дорожного округа Кидерминстер (*Kidderminster*) при устройстве одежды очень оживленной дороги, ведущей к горной станции, под руководством начальника округа Хоокрофт (*Hawcroft*); здесь было предположено применить технические условия, требующие укладку шашек под углом в 45° к оси дороги, но только половина ширины дороги была сделана согласно этому методу, а другая половина согласно представлений владельца конным транспортом была уложена шашками под прямым углом к оси движения.

Вес шашек и связь его со стоимостью. При составлении сметы на мостовую надо принять в расчет удельный вес материала, так как очевидно, что тем тяжелее шашка, тем больше будет стоимость не только из-за транспорта, но также из-за величины площади покрытия, приходящейся на тонну веса. Следующая таблица дает различные размеры шашек вместе с величиной площади, покрываемой 1 т шашек. Этот пример взят для гранита Роулей Реджис (*Rowley Regis*), который обладает удельным весом в 2,80. Этот материал изготавливается в большом количестве и широко применяется в Средней Англии (*Midlands*):

Размеры шашек см	Площадь, покрываемая 1 т м ² (кв. ярд)	Число штук на 1 т
7,5 × 12,5 × 12,5 до 22,5 (3 × 5 × 5" до 9")	3,8 (4,50)	225
7,5 × 15 × 15" до 22,5 (3 × 6 × 6" до 9")	2,9 (3,50)	178
10 × 10 × 10 (4 × 4 × 4")	4,4 (5,25)	328
10 × 10 × 10 до 20 (4 × 4 × 4" до 8")	4,8 (5,75)	241
10 × 12,5 × 15 до 22,5 (4 × 5 × 6" до 9")	3,6 (4,25)	169
10 × 15 × 15 до 22,5 (4 × 6 × 6" до 9")	2,9 (3,50)	130

На ряду с стремлением делать шашки небольшой ширины, длина их также ограничивается размером не более 22,5 см (9"). Если шашка слиш-

ком длинна, она легко получит наклон под проездом и не будет лежать ровно на поперечном скате бетонного основания.

Способы укладки шашек. Шашки обыкновенно укладываются на песчаной подушке толщиной 12,5 мм ($1/2''$), но лучше, хотя и дороже, укладывать их на подушке из дегтеванной каменной мелочи крупностью 10 мм ($3/8''$). При отсутствии таких подушек шашки могут раскалываться от проезда, так как бетонная плита действует в этом случае как наковальня, а удары от проезда можно считать за действие молота. Подошва шашек должна быть правильна для того, чтобы мостовая оставалась гладкой и чтобы шашки не двигались по основанию. Перед укладкой шашки должны подвергаться сортировке; каждый сорт должен применяться отдельно для образования площадей с однообразным материалом. Шашки должны укладываться возможно теснее одна к другой, и швы между рядами не должны быть больше 10 мм ($3/8''$); каждый последующий ряд должен быть уложен с перевязкой. После укладки шашки хорошо трамбуются и швы заполняются на половину их глубины мелкими гранитными высевками. Швы затем заполняются битуминозными материалами, например типа П л а с к о м¹ (*Plascom*), или смесью вара и дегтя. Заливка швов не должна производиться в сырую погоду, а гранитные высевки должны быть чисты и сухи.

Следующие технические условия устанавливают характер смеси, которая может успешно применяться для заполнения швов.

Битуминозный материал для заполнения швов состоит из вара средней твердости, смешанного с 25% дегтя, удовлетворяющего техническим условиям на этот материал, изданным Министерством транспорта (Дорожный департамент), раздел условий № 3 «в». Смесь нагревается в котле, емкостью 2—3 т, до температуры в 148° (300° Ф) и все время должна тщательно перемешиваться. После достаточной варки допускается падение температуры до 132° (270° Ф) и во всяком случае не ниже 121° (250° Ф); при этой температуре она употребляется в дело для заливки.

Вар во всех отношениях должен удовлетворять техническим условиям дорожного департамента и не должен содержать ни креозота, ни солей креозота или легких масел.

Специальный битумный заполняющий материал для швов. Имеется специальный материал для заполнения швов, называемый Станфальт (*Stanphalt*), который является битумным материалом, не содержащим примесей вара или дегтя. Он легко плавится при температуре 104° (220° Ф), причем для плавки может быть применен обычный котел для варки дегтя.

Англичане утверждают, что этот материал не способен становиться твердым и хрупким с течением времени, как это бывает с материалом, содержащим вар, в каковом,—при постепенном с течением времени улетучивании масел,—остаток имеет стремление становиться твердым и хрупким, способным разрушаться под действием проезда.

Жесткость и способность мостовой к расколу при употреблении цемента для швов. При употреблении цементного раствора вместо битуминозного материала для заполнения швов не получается столь хороших результатов, так как шашки держатся на месте слишком жестко

¹ Специальный патентованный состав.

и такая одежда не обладает упругостью под ударами, каковая наоборот получается при употреблении битуминозного заполнения швов.

Технические условия для шашек дают пределы разницы в ширине и высоте их (допуски); нижеприведенные правила приводятся как руководящие в этом направлении.

Шашки должны быть получены из гранита лучшего качества, из одобренных карьеров, одного или нескольких, и образцы их должны быть представлены производителю работ. Шашки должны быть хорошо и правильно отделаны плоскими параллельными гранями и совершенно прямоугольны; если употребляются шашки кубической формы со стороной в 10 см (4"), то допуски в размерах не должны быть больше 4,5 мм ($\frac{3}{16}$), независимо от обычно установившейся привычки к более значительным допускам.

Не допускаются кривые, остроугольные или пирамидообразные шашки; в шашках не допускаются выступы или углубления, превышающие 6 мм ($\frac{1}{4}$ "), а при сложении двух шашек вместе своими гранями просвет не должен быть больше 10 мм ($\frac{3}{8}$ ").

Хорошие шашки могут быть получены из карьеров Кли Хил (*Clee Hill*), Лейчестршайр (*Leicestrshir*) и Роулей Реджис (*Rowley Regis*). Шотландские граниты из карьеров Робислей, Эбердин (*Rubislaw Aberdeen*) кроме других мест дают первоклассную шашку. Граниты из карьера Дальбиети и Уелш (*Dalbeatie, Welsh*) также дают прекрасные шашки. Кроме местных материалов в Англию ввозятся норвежская и шведская брусчатка, хотя в Англии и нет недостатка в хороших материалах. Мнение, что скандинавская брусчатка может успешно конкурировать с британской, является недоразумением. Возможно, что это объясняется тем, что стоимость разработки скандинавской брусчатки значительно ниже, чем возможная в британских карьерах. Скандинавские карьеры имеют выходы около поверхности земли, и потому в этих условиях не требуются сильные подъемные приспособления для поднятия материала. Структура зерен скандинавских гранитов отличается однородностью и правильностью, так что шашки из них колются гораздо правильнее и легче, чем из британских гранитов. Это свойство дает иностранной брусчатой мостовой хороший плотный вид, но в действительности это является недостатком, так как эти шашки способны скорее обламываться по краям и обульжливаться от ударов проезда.

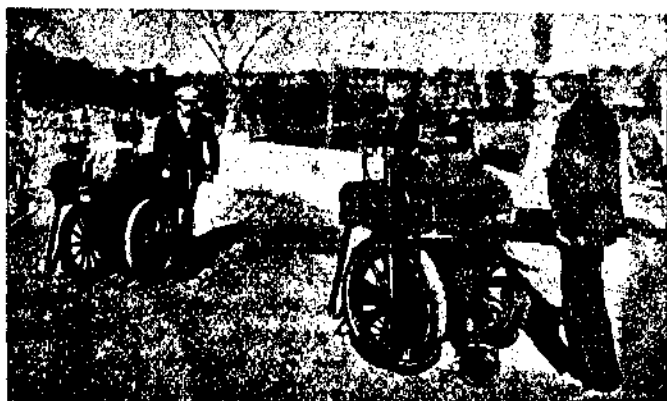
Шашки типа Ниджед (*Nidged*). Шашки этого типа, специально обрабатываемые, несколько больше по размерам, чем шашки других типов, причем противоположные грани их строго параллельны. При этой мостовой, которая является более дорогой, чем обыкновенные типы, возможно получить очень плотное соединение шашек и гладкую поверхность, так что шумность такой мостовой значительно ослаблена. В противовес высокой первоначальной стоимости самой шашки здесь достигается экономия в рабочей силе (укладка и трамбование), а также из-за меньшей толщины подушки, меньшего количества заполняющего материала и из-за уменьшения расходов по содержанию мостовой.

Мостовая Дюракс является рациональным типом одежды.¹ Система Дюракс первоначально появилась в Германии; она представляет мостовую из маленьких кубиков с стороной в 7,5 см (3"), укладываемых

¹ У нас эта мостовая иногда называется клейнпфлястер.

в форме веера, т. е. по полукругам. При укладке шашек на бетонном основании получаются очень хорошие результаты. Принцип такой укладки правилен, но считается, что наилучшие результаты могут быть получены, если проезжая часть разделена центральной продольной линией и полукруги устраиваются по обе стороны этой линии, так что кольца арок расположены навстречу движению как по той, так и по другой стороне проезжей части.

Шашки из песчаника пригодны для легкого движения. Шашки из песчаника употребляются в тех местах, где имеются карьеры этих материалов. Эти шашки, которые обычно крупнее стандартных размеров, укладываются на подушке из мелочи, полученной из остатков камня или песка, они трамбуются и швы заполняются цементным раствором или смесью вара и дегтя. Как сравнительно недорогая мостовая, она широко



Фиг. 105. Механические трамбовки системы A.S.G. в действии.

применяется на севере Англии и представляет отличное основание для асфальтовых одежд после ее износа.

Механическое трамбование мостовой. До последнего времени трамбование мостовой производилось вручную вследствие отсутствия каких-либо механических приспособлений, между тем как эта тяжелая и утомительная работа могла бы быть устранена.

В настоящее время имеется машина, которая может устранить в будущем эту ручную работу. Большое число таких машин с успехом применяется на континенте; они дали хорошие результаты также и в Англии.

Общий вид этой машины представлен на фиг. 105. Двигатель 3-сильный, с воздушным охлаждением, одноцилиндровый, нефтяной; он служит как для трамбования, так и для передвижения всей машины с места на место; машина установлена на двух колесах с резиновыми шинами и может передвигаться со скоростью 6,4 км/час (4 мили в час). Полный вес машины до 1 500 кг (3 360 фнт.); для управления и обслуживания требуется один человек. Мотор снабжен магнето системы Бош, шведскими шарикоподшипниками, с подачей смазки под давлением; среднее число оборотов—900 в минуту. Машина может иметь прямое и обратное движение, причем скорость машины в обоих направлениях регулируется очень просто.

Самая трамбовка сделана из литой стали и заполнена свинцом; полный вес ее 68 кг (150 фнт.).

Прочный кожаный ремень служит для поднятия трамбовки на требуемую высоту для удара, каковая легко может быть отрегулирована посредством рычага во время движения машины, причем максимальная высота подъема около 32,5 см (13").

Во время подъема трамбовки сжимается пара сильных пружин, которые при опускании трамбовки ускоряют ее падение. Среднее число ударов в минуту 60; оно может быть уменьшено и даже, соответственно манипулируя рычагом, может быть дан одиночный удар.

Сравнение производительности ручного и машинного трамбования. Сравнение между производительностью механической трамбовки системы A.S.G. и средней ручной трамбовки указывает на превосходство первой.

Вес ручной трамбовки в среднем 30 кг (68 фнт.), причем высота поднятия 20 см (8") и число ударов в минуту 30. Энергия, произведенная ручной трамбовкой, будет 180 кг м в минуту. $\frac{68 \times 8 \times 30}{12} = 1\ 360$ фунтофут.

При механическом трамбовании (машина типа A.S.G.) вес трамбовки около 68 кг (150 фнт), максимум высоты падения 32,5 см (13") и максимум числа ударов 65 в минуту. Энергия, производимая механической трамбовкой A.S.G., будет 1 435 кг м в минуту. $\frac{150 \times 13 \times 65}{12} = 10\ 562$ фунтофут.

При этом расчете не принимается во внимание энергия, производимая пружинами. Отношение величин производительности между механической трамбовкой и средней ручной трамбовкой будет почти $1\ 435 : 180 = 7\frac{1}{2} : 1$. Другими словами механическая трамбовка A.S.G. дает производительность больше, чем средняя ручная трамбовка, примерно в 7,5 раз. Кроме того, в виду более сильных ударов, производимых машинной трамбовкой, величина осадки от нее в среднем в 3 раза превышает осадку при ручной трамбовке, что дает в результате неподвижно закрепленную поверхность даже до заливки швов, а это имеет последующим результатом общее увеличение срока службы дороги.

В нижеприведенном сравнении дневной стоимости работы принято, что средняя стоимость ручного трамбования в час 0 руб. 60 коп. (1 ш. 3 п.) и что в нормальный 8-часовой день привычный рабочий может затрамбовать примерно 100 м² (120 кв. ярдов) мостовой. В расчете предположены амортизация машины A.S.G. в 4 рабочих года, хотя она гарантируется полностью лишь на 1 год, но в виду ее прочной и сравнительно простой конструкции она должна с небольшим ремонтом работать в течение многих лет.

Стоимость ручного трамбования. Продолжительность рабочего дня 8 часов. Стоимость рабочей силы при заработной плате—0 руб. 60 коп. в час (1 ш. 3 п. в час), в день—4 руб. 80 коп. (10 ш.). Полная стоимость в день—4 руб. 80 коп. (20 ш.). Затрамбованная площадь в день—100 м² (120 кв. ярдов). Стоимость на 1 м²—0,048 руб. (1 п. на 1 кв. ярд).

Стоимость механического трамбования. Стоимость рабочей силы при заработной плате—0 руб. 72 коп. в час (1 ш. 6 п. в час), в день будет 5 руб. 76 коп. (12 ш.). Горючее и смазка в день 0 руб. 96 коп. (2 ш.). Стои-

мость машины 3 600 руб. (375 ф.) или амортизация в год 900 руб. (94 ф.) (на 4 года при числе рабочих дней в год 160).

Полная стоимость в день около 12 руб. (25 ш.). Затрамбованная площадь в день 750 м^2 ($120 \times 7\frac{1}{2} = 900$ кв. ярдов). Стоимость 0,016 руб. на 1 м^2 (0,33 п. на 1 кв. ярд).

Из приведенного подсчета видно, что механическая трамбовка системы A. S. G. производит затрамбование данной площади брусчатой мостовой за $\frac{1}{3}$ величины стоимости трамбования вручную $\frac{0,048}{0,016} = 3$.

На основе приведенной калькуляции можно сказать, что механическая трамбовка A.S.G. окупит себя меньше чем в 160 рабочих дней (точнее $\frac{3600}{750 (Op\ 048 - Op\ 016)} = 150$).

Если число рабочих дней в году меньше чем принято в расчете (160), срок амортизации таким образом соответственно увеличивается. Подобным образом, если число рабочих дней в году будет больше, стоимость в день еще уменьшится.

ГЛАВА XX

ТОРЦОВЫЕ МОСТОВЫЕ

Торцовая мостовая является наиболее распространенным в Англии типом, употребляемым на городских улицах; ее применение началось около пятидесяти лет назад. Первоначальной целью ее введения была замена каменной мостовой более бесшумным материалом, причем технические условия для этой мостовой претерпели значительные изменения, особенно в течение последних лет. Одно время такие твердые сорта дерева как Джаррах, Карри¹ (*Jarrah, Karri*) и Австралийская голубая камедь применялись очень широко, но при изменении характера движения в настоящее время применяются главным образом мягкие породы. Твердые породы значительно сжимаются в сухую погоду, оставляя швы открытыми, что в результате ведет к обиванию краев шашек, вследствие чего мостовая становится непокойной для езды. В период конного движения, особенно при производстве поливки улиц, это явление не было резко заметно.

Преимущества мягких пород. Мягкие торцовые шашки делаются из шведской желтой ели и балтийской ели или сосны, каковой лес рубится со всеми предосторожностями в соответствующий сезон и затем пропитывается. Этот последний процесс имеет целью предупреждение гниения шашек, для действия в качестве антисептика и для ограничения впитывания в шашки влаги. Обычно применяется пропитка по методу Бетель (*Bethelising*), который состоит в следующем: шашки помещаются в закрытый цилиндр, где производится вытяжка всего воздуха и влаги из дерева посредством вакуума. Вакуум поддерживается в течение одного часа, после чего производится напитывание шашек противогнилостным веществом в виде каменноугольного масла определенного сорта, при давлении в $10,5 \text{ кг/см}^2$ (150 фнт. на кв. дм.). Средняя впитываемость около 160 кг на 1 м^3 (10 фнт. на 1 куб. фут) дерева. Шашки должны быть уложены возможно скорее после выхода из пропитки в целях предупреждения усадки.

Препятствия к распространению торцовых мостовых. Главное препятствие к распространению торцовых мостовых на загородных дорогах заключается в необходимости жесткого и гладкого основания, что требует употребления бетона. Необходимость бетона под торцовые шашки вызывается не тем, что эта мостовая требует исключительно сильного основания, но тем, что она должна быть уложена на правильный и жест-

¹Джаррах (*Jarrah*)—твердая порода дерева, импортируемая из Австралии. Шашки из этого дерева служат 10—14 лет на улицах с большим движением и 20 лет на остальных улицах. Карри (*Karri*)—твердая порода дерева, импортируемая из Австралии. Шашки из этого дерева служат в Лондоне при большом движении 20 лет, но изнашиваются менее равномерно, чем шашки из мягких пород.

кий слой для предупреждения движения и смещения шашек. В прежнее время эти шашки укладывались на подушке из песка, рассыпаемого по бетону, но это теперь оставлено, так как шашки имеют стремление при этом к подвижности. Общеупотребительный метод в настоящее время заключается в следующем: шашки погружаются торцами в смесь горячего вара и креозота и затем укладываются непосредственно на законченную поверхность бетона; однако укладка шашек, производимая насухо, с применением реек, является наиболее употребительной.

В целях получения гладкой однообразной поверхности бетонное основание часто заравнивается цементным раствором, и в этом заключается причина, почему торцовая мостовая подвергается ожесточенной критике.

Передача на основание ударов от проезда. Когда торцевые шашки кладутся вновь, они естественно обладают упругостью и быстро возвращаются после ударов в прежнее состояние. Так как удары от проезда с течением времени увеличиваются, шашки теряют свою упругость и вместо поглощения ударов передают их непосредственно на бетонное основание. С течением времени заравнивающий слой цементного раствора измельчается, обращаясь в порошок, и срок службы этой мостовой своеобразного типа кончается. Таким образом возникает вопрос о перемещении мостовой с заравниванием поверхности бетона свежим цементным раствором, так как уже нет соответствующей связи между прежним раствором и бетоном; затем этот неэкономический процесс службы мостовой в таких условиях начинается опять. Когда эта особенность выявлялась, другие типы одежд, не требующие совершенно гладкого основания, стали часто заступать место торцовых мостовых.

Железобетонное основание под торцовую мостовую составляет капитальное вложение. Если бетонное основание назначено нести торцовую мостовую до полного ее износа, не следует во время постройки производить какого бы то ни было заравнивания поверхности бетона раствором. Соответственно спроектированное железобетонное основание, устраиваемое в настоящее время в английских городах, (см. фиг. 2) в редких случаях потребует в будущем капитального ремонта, если только при этом обращено соответственное внимание на подстилающий грунт; оно технически служит неопределенно долго и только по особым распоряжениям городского управления таковое основание упраздняется и кончается срок его службы.

Практика укладки шашек (без реек) с уплотнением их молотком для тесного прижимания их к ранее уложенным, — более или менее оставлена. Вероятно в этом методе заливка швов горячей смесью пека и креозотового масла не может быть удовлетворительно исполнена и известная неплотность — неизбежна. Движение с железными колесами компенсировало это до известной степени, вдавливая мелкие частицы камня, употребляемые для посыпки всей поверхности, в трещины, которые появляются при раскалывании шашек. С появлением резиновых шин, литых и пневматических, большая часть каменной мелочи сбрасывается движением в лотки, и таким образом ничто не создает контакта между шашками взамен отсутствующего раствора. Вода, злейший враг всех дорожных материалов, быстро находит себе путь через швы, одежда разбухает и вспучивается; и проезжающие, объезжая такие места, уподобляются в миниатюре поезду, переводимому стрелкой.

Способ получения водонепроницаемой одежды. В целях борьбы с этим недостатком применяются различные приемы, причем один из них как-будто становится наиболее распространенным; он состоит в образовании швов между шашками путем введения между рядами реек, которые помещаются в нижней части шашек во время их укладки. При этом определенное количество заполняющего битуминозного вещества может быть разлито в швы между шашками.

Однако при этом было найдено на практике, что отсутствует жесткость укладки, а непроницаемость для воды проезжей части только временная; в то время как шашки держатся внизу посредством реек, сверху эта твердая опора отсутствует и шашки двигаются и ослабляются под влиянием усилий проезда, заставляя заполняющее битумное вещество выдавливаться из швов; этим нарушается водонепроницаемость соединения швов. Вдобавок в жаркую погоду битуминозное заполняющее вещество становится мягким с тенденцией стекать по выпуклости ската с дороги по направлению к лоткам, проходя под шашки и заставляя этим мостовую подниматься и ломаться; при этом устойчивость одежды нарушается. Другой метод состоит в обработке дороги периодически эмульсией или горячим дегтем с рассыпкой каменной мелочи и укаткой. Ни один из этих приемов не является вполне удовлетворительным. До последнего времени представлялись трудности в получении надлежащего сцепления между деревом и слоем поверхностной обработки; однако по данным английских строителей теперь это достигнуто путем смешения тринидадского битума и дегтя; этот состав дает водонепроницаемую поверхность значительной прочности. Смесь состоит из следующих частей:

Битум тринидадский очищенный	55%
Деготь каменноугольный № 2 по техническим условиям английского министерства транспорта с пенетрацией 120 при температуре 15° (60° Ф)	45%
Итого	100%

Процесс применения состава состоит прежде всего в постепенном нагревании смеси до наивысшей возможной температуры, т. е. до 160° (320° Ф). При этой температуре может иметь место расслоение и осаждение составных частей, а потому рекомендуется употребление открытых котлов, содержимое которых может непрерывно перемешиваться вручную. Когда смешение закончилось, смесь распределяется по поверхности мостовой из специальных ручных леек и втирается резиновыми движками; после дорога покрывается слоем каменной мелочи. При этом необходимо иметь в виду, что обрабатываемая поверхность должна быть совершенно чиста и суха. Расчетная кроющая способность смеси: 1 л на 0,5—0,75 м² (1 галл. на 3—4 кв. ярда); стоимость около 0,09 руб. на 1 л (10 1/2 п. за 1 галл.).

Битуминозный состав для заливки швов. Состав для заливки швов также делается из смеси дегтя и тринидадского битума согласно нижеуказанных пропорций:

Битум тринидадский очищенный	75%
Деготь каменноугольный, пенетрация 50 при 25° (77° Ф)	25%
Итого	100%

Хотя этот прием при условии благоприятной погоды хорош в отношении водонепроницаемости, — он является дорогим видом содержания

мостовой, так как в целях сохранения мостовой в водонепроницаемом состоянии требуется повторение этого процесса. Употребление эмульсий, ставшее в настоящее время общераспространенным, не создает неприятного запаха и не требует больших установок. Вся операция может быть произведена очень быстро с минимумом ущерба для движения, независимо от климатических условий.

Изнашиваемость торцевой мостовой. При усилиях современного движения имеют место следующие причины износа торцевой мостовой, которые могут быть устранены, если мостовая правильно построена, а именно: недостаток жесткости, т. е. устойчивости шашек в мостовой и проникание воды между шашками и под мостовую.

Технические условия на укладку шашек по методу Формосек (Formosec). Для устранения указанных недостатков применяется метод укладки шашек, называемый «Формосек». Эта система в сущности является комбинацией тех условий укладки, которые оправдали себя в прошлом, исключая те детали ее, которые не соответствуют разрушительному действию современного движения. Краткое описание метода дается ниже.

Еловые брусья, подлежащие резке на шашки, строго выверяются в отношении размеров поперечного сечения и после нарезки и до пропитки креозотом на одной из широких вертикальных граней каждой шашки укрепляется у нижнего края рейка на полную длину шашки; также на высоте около 20 мм ($\frac{3}{4}$ "') от верха шашки укрепляются две короткие рейки в расстоянии одна от другой в 12,5 мм ($\frac{1}{2}$ "'), причем эти размеры изменяются в зависимости от размеров шашек. Также делается на одном торце шашки паз, или в дальнейшем к торцу прикрепляется рейка.

Шашки кладутся насухо и крепко утрамбовываются молотком, как при обычном методе работ; чем крепче они кладутся, тем лучше. Рейки на гранях шашек обеспечивают однообразное расстояние между ними для заполнения их битуминозным материалом и придают жесткость, которая необходима для сопротивления усилиям от ведущих колес машин и тормозов; эта жесткость получается вследствие того, что шашки имеют плотное соприкосновение и прочный упор вверху и внизу; этот боковой упор может быть удовлетворительно обеспечен только определенной, вполне достаточной, площадью дерева, находящейся в соприкосновении.

Битуминозный материал для заполнения швов готовится из специального сорта битума, нагретого до 205° (400°F), и употребляется при этой температуре посредством разливки его по поверхности мостовой с применением специального распределителя для разливки. Эти распределители, заключающие битуминозное вещество в достаточном количестве, обеспечивают поддержание температуры и производят повышение текучести вещества, так что при медленном проходе распределителя по поверхности горячий материал втекает между гранями шашек и через промежутки, образованные пазами в торцах. Делаются две или три поливки с промежутком в несколько часов между ними, что в результате создает ровный непрерывный слой битуминозного вещества между каждой шашкой. Поверхность посыпается каменной мелочью обычным порядком перед открытием движения.

Приблизительная стоимость торцевой мостовой в городе. Приблизительная стоимость торцевой мостовой из шашек размерами 7,5×20×

$\times 10$ см ($3 \times 8 \times 4$ ") из мягких пород с пропиткой креозотом, включая: бетонное основание толщиной 22,5 см (9") и земляные работы для устройства основания, с отвозом остатков земли,—почти 15 руб. за 1 м³ (26 ш. 5 п. за 1 кв. ярд); местные условия, конечно, влияют в известной степени на цену. Не включая стоимости земляных работ и отвоза излишка земли цена будет приблизительно 11 руб. 71 коп. за 1 м³ (20 ш. 6 п. за 1 кв. ярд).

Стоимость поставки и укладки торцевой мостовой из шашек размерами $7,5 \times 20 \times 10$ см ($3 \times 8 \times 4$ ") из мягких пород дерева на существующем основании исчисляется приблизительно в 6 руб. 00 коп. за 1 м³ (10 ш. 6 п. на 1 кв. ярд). Число шашек на 1 кв. единицу зависит от размеров употребляемых шашек; в случае шашек размерами $7,5 \times 20 \times 10$ см, ($3 \times 8 \times 4$ ") приблизительно идет 57 шт. на 1 м³ (48 шт. на 1 кв. ярд); производительность укладчика меняется в очень широких пределах, причем важным фактором считается общее количество работы, подлежащей производству. На больших работах один мостовщик и один рабочий укладывают около 60 м³ в один день (свыше 70 кв. ярдов в день); в случае маленькой работы производительность падает до 17 м³ в день (20 кв. ярдов в день). Другим фактором, влияющим на производительность работы мостовщика, является длина ряда и требуемая обрубка шашек. При наличии трамвайных путей ряд обычно очень короток, и почти после каждой 14-й шашки имеет место обрубка шашек.

Обычный метод производства работ заключается в том, что рабочий идет впереди мостильщика и раскладывает шашки на места, что значительно сокращает время.

Нижеприведенная выдержка из типовых технических условий на поставку, приемку и укладку пропитанных еловых шашек на городских улицах представляет значительный интерес.

Содержание мостовой в течение гарантийного срока. Шашки изготовляются и пропитываются под наблюдением производителя работ: контрагент является ответственным за работу по укладке и заливке швов и за поддержание мостовой в течение периода в 3 года от срока составления производителем работ акта о выполнении работ по укладке, причем мостовая должна быть водонепроницаема и в надлежащем состоянии по истечении указанного срока поддержания; при этом принимается во внимание нормальный износ.

Обмер работ. Торцевая мостовая, исполненная во всем согласно требованиям производителя работ, подвергается обмеру по укладке, без принятия во внимание откосов, наклонов, кривых, пересечений и прочих подобных мест и без вычета решеток ливнепускков, вентиляторов канализационной сети, колонок или крышек колодцев.

Надзор за исполнением шашек и выбор дерева. Производитель работ имеет право входа в заводские помещения контрагента, где производится заготовка шашек, в любой соответствующий час в течение рабочего дня в целях инспектирования и выбора дерева для шашек, для наблюдения за резкой шашек и за процессом пропитки; он имеет право взять из пропиточного цилиндра образец каждой партии масла для анализа и если управление совета области потребует, масло не употребляется для пропитки до получения удовлетворительных результатов анализа его от лаборатории, указанной управлением совета области.

Процесс пропитки и резки должен производиться на одних и тех же заводах.

Все шашки, употребляемые на работы, должны быть пропитаны как указано ниже, причем шашки не должны подвергаться пропитке до тех пор, пока они не осмотрены производителем работ; последний имеет право расколоть для исследования известное число шашек, выбранных из партий, доставленных на работу, и забраковать любые шашки, которые он считает неподходящими для работ. Шашки, доставленные на работы и забракованные производителем работ, не должны употребляться в дело, но должны быть увезены с места работы за счет контрагента в течение 24 часов после их браковки.

Нижеприведенные технические условия, составленные городским инженером О. Кетлин (Kattlin), дают практические данные о различных сторонах дела, затронутых в настоящей главе.

Площадь замощения. Приблизительная площадь проезжей части, подлежащая мощению торцовыми шашками по нижеуказанным условиям, исчисляется в м² (кв. ярдах).

Размеры шашек и породы дерева. Шашки имеют размеры 22,5 см (9") в длину, 7,5 см (3") в ширину и 11,25 см (4½") в высоту, указанные в прилагаемой ведомости № 1, должны быть изготовлены из лучшего шведского желтого дерева (поллатыни: *Pinus Silvestris*), пригодного для первоклассной торцовой мостовой. Требуется личное заявие, в которых должна быть указана марка (она должна быть приведена в журнале «Торговля лесом», в ведомости марок привозного леса), а также описано клеймо дерева, предполагаемого к использованию, и наконец должен быть отмечен округ или порт, откуда это дерево идет. Вместе с заявкой должны быть посланы с оплаченной пересылкой не менее 5 непропитанных соответственно маркированных образцов шашек каждого сорта дерева, предполагаемого к поставке, с пометкой на них (штампом или клеймом) имен заявителей.

Дерево должно быть здорового качества, и лучшее из данного сорта, тяжелое, плотное и равномерного строения, рубленое в соответствующий сезон, достаточно зрелое и свободное от излишка сока, шелей, волнистых краев, кривизны, больших табачных сучьев и других недостатков; грани шашек должны быть строго прямоугольными и правильными; шашки должны иметь требуемую высоту; при распилке не устанавливается никаких допусков, но допускается разница в ширине шашек не более 3 мм (¼").

Все шашки, отступающие от приведенного описания, должны быть забракованы.

Пропитка шашек. Шашки пропитываются по методу Бетель (Bethell), причем температура масла не должна быть ниже 65° (150° Ф); креозотовое масло должно вгоняться в шашки под давлением не менее 5,6 кг/см² (80 фнт./кв. дм.) и в количестве 127 кг на 1 м² (8 фнт. на 1 куб. фут) дерева. Перед нагнетанием масла в цилиндр образуется вакуум в 50 см ртутного столба (20").

Креозотовое масло. Креозот должен быть в виде масла или дегтя, обычно называемых креозотовым маслом; он должен быть свободен от всяких примесей и загрязняющих их веществ, не содержать аммиачной воды и иметь не менее чем 7% сырых дегтевых кислот. Удельный вес его должен заключаться в пределах от 1,035 до 1,060 при температуре 10° (50° Ф). Он не должен давать никакого осадка при оставлении на 3 часа при температуре в 10° (50° Ф). Количество креозота в шашках определяется взвешиванием 100 шт. шашек до помещения в цилиндр и вторичным взвешиванием тех же шашек после окончания процесса пропитки.

Производство работ. Шашки кладутся прямо на бетонное основание (которое делается распоряжением городского инженера) прямыми и параллельными рядами, нормально к продольной оси проезжей части улицы. Шашки погружаются вручную (одни торцы и одна боковая грань) в битуминозную смесь из пека и зеленого креозотового масла, нагретого до начала кипения. Ряды шашек кладутся совершенно плотно и без промежутков и уплотняются молотком через каждые 12 рядов. В пересечениях боковых улиц и других местах, где потребуются, производится устройство соответствующих уклонов.

После укладки шашек мостовая обрабатывается соответствующей битуминозной смесью, каковая внедряется в промежутки резиновыми швабрами, и затем по поверхности рассыпаются песок и цемент.

Контрагент представляет на одобрение городского инженера образцы составных частей смеси для обработки мостовой.

По мостовой должна быть после окончания работы сделана россыпь битого гравия крупностью 10 мм ($\frac{3}{8}$ ""). Лотки образуются двумя рядами шашек, укладываемых параллельно бордюру. Между крайним рядом шашек и гранитным бордюром оставляется промежуток в 37 мм ($1\frac{1}{4}$ "") для расширения, который заполняется мелким просеянным песком из р. Темзы и смазывается цементным раствором или другим испытанным материалом. Если какая-нибудь часть поверхности проезжей части, включая лотки, будет после окончания задерживать воду на своей поверхности вследствие отсутствия правильных уклонов, она должна быть переделана и изменена согласно требованиям городского инженера без дополнительной оплаты.

Содержание законченных участков. После окончания работы, до истечения гарантийного срока, администрация содержит выстроенные участки с мойкой, их сгребанием, мешением и отвозкой с улицы продуктов очистки таким же образом, как и участков, открытых для общего пользования.

Содержание и срок службы. Интересно отметить, что в то время как содержание торцовой мостовой значительно по сравнению с другими типами одежд, годовая стоимость одежды на 1 кв. единицу говорит в пользу торцовой мостовой) по английским расчетам). Срок службы, санкционированный английским правительством, для расчета амортизации исчисляется в 10 лет, но средний срок службы этой мостовой, как показывает отчет метрополитена, выше этой цифры.

ГЛАВА XXI

КЛИНКЕРНЫЕ МОСТОВЫЕ

Начиная с 1923 г. вопрос мощения дорог клинкером основательно изучается как в области самого производства клинкера, так и в области его применения для мощения. В этом году основалась Британская ассоциация клинкерного мощения (*British Paving Brick Association*) для целей содействия как заводам, так и дорожным инженерам в изготовлении и использовании соответствующих материалов надлежащим методами.

Преимущества клинкерных мостовых. Вышеназванная ассоциация считает, что клинкерные мостовые обладают следующими качествами: водонепроницаемость, прочность, дают отличное зацепление для ног лошадей и предупреждают скольжение, требуют небольшую тяговую силу, пригодны для всех уклонов и для движения любого характера, практически бесшумны, легко очищаются, не дают ни грязи, ни пыли, легко поддаются ремонту и легко снова восстанавливаются после укладки труб и пр., дешевле всех остальных дорог в отношении поддержания, требуют наименьшей величины поперечного ската, на них не влияет климат, износ их однообразен, поверхность их улучшается с течением времени, они легко отдают влагу и быстро высыхают.

В целях определенности разберем два из приведенных выше качеств:

1) В 1909 г., после целого ряда происшествий на тармакадамной одежде и после долгих опытов с другими типами одежд, автодром в Индианополисе (Индиана, САСШ) был целиком вымощен клинкером; его длина 4 км ($2\frac{1}{2}$ мили). Никакого скольжения на этом автодроме при клинкере не было, причем это было установлено при пробеге в 800 км (500 миль) со скоростью в 143 км/час (89,4 мили в час).

2) В официальном докладе, представленном Бюро шоссейных дорог в Филадельфии об опытной дороге между Филадельфией и Нью-Йорком, устанавливается, что после 8-летнего опыта с 1913 по 1920 гг. средняя годовая стоимость содержания различных одежд на 1 м² (1 кв. ярд) выразилась в следующих цифрах:

Клинкер, семь участков	0 р. 02 к. ($\frac{1}{2}$ п. на 1 кв. ярд.)
Щебеночное шоссе с пропиткой битуминозными веществами, восемь участков	0 » 17 » ($3\frac{1}{2}$ » » » » »)
Асфальтовый бетон, шесть участков	0 » 29 » (6 » » » » »)
Цементный бетон, пять участков	0 » 41 » ($8\frac{1}{2}$ » » » » »)

Только 3 участка держались полные 8 лет без всякого расхода на ремонт, и это были клинкерные мостовые.

При учете достоинств голубого клинкера для мостовой надо принять во внимание для целей сравнения, что примерная стоимость материалов

(исключая основание) в центральных областях Англии (*Middlelands*) следующая:

Гранитная шашка—8 руб. 06 коп. на 1 м² (14 ш. на 1 кв. ярд).

Пропитанная еловая торцевая шашка 6 руб. 90 коп. на 1 м² (12 ш. на 1 кв. ярд).

Голубой клинкер—3 руб. 45 коп. на 1 м² (6 ш. на 1 кв. ярд).

Стоимость устройства подушки, укладки шашек и заливки швов для торцевой и клинкерной мостовой, отличаются не столь сильно, чтобы заметно влиять на это сравнение.

Стоимость мостовой из голубого клинкера будет приблизительно:

1) 48 шт. клинкера на 1 м² (1 кв. ярд), укладываемого на-ребро, 3 руб. 45 коп. на 1 м² (6 ш. на 1 кв. ярд):

2) песок и цемент на подушку, заливка швов цементом, рабочая сила, технический надзор, охрана и пр.—1 руб. 45 коп. на 1 м² (2 ш. 6 п. на 1 кв. ярд).

Полная стоимость на 1 м² 4 руб. 90 коп. (8 ш. 6 п. на 1 кв. ярд).

Испытания клинкера. Британская ассоциация клинкерного мощения применяет стандартный барабан «ратлер» для испытания прочности клинкера на удар и истирание, а также барабан Деваля. Следующие примеры испытания особенно интересны.

Для определения сопротивления ударам и истиранию материалов применялся стандартный барабан Деваля для дорожного щебня.

Метод испытания. Около 50 шт. щебенки (около 58 шт. в случае, клинкера), проходящего через грохот в 5 см (2") и задерживающегося на грохоте в 2,5 см (1"), весящего приблизительно 5 кг (11 фнт.), вращаются 10 000 раз в металлическом цилиндре 20 см (7⁷/₈") диаметром и 34 см (13³/₈") длиной, наклоненного под углом в 30° к горизонтальной оси вращения.

Испытание делается с совершенно сухим материалом, потом с пропитанным водой (мокрое испытание) в течение 24 часов. Износом считается вес мелочи, выраженный в процентах от веса взятого щебня, крупностью меньше 1,5 мм (1/16").

Описание	Износ в процентах		Отношение износа сырого материала к износу сухого
	Сухое испытание	Мокрое испытание	
10 образцов дорожного камня, главным образом гранитных пород	1,2—2,9	4,1—9,6	3,2—4,0, в среднем 3,6
5 образцов клинкера, давшего удовлетворительные результаты при испытании на стандартном американском барабане (ратлер)	4,4—10,0	5,1—9,1	0,9—1,7, > > 1,2

Определение сопротивления клинкера ударам и истиранию в стандартном барабане «ратлер».

Метод испытания. 10 штук целого клинкера, тщательно высушенных в сушильном шкафу, помещаются в барабан вместе с чугунными шарами. Поперечное сечение барабана—многоугольник с 14 сторонами; приблизительные размеры внутри: диаметр через вершины углов 72,4 см (28¹/₂"), длина 50 см (19³/₄"). Нормальная нагрузка состоит из 10 шаров диаметром 9,5 см (3³/₄"), весящих 3,3 кг (7¹/₂ фнт.) каждый, и от 245 до 260 малых шаров диаметром 4,7 см (1⁷/₈"), весящих каждый 0,43 кг (0,95 фнт.); число малых шаров так выбирается, чтобы вес всех

шаров равнялся 135 кг (300 фнт.). Барабан вращается со скоростью от 29,5 до 30,5 оборота в минуту при общем числе оборотов в 1800.

Потерей при испытании считается разница между первоначальным весом и окончательным весом клинкера, выраженная в процентах от первоначального веса, причем те частицы считаются потерей, которые весят меньше 0,45 кг (1 фнт.).

Испыта- ние №№	Описание	Полный	Потеря в весе в процентах после			
		вес (10 шт.) кг	450	900	1350	1800
1689	Коричневый рябой клин- кер (резаный проволокой) 22,5 × 11,25 × 7,3 см (9 × × 4½ × 2⅞")	41 (91,5)	9,1	14,3	16,8	17,8
1952	Красный клинкер (реза- ный) проволокой 21,8 × × 11,1 × 7,3 см (8½ × 4½ × × 2⅞")	36 (80,3)	18,4	29,0	39,1	50,0

Итак, клинкер, разбитый на щебенки, подвергался испытанию в барабане Деваля сначала в сухом состоянии, а затем в мокром; на ряду с этим испытания гранитного щебня дали износ в сыром виде больше, чем в сухом на 100—260%.

Клинкер при испытании в барабане Деваля показал в одном случае меньший износ во влажном состоянии, чем в сухом, а в среднем показал увеличение износа только на 20%.

Испытания в барабане Деваля уже показывают, что некоторые типы английского клинкера, неприготовленные специально для дорожных целей, в отношении ударов и истирания удовлетворяют тем дорожным требованиям, которые к ним могут быть предъявлены. Кирпичные заводы чутко понимают потребности времени, и производство соответствующего клинкера поставлено во всех частях страны, где имеются подходящие глины или глинистые сланцы.

Факторы, играющие роль при выборе клинкера. Вообще говоря, производимый дорожный клинкер обладает необходимыми качествами, но следует иметь в виду, что ни сопротивление его на сжатие, ни влагоемкость не являются еще признаками пригодности. Дорожный клинкер с временным сопротивлением на сжатие в 540 кг/см² (500 т на кв. фут) не дает при испытании на «ратлере» благоприятных результатов, и в то время как влагоемкость в 3% является обычным стандартным требованием, некоторые клинкеры, имеющие влагоемкость в 7%, являются пригодными. Поэтому важно получить от Ассоциации клинкерного машиностроения совет перед приемкой клинкера о его будущем поведении в дороге, судя по результатам приведенных испытаний.

Клинкер стандартных английских размеров 22,5 × 11,25 × 7,5 см (9 × 4½ × 3") является пригодным для укладки плашмя или на ребро в зависимости от способа производства и результатов, полученных при испытании на «ратлере».

Клинкер не требуется укладывать с промежутками. Между мостовой и бордюром не делается шва, и между рядами могут быть сделаны швы минимальной величины, которые могут быть заполнены цементным раствором 1:1 или битумом согласно нижеприведенным техническим условиям.

Швы. Заливка швов битумом особенно рекомендуется, так как он придает гибкость и упругость, позволяет избежать влияния расширения и сжатия и обеспечивает водонепроницаемость. Проезд может быть открыт тотчас по заливке швов.

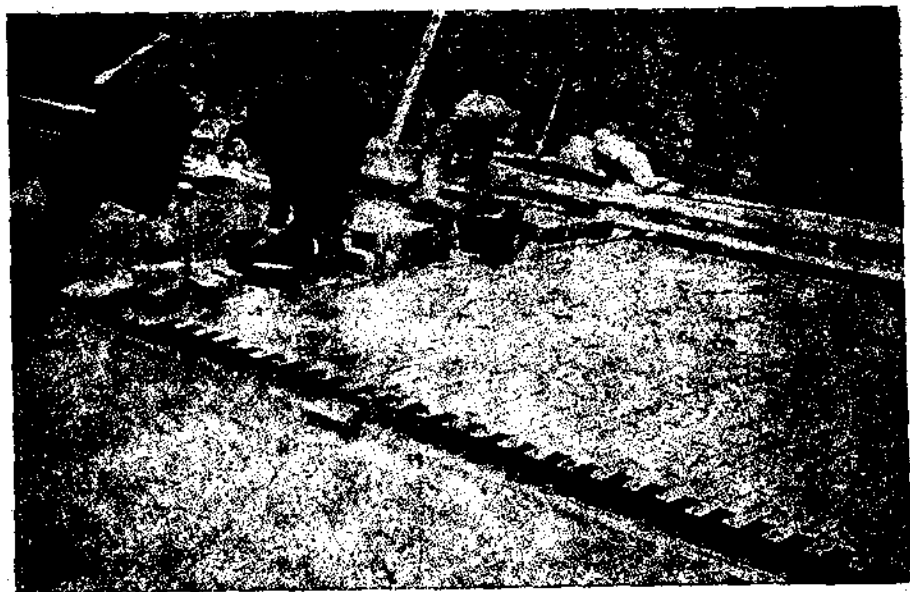
ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА УСТРОЙСТВО КЛИНКЕРНЫХ МОСТОВЫХ

Основания. Лучшим основанием является бетонное, устроенное на соответственно дренированном и сухом подстилающем грунте.

Поперечный скат. На площадке поперечный скат может быть от 1,2% до 1,5% ($\frac{1}{80}$ до $\frac{1}{60}$). Поперечный скат в 1% ($\frac{1}{100}$) достаточен в случае значительных уклонов.

Бордюры и лотки. Обычно предвидятся бордюры, но специальных лотков не следует делать, так как клинker сам образует его.

Способы укладки клинкера. Клинker может быть уложен плашмя, или на-ребро, согласно требуемой толщине одежды. Клинker укладывается длинной стороной поперек дороги, фиг. 106 и 107 (исключая случаев пересечения дорог), причем применяются половинки для устройства перевязки швов. Половинки должны применяться только на концах рядов.



Фиг. 106. Устройство клинкерной мостовой «по половинкам».

Укладка клинкера должна производиться в то время когда бетон или цементная смазка еще свежие, и во всех случаях клинker после укладки должен быть укатан легким катком, предпочтительно весом не более 1 т типа тандем.

Клинker укладывается так, чтобы швы имели наименьшую возможную ширину. Если швы заполняются битуминозным составом, работа производится также, как и в случае торцевой мостовой, т. е. с плотным прижимом кирпичей.

Пересечения улиц и дорог. Применяется два метода укладки в пересечениях: а) двойная диагональная, б) по типу «колоса» (елка). Первый вероятно является наилучшим типом. При наличии круглых крышек колодцев необходимо в целях избежания клинкера с сильно остроугольными краями ввести тычковые кирпичи вдоль дороги.

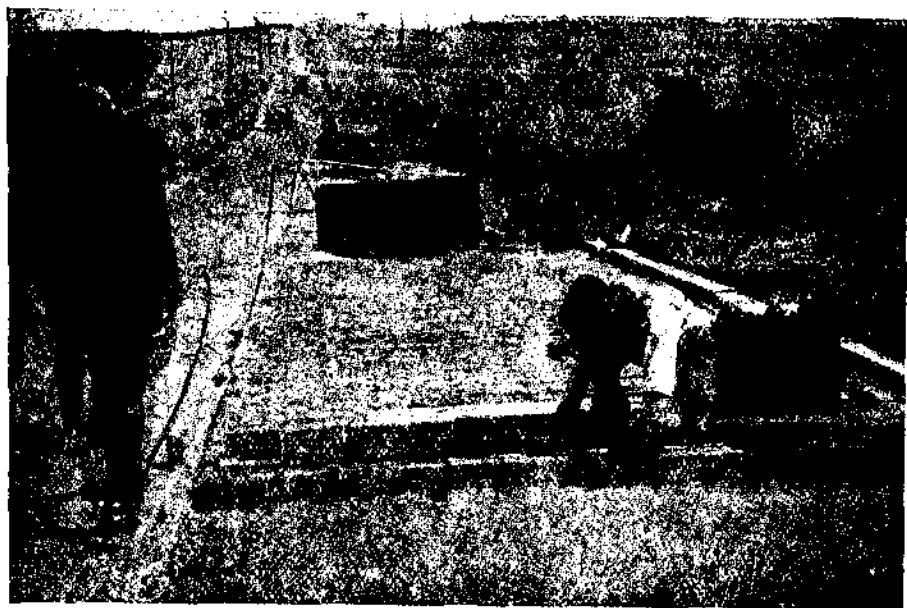
Исследования службы клинкерной мостовой уменьшенной толщины. В целях определения, даст ли клинкерная мостовая толщиной

в 7,5 см (3") и даже меньше столь же удовлетворительные результаты, как и толщиной в 10 см (4"), Бюро общественных дорог в САСШ произвело исследования службы клинкерной мостовой при толщине меньше 10 см (4").

Анализ данных, полученных из исследований, дал определенные результаты, главные из которых приводятся ниже.

1. Клинкерная мостовая толщиной 6,25 см ($2\frac{1}{2}$ ") (испытания производились проездом в Арлингтоне), если она лежит на соответственном основании, дает удовлетворительные результаты для одежды при наличии тяжелого проезда (данные относятся к сорту клинкера, применяемому при испытании).

2. Клинкерная мостовая толщиной 5 см (2") при соответственном основании (данные относятся к сорту, примененному при испытании) пригодна для одежды улиц, несущих легкий проезд.



Фиг. 107. Устройство клинкерной мостовой на загородной дороге.

3. Подушка из обыкновенного песка более эффективна в отношении уменьшения раскола клинкера, чем цементно-песчаная подушка, так как это явление на первой подушке реже, чем на последней. Толщина песчаной подушки не должна значительно превышать величину в 2 см ($\frac{3}{4}$ "). Увеличение толщины песчаной подушки влечет появление неровностей одежды.

4. Обульживание клинкера сильно увеличивается при увеличении ширины швов.

5. Употребление излишнего количества битуминозного заполняющего материала причиняет общий и серьезный недостаток конструкции, бесполезно увеличивает стоимость и вредит как внешнему виду, так и служебным качествам одежды.

6. Основания нежестких типов могут в известных случаях быть совершенно достаточными. Основания в виде щебеночного шоссе и некоторых натуральных грунтов являются подходящими, когда местные условия таковы, что эти типы сохраняют свою устойчивость круглый год.

7. Конструкция основания может не меняться при различной толщине клинкерной одежды.

В качестве результатов ускоренных испытаний проездом было найдено, что:

а) практически все поперечные расколы клинкера оказались на участках мостовой толщиной в 5 см;

б) в пределах произведенных испытаний сопротивление расколу клинкерной мостовой толщиной в 6,25 см ($2\frac{1}{2}$ "') несколько меньше, чем клинкера с большей толщиной;

в) число расколов на участках, уложенных на песчаной подушке, в два раза меньше, чем на участках, уложенных на цементно-песчаной подушке;

г) наибольшее количество расколотого клинкера оказалось при проезде машин весом $7\frac{1}{2}$ т с литыми шинами;

д) наибольшее количество расколотого клинкера оказалось при первых 10 000 проходах машин в $7\frac{1}{2}$ т с литыми шинами;

е) степень раскола сильно уменьшается при последующем проезде, после окончания проезда грузовиков в $7\frac{1}{2}$ т на литых шинах.

Сопротивление раскалыванию. Высокое сопротивление расколу, показанное клинкерной мостовой толщиной в 6,25 см ($2\frac{1}{2}$ "'), было одним из важных результатов, полученных из этих испытаний. Несколько лучшее качество этого клинкера, обнаруживаемое лабораторными испытаниями, может только отчасти объяснить замечательную прочность его при условиях тяжелого проезда.

Отмеченная выше разница в расколе, обнаружившаяся в двух типах подушек, ясно доказывает превосходство простого песка по сравнению с песчано-цементной подушкой, по крайней мере для одежд, находящихся под тяжелым проездом.

Большое количество расколов, обнаружившееся при проезде в первой стадии испытаний, вероятно объясняется неоднородностью качества клинкера. Вероятно на каждом участке встречался клинкер, изогнутый или плохого качества, и он, раскалываясь при легком проезде, оказывает влияние на общее увеличение числа расколотого клинкера в первой стадии движения. Величина промежутков между клинкером является основной причиной обугливания. Ребра в трещинах лопнувшего клинкера закругляются в той же самой степени, как и основные ребра клинкера.

Ограничение количества заполняющего материала для швов. Наблюдения над службой клинкерных мостовых в различных штатах Сев. Америки показывают излишнее количество битуминозного заполняющего материала для швов, употребляемого на разных участках клинкерных мостовых. В одних местностях излишек, покрывающий клинкер, достигает толщины более чем 1,25 см ($\frac{1}{2}$ "'). Мостовые с избытком битуминозного материала оказываются очень неровны. Важность ограничения битуминозного вещества только тем количеством, которое требуется для заполнения промежутков в швах, ясно доказывается неудо-

влетворительным состоянием мостовой с избыточным количеством битуминозного вещества.

Понижение стоимости клинкерной мостовой малой толщины является результатом уменьшения стоимости по таким статьям как производство, транспорт, быстрота укладки и экономия на материале для заполнения швов.

Тонкая клинкерная мостовая—экономична. В сравнении со стоимостью клинкерной мостовой толщиной в 7,5 см (3") экономия в материалах и стоимости для каждого 1,25 см ($1\frac{1}{2}$ ") в толщине, будет приблизительно выражаться в следующих цифрах:¹

Статьи расходов	Уменьшение стоимости в процентах
Производство	10
Перевозка	16
Подноска на самой работе	16
Заполняющий материал для швов	16

Клинкерные мостовые в Голландии. Тонкий клинкер распространен в Голландии, где он кладется на-ребро и плотно укатывается. Размер обычно употребляемого клинкера 22,5 × 7,5 × 3,7 см (9 × 9 × $1\frac{1}{2}$ "). Этот клинкер кладется на подушку из уплотненного песка и выдерживает среднее движение.

Метод укладки, применяемый во Франции. Во Франции свыше 32 км (20 миль) дорог вымощено клинкером, включая мост *Grand Pont d'Etaples* в Париже. Клинкер кладется насколько возможно плотнее на бетонном основании с подушкой мелкого сырого песка. Затем он укатывается 3-тонным катком и швы заполняются горячим битуминозным материалом, получаемым из котла для плавки, при температуре 175° (350° Ф). В Англии были произведены многочисленные испытания клинкера, доставленного из Франции и уложенного в Лондоне на улицах с исключительно большим и тяжелым проездом.

¹ См. журнал *Public Roads U. S. Department of Agriculture*.

ГЛАВА XXII

РЕЗИНОВЫЕ МОСТОВЫЕ

Несколько лет назад (в 1913 г.) были начаты опыты применения резины для мостовых, но до настоящего времени употребление этого материала не вышло еще из опытной стадии. Исходя из свойств резины, в результате наблюдений над ее службой в качестве одежды улиц при большом движении, получились выводы, что резине в том или другом виде повидимому предназначено стать в будущем одним из стандартных материалов для замощения городских улиц.

Резина—идеальный материал для мостовых. Опытные участки ясно показали, что резина сама по себе является идеальным материалом для мостовых, но большинство изобретателей еще не достигло усовершенствования способов применения резины в конструкции мостовой; кроме того согласно существующим патентным типам эта мостовая довольно дорога, а именно она оценивается примерно в 28 руб. 80 коп. за 1 м² (50 ш. за 1 кв. ярд). При хорошей системе устройства и укладки этой мостовой первоначальная стоимость, даже столь высокая, будет в результате давать сравнительно недорогую мостовую, принимая во внимание последующую экономию в ремонте и содержании; это объясняется исключительно физико-механической характеристикой, которой обладает резина как материал для дорожных одежд.

Происхождение резины. Резина представляет продукт растительного происхождения, получаемый из резинового дерева (по-латыни: *Hevea Brasiliensis*) в северном штате Бразилии—Пара и др. местах путем надрезов в коре и собирания вытекающей из надрезов молочной жидкости, называемой латекс. Последний обрабатывается крепкой кислотой, которая вызывает свертывание его, и вещество, получаемое в результате после выжимания сыворотки и после прохода его через различные процессы (отличающиеся несколько друг от друга в разных случаях в зависимости от сорта требуемой резины, как материала, применяемого для различных технических целей).

Физико-механические свойства резины. Брошюра, выпущенная Ассоциацией плантаторов резинового дерева (*Rubber Growers Association*) под заглавием «Резина в инженерном деле», разбирает свойства резины, которые делают ее чрезвычайно полезной в различных областях техники. «Первое характерное свойство резины есть ее способность замечательно хорошо сопротивляться деформациям без остающихся изменений. Это особенное свойство позволяет применять ее для различных целей, в которых более твердый материал был бы совершенно негоден. Вдобавок к этому, важность для техники наличия такого материала, который одновременно прочен, гибок и тягуч, не нуждается в доказательствах. Далее вся эта физическая характеристика может изменяться в широких

пределах. Вводя соответствующие вещества в состав этого материала, можно получить прочный гибкий материал, который требует значительной энергии, чтобы растянуть или сжать его, и дает такое сочетание прочности и упругости средней величины, которое требуется для целей противодействия ударам и дрожаниям. Употребление резины для шин грузовиков, а также для рессор и буферов железнодорожных вагонов, может быть отмечено как пример употребления резины для целей, имеющих связь с механическим транспортом. С замечательной тягучестью и гибкостью резины тесно связана ее исключительная сила сопротивления истиранию, обязанная отчасти ее внутренней связности и прочности и отчасти легкости деформации. В противоположность полного признания резины в нетехнических целях, чрезвычайная прочность против износа в технике не оценена так, как она этого заслуживает, и вероятно немногие задаются мыслью, как бы служили другие материалы, если бы они были поставлены на место резины и несли бы ее службу, как например резиновые шины грузовиков. Тот факт, что резиновая обувь служит дольше, чем кожаная, должен быть известен всем как пример ее прочности; в качестве материала, покрывающего пол, можно отметить службу лестницы в одной конторе, где ступени покрытые резиной—совершенно целы, в то время как каменные ступени уже дважды заменены». Почти нет никаких сомнений в том, что употребление резины для целей, где важнее всего сопротивление сильному истиранию, получит всеобщее распространение, особенно в тех случаях, когда имеют в виду избежать шум и дрожание.

В 1923 г. под влиянием «Журнала индийской резины» была произведена серия опытов на опытных резиновых мостовых в Уайтхолле (Whitehall). Полученные результаты показали, во-первых, что в случае резиновых мостовых шум уменьшается на 30% по сравнению с торцовыми мостовыми, расположенными в непосредственном соседстве, во-вторых, что характер остающегося шума значительно меняется и он становится менее неприятным, и, в-третьих, дрожание значительно уменьшается.

Содержание резиновых мостовых. В отношении содержания резиновая мостовая обладает различными замечательными преимуществами. Она не образует пыли и поэтому не нуждается в поливке в сухую погоду; не требуется ни обработки ее детем, ни посыпки песком или гравием; она не обладает впитываемостью влаги и поэтому гигиенична и легко очищается от грязи.

Нижеприведенные подробности опытов представляют большой интерес в виду значения, которое имеет этот новый тип мостовой.

Первые опытные работы. Первое испытание в Лондоне было произведено в районе Саутверк (Southwark), и благодаря районному инженеру А. Гаррисону (Harrison), оказавшему содействие в этой работе, имеющиеся сведения о возможностях, представляемых резиной, значительно расширились. Прогресс нового материала разумеется является медленным, и интересующиеся резиновыми мостовыми были удовлетворены тем, что имели возможность на этих опытах испытать различные типы резиновых шашек при условиях современного движения. В опытах, произведенных А. Гаррисоном, были употреблены шашки Дессау (Dessau), Лейланд (Leyland) и Каупер (Cowper).

В связи с этими первыми опытами интересно привести следующую выдержку из данных, представленных А. Гаррисоном на Между-

народную выставку резины в Лондоне в 1921 г. В августе 1913 г. был устроен маленький участок мостовой в виде шашек из твердого дерева, покрытых сверху резиной, площадью около $1,6-2,4 \text{ м}^2$ (2—3 кв. ярда) в пересечении Старой и Новой Кентской дороги (*Old and New Kent Roads*). Резина представляет собой пластину толщиной почти $1,25 \text{ см}$ ($1\frac{1}{2}$ "), имеющую в нижней части форму плотницкой «лапы» вдоль длины шашки, входящей в соответствующий паз в основании шашки из твердого дерева. В июне 1915 г. было решено произвести подробный осмотр и испытание шашек.

«В течение периода в 1 год и 9 месяцев участок подвергался проезду в среднем больше 210 т на 1 м (190 т на 1 ярд) ширины улицы в час. Случаев скольжения не было; на части мостовой были найдены правильные отпечатки подков лошадей, тогда как вообще в других частях мостовой отпечатки подков обнаруживают некоторое скольжение или повороты в сырую погоду».

«Эти наблюдения считались наиболее важными, так как из опытов с ранее уложенными мостовыми было выведено опасение, что резина окажется скользкой и не даст хорошего зацепления для ног лошадей и что на резиновой мостовой возможно скольжение и заносы машин».

«Шашки были затем тщательно обследованы в отношении износа; приставляя вынутые шашки к тем, которые не были в мостовой, оказалось, что почти никакого истирания не произошло, хотя были различные легкие царапины на поверхности их, но по снятии резиновых шапок с деревянных шашек было установлено, что имел место значительный износ как на деревянной части шашки, так и под резиновой шапкой. Поэтому становится необходимым учесть это в будущих проектах и методах закрепления резины; после этого были произведены опытные работы в различных целях, главным образом имея в виду устранение трения между нижней поверхностью резиновой шапки и основанием ее, на котором она закреплена».

Последующие опыты. В конце 1918 г. был предложен новый тип шашки, представляющий собой резиновую плиту размерами: толщина— $1,35 \text{ см}$ ($\frac{9}{16}$ "), длина— $22,5 \text{ см}$ (9 "), ширина— $7,5 \text{ см}$ (3 "), вулканизированную к стальному листу, причем этот лист был снабжен восемью прорезами длиной около $2,5 \text{ см}$ (1 ") так, чтобы образовать четыре ушка для закрепления в бетоне. Место для опыта было выбрано на улице Боро-Хай-Стрит (*Borough High Street*) с одной стороны трамвайного пути, где имеет место быстрый и тяжелый проезд в количестве около 270 т на 1 пог. м (240 т на 1 ярд) ширины в час, причем площадь участка имеет около 90 м (100 ярдов), в длину и от $2,7$ до $4,5 \text{ м}$ ($3-5 \text{ ярдов}$) в ширину. Эта работа была произведена в феврале, и участок открыт для движения 16 марта 1920 г.

«Вскоре после открытия проезда многие резиновые шапки начали отставать от стальных листов и были заменены новыми шапками с несколько иным характером вулканизирования. В течение многих месяцев около 15% шапок отделилось от стальных листов, так что выяснилось, что этот тип, удовлетворительно выдержавший предварительные испытания, непригоден для быстрого и тяжелого движения. Около половины всего участка было разобрано, и изучение шашек показало различные причины износа, подлежащие в дальнейшем устранению. При этом выяснились поразительные особенности поведения резины в условиях тяжелого

проезда. Этого было достаточно для побуждения к дальнейшему развитию дела, и в свете последующих опытов был сделан новый тип шашек, в которых обычный стальной лист был заменен листом рулонного металла, заделанного в вулканит, причем этот лист был снабжен вспомогательными ушками. Затем половина участка была перемещена шашками нового типа и остающаяся часть починена, так что 1 декабря 1920 г. новая длина участка в 90 м (100 ярдов), состоявшая из двух различных типов резиновой мостовой, была снова открыта для движения». Впоследствии оба описанных типа мостовой были сняты и заменены резиновыми шашками типа «Лейланд» (*Leyland*), причем один участок был уложен шашками, имеющими прожелобленные боковые грани, между тем как другой участок был уложен подобными же шашками, но с гладкими боковыми гранями. Опыты были затем продолжены путем устройства участка с шашками типа «Каупер» (*Cowper*) целиком из резины.

Результаты этих последних опытов были настолько хороши, что могли гарантировать дальнейшие успехи в этой области.

Шашки типа «Лейланд». Один из первых больших участков резиновой мостовой был устроен на спуске к пристани Фриш Уорф (*Fresh Wharf*) сзади отеля Аделаида-Хауз (*Adelaide House*), близ Лондонского моста. Площадь, покрытая мостовой, около 325 м² (400 кв. ярдов). Этот проезд начинается у улицы Лайер-Темз-Стрит (*Lower Thames Street*) и оканчивается у края пристани. Шашки имели в длину 20 см (8"), в ширину 10 см (4") и в толщину 7,5 см (3") с вертикальными гранями. Нижняя часть шашки в 6,25 см (2 1/2") состоит из твердой резины, поверх которой вулканизирована мягкая резиновая шапка толщиной в 1,25 см (1/2").

Шашки были положены на бетонное основание, причем перед укладкой на место низ, боковые грани и торец погружались в горячий битум. Во избежание угона шашек вследствие большого уклона улицы по направлению к пристани (около 4%) в бетон были заложены Т-образные железные полосы от бордюра до бордюра с промежутками от 3,6 до 4,5 м (от 12 до 15'). Резиновая мостовая практически устранила шум и дрожание, и не произошло никакого движения шашек со времени их укладки в 1924 г.

Другие типы шашек. Другой тип шашек был подвергнут испытаниям в течение долгого периода. Маленькие участки с этими шашками были устроены в 1923 г. в Глазго на улице Буханан-Стрит (*Buchanan Street*), фиг. 108, и в Эдинбурге на площади Чедвик-Плес (*Shadwick Place*). Эта шашка состоит из резиновой шапки размерами 22,5 × 11,25 × 5 см (9 × 4 1/2 × 2"), помещенной на бетонной нижней части подобных размеров (меньше их на незначительную величину).

Резиновый верх состоит собственно из двух частей: шапка толщиной в 2,5 см (1") из полутвердой резины, вулканизированной к подошве из твердого резинового состава, также толщиной в 2,5 см (1"). Стальная или железная пластинка с двумя выступающими заклепками втапливается в нижнюю часть резиновой подошвы, а выступающие заклепки служат для связи с бетонной частью шашки, с которой они сцепляются при набивке бетонной части. Бетонная часть имеет несколько меньшие размеры с тем, чтобы получился небольшой промежуток для слоя обмазки для достижения бокового прикасания по всем сторонам, а также чтобы по-

лучить вполне плотное прикосновение между резиновыми шапками отдельных шашек.

Шашки типа Гезмен (Galsman). Одна из наиболее интересных резиновых мостовых на улице Нью-Бридж-Стрит в Лондоне (*New Bridge Street*) с шашками типа Гезмен площадью в 580 м^2 (700 кв. ярдов), уложенных в октябре 1926 г. Шашки имеют размеры $26 \times 21,5 \times 10,5 \text{ см}$ ($10\frac{3}{8} \times 8\frac{5}{8} \times 4\frac{1}{4}$ "') и состоят из резиновых шапок толщиной около $1,5 \text{ см}$ ($\frac{5}{8}$ "'), вулканизированных остроумным способом к клинкеру. Основание дороги представляет бетонный слой толщиной 30 см (12 "'); шашки уложены по песчаной подушке и соединены между собой посредством патентованного приспособления «Робгrip» (*Rubgrip*). Мостовая замечательно хорошо служит; никакого движения шашек не наблюдается, и швы абсолютно водонепроницаемы. Улица Нью-Бридж-Стрит одна из самых оживленных в Лондоне; величина проезда здесь 18 млн. тонн в год; проезжающие здесь машины имеют разнообразные вес и скорость



Фиг. 108. Опытный участок резиновой мостовой в Глазго на улице Буханан-Стрит.

движения, которое не прекращается и ночью. Интересно отметить, что постройка этого участка представляет первый случай резиновой мостовой, когда был заключен договор с гарантийным сроком содержания.

Шашки системы Каупер (Cowper). В 1928 г. было заключено соглашение на поставку в большом масштабе опытов с шашками системы Каупер в условиях современного движения. Первые опыты с ними были произведены на улице Боро-Хай-Стрит (*Borough High Street*), и результаты их позволили продолжить дальнейшие опыты по улучшенному методу. Место было выбрано на площади Сорло-Плес (*Thurloe Place*) в Кенсингтоне (*Kensington*). Эта шашка, являющаяся изобретением Каупера, представляет одно целое, составленное из резины различных сортов. Верхняя и нижняя части из очень твердого и упругого состава, средняя часть из менее твердого сорта. Полная высота шашки 6 см ($2\frac{3}{8}$ "'), и она укладывается на бетонном основании.

Шашки системы Крессон (Cresson). Опытные работы с резиновыми мостовыми не ограничиваются только Англией. В 1922 г. в Сингапуре на портовой территории было уложено около 40 м^2 (50 кв. ярдов) шашек системы Крессон. Эти шашки состоят из твердого основания

и резиновой шапки толщиной около 1,0 см ($\frac{3}{8}$ "), вулканизированной к основанию. Шашки имеют размеры $22,5 \times 7,5 \times 8$ см ($9 \times 3 \times 3\frac{1}{4}$ ") и укладываются на бетонном основании с песчаной подушкой, причем шашки покрываются битумом перед укладкой.

Согласно докладу, представленному сингапурским портовым управлением в марте 1927 г., спустя почти 5 лет после укладки этих шашек, следует, что на поверхности шашек имеется очень мало знаков износа.

По данным движения проезд по этому участку со времени укладки резиновых шашек исчислялся почти в $1\frac{1}{4}$ млн. тонн в год. Остальная одежда, прилегающая к смежному участку, была подвергнута ремонту 3 раза за период службы этого опытного участка, но последний не требовал за это время никакой специальной обработки и никакого ухода.

После этого опыта было предположено устройство участка мостовой по этому типу площадью в 120 м^2 (150 кв. ярдов) в Саут-Лондоне (South London) весной 1929 г.

Опытные работы в САСШ. Интересно отметить, что опыты с резиновой мостовой также производятся в САСШ, где вопросы дрожания при движении привлекают серьезное внимание в связи с тяжелым проездом по мостам. В 1924 г. настил подъемной части моста в Норзеерн-Авеню-Бридж (Northern Avenue Bridge) в Бостоне был покрыт резиновыми шашками. В дальнейшем резиновые шашки были устроены по мосту Идс Бридж (Eads Bridge) в Сан-Луи; в Акроне (Akron) штат Охайо, был устроен резиновый тротуар. Полоса резиновой мостовой была уложена на мосту Мичиган Авеню Бридж (Michigan Avenue Bridge) в Чикаго.

Подражание существующим типам шашек. Большинство предлагаемых типов шашек является некоторым видоизменением единого в сущности типа; при этом вероятно, что наилучшие результаты могли бы быть получены с шашками более значительной величины, и возможно, что известное расширение и изменение процесса Вилькинсона для производства резины в виде гладких листов, по виду похожих на линолеум, но исключительной вязкости, дало бы успешные результаты для дорожных целей.

Идея, заслуживающая внимания. Может быть даже возможно в том или другом виде получить и обработать латекс на месте работ и применить смесь прямо на дорогу. Вопрос, по какому пути следует идти в таком применении резины,—составляет предмет дальнейших исследовательских и изобретательских работ, которые должны отвести резине соответствующее место в ряду других дорожных материалов.

Увеличивающееся тяжелое движение по городским улицам настоятельно требует такой одежды, которая обладала бы бесшумностью и уменьшала бы угрозу дрожания ценных, например, исторических, зданий. Ясно, что резина отвечает этим требованиям, и вопрос получения стандартного типа одежды для городских улиц с тяжелым движением является лишь вопросом времени.

ГЛАВА XXIII

МЕХАНИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ НА СЛУЖБЕ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Паровые грузовики. Значительная скорость движения и большая грузоподъемность являются причинами распространения парового грузовика, фиг. 109, которые дают возможность повозкам этого типа сохранить свое положение в коммерческом транспорте. Как большие, так и малые типы этих машин значительно развились за последние годы, причем каждый из этих типов имеет свои преимущества. Какой бы из них ни был взят, удобный доступ к двигателю и к различным частям машины является важнейшей стороной конструкции.

Специальные условия паровых грузовиков. Имеется несколько специальных условий, характерных для паровых грузовиков, которые не имеют места в отношении обыкновенных бензиновых грузовиков. Первым и может быть наиболее важным условием является необходимость иметь гараж, специально приспособленный для промывки котлов, очистки топки и соответствующего ремонта. Это обстоятельство увеличивает первоначальную стоимость подвижного состава и является фактором, влияющим на расходы по содержанию. Паровые повозки имеют ограниченную площадь для помещения топлива и нуждаются в постоянном снабжении водой. При выборе типа повозок нужно иметь в виду, что однотипность их сохраняет расходы и время и избавляет от многих затруднений, особенно если все запасные части могут быть получены из одного источника.

Снабжение водой. Вопрос снабжения водой и ее чистота предопределяют во многих районах употребление паровых грузовиков, так как при этих транспортных средствах необходим легкий доступ к воде, приблизительно через каждые 25 мин. В отличие от бензинового грузовика паровой грузовик должен бездействовать один день в неделю или часть дня—для промывки котла. Если главный источник снабжения водой во всех отношениях плох, а из придорожных прудов и речек попадает ил, грязь и пр. проникающие в соединения, то срок службы труб значительно сокра-



Фиг. 109. Паровой грузовик, обслуживающий строительство и ремонт уличных одежд в Шеффилде.

щается. Известковая или соленая вода быстро образует осадки; применение различных химических средств для котла дает хорошие результаты в борьбе с этим явлением. Котлы грузовиков часто вызывают затруднения, а смена труб, с чем приходится иметь дело приблизительно через каждые 32 000 км (20 000 миль) пробега, является крупной статьей расхода.

Система своевременного ремонта. Необходимо принять за правило, что в день промывки котла должны быть приведены в порядок и исправлены все небольшие дефекты в машине, возникшие в течение недели. Необходимо как можно сильнее подчеркнуть то обстоятельство, что стоимость починки грузовика в большой мере зависит от ухода и внимания, уделяемого ей шофером, а также от осмотра машины механиком в дни, отведенные мелкому ремонту, и от правильного понимания причин расстройства машины.

Топливо и его отношение к километражу. Выбор топлива является вопросом, заслуживающим тщательного рассмотрения; употребление дешевого топлива является неразумной экономией, так как, не говоря уже о понижении при этом километража пробега, в результате получается порча машины и котла. Среднее потребление лучшего уэльского угля исчисляется в 100 кг на 48—64 км (в 112 фнг. на 15—20 миль), но расход топлива в значительной степени определяется способом производства самой топки. При разумном использовании и непрерывном уходе паровой грузовик может просуществовать по крайней мере 7 лет. Если грузовиком не пользуются в течение известного промежутка времени, то возникает опасность понижения его стоимости вследствие внутреннего ржавления частей, соприкасающихся с паром.

Бензиновые грузовики. Приспособление двигателей внутреннего сгорания к грузовикам сильно развилось в последнее десятилетие и дало хорошие результаты. Широкий опыт, приобретенный в продолжение войны по отношению к машинам этого типа, значительно содействовал их развитию; практические указания, полученные в этот период, представляют убедительное доказательство, что транспорт, приводимый в движение бензином, является во всех отношениях выгодным. Простота системы, прочность конструкции и соответственная мощность машины, в соединении с экономией потребления бензина и смазки, являются существенными условиями при выборе типа грузовика.

Условия, содействующие распространению бензинового грузовика. Бензиновые грузовики грузоподъемностью в 3, 4, 5 и 6 т являются сравнительно быстроходными машинами, имеющими широкое применение. Эти типы машин особенно приспособлены для перевозок на большие расстояния благодаря их большой скорости и способности везти необходимое для движения топливо в сравнительно небольшом объеме. Сверх того пополнение топливом может совершаться с небольшой затратой времени и без задержек в его получении. Стоимость пробега при употреблении бензинового грузовика увеличивается при постоянных остановках и отправлениях, но есть и известная экономия в сравнении с паром—от выключения машины во время погрузки и разгрузки. Эти грузовики не так тяжелы, как паровые, и на слабых дорогах их превосходство несомненно. Они легче, подвижнее и могут быть применены в карьерах и вообще в таких местах, где паровой грузовик не был бы в состоянии двигаться. Они не требуют также специальных устройств

в гаражах и могут быть быстро пущены в ход, в то время как паровой грузовик требует не менее часа для поднятия пара.

Оборудование грузовиков. При оборудовании как паровых, так и бензиновых грузовиков наличие железного кузова является необходимым условием против чрезмерного износа. Вызванная этим затрата, будет более чем оправдана, так как вообще кузова повозок, служащих для перевоза дорожных материалов, страдают от тяжелых условий их работы; кроме этого разгрузка тармакадама и асфальтовых смесей производится легче при железном кузове, чем при деревянном. В добавление к обычному оборудованию необходимо иметь несколько бревен для спуска



Фиг. 110. Грузовичок-электрокар, самосвал системы Миллерс, обслуживающий дорожно-строительные работы.

или передвижения бочек с дегтем и две вилы длиной в 3 м (10') с рожами длиной 15 см (6") для облегчения разгрузки тармакадама. Для зимнего пользования грузовики должны быть снабжены комплектом цепей, необходимых при езде по снегу. Каждая повозка должна быть занумерована и также соответственно номеруются все части оборудования—фонари, ведра, насосы, баки для бензина и т. д.

Прицепы. Прицепные тележки грузоподъемностью в 3—4 т могут успешно работать при 5-тонном грузовике, если только они имеют хорошие рессоры и резиновые шины.

Преимущества самосвалов. Усиленно рекомендуется употребление самосвалов, фиг. 110, 112, 113 и 114 так как этим достигается значительное сбережение времени и расходов при механической разгрузке мате-

риалов. В пользу этого устройства говорит также легкость высыпания на дорогу материала, вполне готового для россыпи его рабочими, что создает экономию на каждую тонну перевозимого груза.

Главнейшее условие—безопасность. Хотя заводы достигли значительных успехов в деле конструирования грузовиков для коммерческих целей, однако безопасность при движении на уклонах гораздо ниже, чем на железных дорогах; поэтому все грузовики, не снабженные автоматическими тормозами, должны иметь при себе деревянный ручной тормоз для гористой местности в виду опасности для грузовика, потерявшего управление, скатиться вниз.

Время, необходимое для погрузки. Время, необходимое для погрузки 5-тонного грузовика с железнодорожной платформы при наличии трех грузчиков, зависит от рода погружаемого материала. Приемлемый средний промежуток времени для камня—25 мин., для щебня 30 мин., для мелкого каменного материала и каменной муки—20 мин., для тармака-дама—45 мин. Эта последняя величина изменяется в зависимости от климатических условий и от времени, проведенного материалом в пути по железной дороге. Грузовики с железными шинами отошли в прошлое, и теперь редко можно встретить такую повозку не на резиновых шинах.

Шоферы и необходимые для них знания. Образование и квалификация шоферов как для паровых, так и бензиновых грузовиков являются вопросами, требующими очень большого внимания. Еще недостаточно понята важность иметь ответственного шофера для каждой отдельной повозки, т. е. спаренной езды. Если грузовик переходит от одного шофера к другому через небольшие промежутки времени, то нельзя ожидать от шофера проявления достаточной заботы к вверенной ему машине.

Ответственность шоферов. Прежде чем шофер выпускается на работу, он должен твердо знать дорожные правила и постановления, регулирующие движение в различных местностях. Он должен знать, что делать в случае происшествия, какие принять меры, как заручиться свидетельствами, и обязан представить письменный рапорт о всяком особом происшествии вместе с журналом дневной работы.

Журнал работы шофера. Журнал должен вестись в трех экземплярах и посылаться ежедневно производителю работ и главному механику. Журнал должен быть разделен на графы для указания станций, пристаней или карьеров назначения, километража пробега с грузом и без груза, времени погрузки, рода грузов, тоннажа, потребления топлива и номеров разгруженных железнодорожных платформ. Также должна быть отведена графа для шофера, чтобы он мог отмечать номера платформ, еще не выгруженных, или тоннаж, оставленный в трюме судна и т. д.

В некоторых организациях существует обычай давать премии шоферу и рабочим за перевозку известного тоннажа, но это указывает на известную слабость постановки дела и не рекомендуется принимать за общее правило. Километраж пробега и перевезенный тоннаж могут быть ежедневно установлены по журналу, и предотвращение всякой медлительности лежит на обязанности соответствующих лиц.

Езда в один след. Шоферам необходимо указать на неправильность езды в один след, причем должны быть приняты административные меры, если это повторяется. Правильная укладка груза есть также одна из тех сторон дела, которые каждый шофер должен хорошо изучить.

Производство коммерческих перевозок областными органами. Необходимо отметить, что местные органы выходят на арену коммерческой деятельности в тех случаях, когда они решают взять на себя транспортные операции, что может иметь успех лишь при хорошей постановке дела.

Сравнение стоимости перевозки дорожных материалов паровыми и бензиновыми грузовиками за время с 31 марта 1926 г. по 31 марта 1927 г.

№ грузовика	Тип грузовика	Число рабочих дней	Число ездов с грузом	Километраж (число миль пробега)	Перевезенный тоннаж	Средн. стоимость на 1 т в руб. (п.)	Средн. стоимость на 1 т/км (тонно-миль) в руб. (п.)	Среднее протяжение ездки с грузом км (число миль)	Средний перевезенный тоннаж за день	Средний километраж за день км (число миль)
14	• Пятитонные паровые грузовики <i>Garret (Garret)</i> и <i>Клейтон (Clayton)</i> . . .	227	1 160	12 400 (7 746)	5 502	1,34 (33,53)	0,24 (9,80)	5,47 (3,42)	24,24	54,60 (34,12)
5	3- и 4-тонные бензиновые грузовики <i>Лейланд (Leyland)</i> и <i>Деннис (Dennis)</i> . .	266	1 342	25 000 (15 698)	4 949	1,52 (38,13)	0,17 (6,81)	8,96 (5,60)	18,60	94,40 (59,01)

Примечание. Весь парк паровых перевозочных средств состоит из 5 грузовиков, приобретенных на заводах в период 1917—1919 гг.; остальные грузовики представляют собой отремонтированные машины военного ведомства и бензиновые грузовики *Лейланд* и *Деннис*.

Имеется большое количество хорошо известных марок паровых и бензиновых повозок, и большинство из них предназначено специально для городской работы. Разнообразные виды машин, приведенные в этой главе, указывают на большой выбор машин различной конструкции, применяющихся в практике.

Грузовики с обогревом кузова. Новый тип йоркшайрского грузовика с остроумно устроенным кузовом с паровой рубашкой предназначен для перевозки горячих асфальтовых смесей, тармакадама и других дорожных материалов. Появление этого последнего типа городского грузовика делает возможным перевозку на любое расстояние дорожного материала в горячем виде для употребления его на месте работ. Имея грузовик обычного типа, можно перевозить материал в горячем состоянии приблизительно на 10 км (7 миль), тогда как грузовик йоркшайрского типа допускает транспорт таких материалов на более далекое расстояние. Кузов нагревается постоянным притоком пара из котла, и тепло кузова может регулироваться посредством специального прибора. Грузовик легок для управления на узких дорогах с густым движением и требует для этого лишь одного человека. Он работает экономично, и его конструкция такова, что делает его выгодным для дела.

Кузов из мягкой стали. Размеры кузова следующие: длина 3,6 м (12'); ширина на переднем конце 1,9 м (6'4"), расширяющаяся на зад-

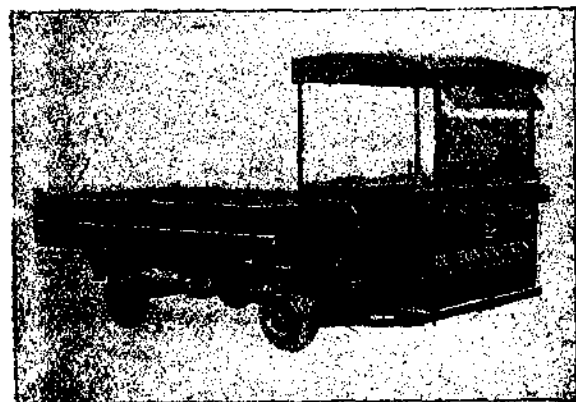
нем конце до 1,97 м (6'7"); глубина 0,52 м (1'9"); толщина стенок 5 мм ($\frac{3}{16}$ "); для обогрева имеется необходимый трубопровод и приспособления.

Грузовик с низкой платформой—кузова. Грузовик с низкой платформой кузов системы Шелвок и Дрюри (Shelvoke and Drewry), фиг. 111, является, по мнению английских строителей, подходящим для некоторых работ; низкий уровень погрузки и легкость, с которой он может поворачиваться на ограниченном пространстве, делают его особенно пригодным в некоторых обстоятельствах, и в составе транспортного парка он играет особенную роль.

15-тонная восьмиколесная машина. 15-тонная восьмиколесная машина Скаммеля (Sammel) имеет, по данным английских строителей, много важных преимуществ по сравнению с прежними типами. Коробка скоростей позволяет иметь 4 скорости и приводится в действие центральной передачей. Все валы имеют очень большой диаметр и точно выточены, в результате чего получается очень спокойная работа коробки.

Контршaftный вал такой же конструкции, как и в стандартной машине Скаммеля, но ведущая ось большего размера и несколько выгнута для того, чтобы получилось более правильное соприкосновение шин с дорогой.

Прочный 6-колесный грузовик для работы при бездорожье. Прочный 6-колесный грузовик Скаммеля пригоден для работ на бездорожье, причем для движения по неровной местности требуется лишь небольшая мощность. Это главным образом является



Фиг. 111. Грузовик с низкой платформой, удобный при погрузо-разгрузочных работах.

следствием особенностей устройства передней оси и патентованной задней оси. Машина имеет 4-скоростную коробку скоростей, но при особенно тяжелых условиях может быть снабжен 5-скоростной коробкой, в которой вся передача приводится в действие одним рычагом. Пятискоростная машина имеет тормоз, действующий при помощи педали, и ручной рычаг, приводящий в действие тормоза всех четырех колес. Для получения представления о дорожной работе 6-колесного грузовика можно отметить требование, предъявляемое к нему, заключающееся в том, чтобы он мог подняться и спуститься по скату в 1 : 1½ с полной безопасностью при полной нагрузке; установлено, что этот грузовик способен тянуть прицеп с добавочной нагрузкой в 4 т при всяких условиях, кроме наиболее тяжелых.

12-тонный самосвал Скаммеля снабжен стандартным двигателем Скаммеля и имеет специальный механизм, действующий для опрокидывания платформы на три стороны. Нормальные стандартные размеры кузова следующие: длина—4,65 м (15'6"), ширина 2,10 м (7').

глубина 0,75 м (2'6"). Объем равняется приблизительно 10 м³ (13 куб. ярдов); при погрузке материала сверх краев объем может быть больше. На фиг. 112 изображена машина, разгружающая 13 м³ (17 куб. ярдов) земли, взятой из выемки. Процесс опрокидывания производится при помощи насоса, приводимого в действие мотором и соединенного с домкратами посредством гибкого металлического трубопровода. Полный груз может быть опрокинут при угле наклона в 50° с торца или с боков приблизительно в 1½ минуты. Стенки кузова разделены на 2 продольных части, скрепленные шарнирами, причем нижняя часть откидывается вниз и сбрасываемый материал не попадает на колеса.

В работе имеется большое количество этих машин, перевозящих всевозможные материалы, как-то: уголь, кокс, дорожный камень, гравий и т. д., и они, по мнению англичан, особенно пригодны для работ дорожных



Фиг. 112. Шестиколесный грузовик Скаммель самосвал.

и городских инженеров. Управление этими машинами исключительно легко, и их можно поворачивать на дороге шириной в 6,6 м (22'), вследствие того что передняя часть грузовика имеет небольшую длину базы, каковая может поворачиваться в плане под углом в 90° к задней части грузовика, так что он может передвигаться по таким местам, которые недоступны для обыкновенного 4-колесного грузовика.

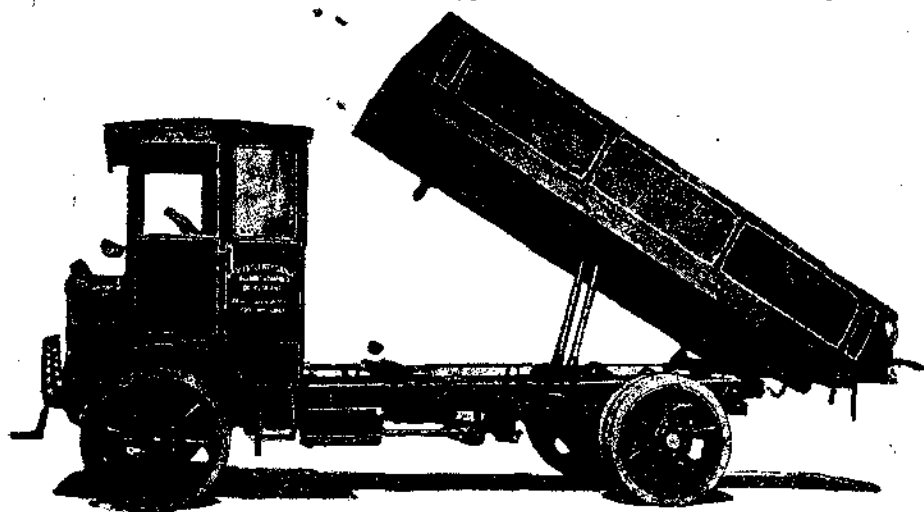
Два типа самосвалов. Посредством механически опрокидывающихся кузовов содержимое кузова, разгрузка которого ручным способом заняла бы целые часы, может быть выгружено в течение нескольких секунд. Имеется два типа самосвалов: концевой самосвал и 3-сторонний. Оба эти типа были тщательно испытаны и признаны вполне продуктив-

ными и надежными. Можно получить тот или другой тип грузовиков марки А.Д.С. в 2—2 $\frac{1}{2}$ т или 4—5 т, фиг. 113.

Концевой самосвал. Стандартный кузов делается из стали, причем низ боковых стенок изогнут для облегчения сброса материала.

Трехсторонний самосвал. Стандартный кузов сделан из дуба с окантовкой из стали, внутри покрыт стальной обшивкой. Боковые стенки разделены на 2 продольных половины и имеют шарниры для вращения как в верхней части кузова, так и в нижней; при этом нижняя половина отпадает на уровне днища грузовика, так что выгружаемый материал не попадает на колеса. Задняя стенка прикреплена шарнирно к верхнему краю кузова и открывается наружу. Все части для замыкания откидных стенок особой конструкции с быстро действующими рычагами для одновременного отмыкания и замыкания их.

Машины Лейланд (Leyland). Одной из распространенных машин как для обыкновенного транспорта, так и для выгрузки путем опрокидывания, является 5-тонный грузовик системы Лейланд, фиг. 114.



Фиг. 113. Грузовик А. Д. С.—самосвал.

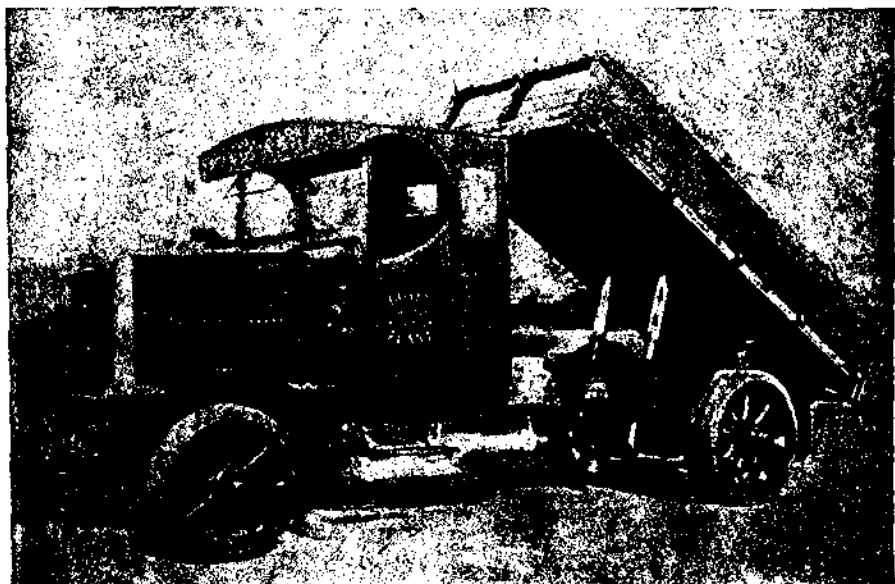
Этот грузовик, по мнению англичан, сконструирован весьма основательно и при минимальной затрате на содержание отличается большой производительностью работы.

В машинах последнего образца этой системы цилиндры имеют съемный верх. Двигатель небольшого размера обеспечивает большую отдачу энергии при одинаковой скорости вращения, следствием чего является уменьшение расхода бензина.

Трактор в дорожных работах. Другой машиной, ставшей очень популярной за последние годы в городских работах, является трактор. Тот факт, что он является самостоятельной двигательной единицей, открывает ему широкое поле действия, в частности он может выполнять экономично необходимую работу для строительства. Этот вид тяги обязан своим возникновением Америке, где он имеет более широкое употребление, чем в Англии. Теперь обычно видеть на дорогах по устройству дорог трактор Фордзон (Fordson) или трактор Интернационал (International)

с опрокидывающимся прицепом, причем эта установка может быть приспособлена для многих и разнообразных работ.

Имеется особый тип прицепа с опрокидывающимся вручную кузовом, который экономичен и удобен для обращения. Трактор Интернационал снабжен резиновыми шинами, причем в случае работы на мягком грунте он может быть снабжен гусеницами. Следующая таблица дает величины сопротивления движению при литых резиновых шинах на одеждах различных типов; она составлена по данным испытаний различных исследователей и может быть полезна при расчете числа прицепов к трактору.



Фиг. 114. Грузовик Лейланд—самосвал.

Ниже приведена формула для расчета тягового усилия на ободьях колес трактора:

N — число цилиндров,

B — диаметр поршня в мм,

S — ход поршня в мм,

W — диаметр заднего колеса в м,

η — коэффициент полезного действия машины,

G — передаточное число всей трансмиссии,

F — тяговое усилие на ободьях задних колес в кг:

$$F = \frac{0,17 \eta N B^2 S G^2}{W}$$

При расчете груза, который может вести трактор, необходимо иметь в виду несколько факторов, влияющих на решение этой задачи, именно: тип колес трактора, состояние и уклон дороги, по которой он движется,

¹ См. Транспортный Hütte, изд. 1927 г., стр. 302 и 305.

и тяговую силу трактора. Кроме обычной транспортной работы эта машина может применяться и как двигатель, так что она является необходимой единицей в составе транспортного парка.

Таблица величин сопротивления движению

Тип одежды дороги или улицы	Коэффициент сопротивления в кг на 1 т (в фнт. на 1 т)	В среднем в кг на 1 т (в фнт. на 1 т)
1. Торцовая мостовая в хорошем состоянии . . .	7,6—10 (17—22)	11 (25)
2. Бетонная дорога, хорошо содержимая . . .	7,6—10 (17—22)	11 (25)
3. Асфальтовая дорога, хорошо содержимая, без выбоин . . .	7,6—11 (17—25)	18 (40)
4. Клинкерная мостовая новая . . .	7,6—11 (17—25)	13 (30)
5. Асфальтовая одежда в плохом состоянии . . .	11—27 (25—60)	31 (70)
6. Клинкерная изношенная мостовая . . .	13—27 (30—60)	29 (65)
7. Щебеночное шоссе хорошее . . .	11—20 (25—45)	31 (70)
8. » » плохое . . .	22—45 (50—100)	63 (140)
9. Гравийная дорога, хорошо уплотненная . . .	15—22 (35—50)	36 (80)
10. » » плохая . . .	45—135 (100—300)	112 (250)
11. Сухой грунт с хорошей поверхностью . . .	18—31 (40—70)	49 (110)
12. Обыкновенная грунтовая дорога . . .	34—56 (75—125)	40 (90)
13. Грязная грунтовая дорога с замерзшими колесами . . .	56—135 (125—300)	90 (200)
14. Песчаная дорога . . .	67—135 (150—300)	76 (170)

ГЛАВА XXIV

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ХАРАКТЕРНЫЕ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО ДОРОЖНОГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Нижеприведенные технические условия,¹ являющиеся примером современной английской практики, применялись на работах в городе Валлесей (Walesey), производимых под руководством инженера Вилькинсона (Wilkinson).

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

1. **Чертежи.** Чертежи, упоминаемые в этих технических условиях, должны быть подписанными контрагентом по утверждению представленной им сметы, состоят из плана и разреза, показывающих конструкцию одежды улицы.

2. **Место работ по контракту.** Работы, здесь отмеченные, должны происходить на проездах №№ 1 и 2 между пунктами А и В г. Валлесей.

3. **Описание работ.** В работы по договору входят: выемка, планировка, устройство тротуаров, укладка бордюра, бетонные работы и все другие связанные с предыдущими работы, подробно описанные в смете и указанные на плане.

4. **Уборные.** Должны быть устроены соответствующие уборные, которые должны содержаться в надлежащем санитарном состоянии.

5. **Защита окружающих предметов.** Все стены, изгороди, ворота, деревья, кусты и другие предметы должны быть защищены от повреждений, могущих быть при производстве работ.

6. **Исполнение работ.** Работы должны исполняться в таком порядке времени и месте, как это указывается инженером.

7. **Разбивка работ.** Контрагент должен разбить все указанные здесь работы под общим руководством инженера и доставить все необходимые для этой цели инструменты, вешки, бечеву, рабочую силу и т. д.

8. **Остатки вынутого грунта.** Все остатки вынутого грунта, получающиеся при исполнении той или другой части работы, должны время-от-времени отвозиться за счет контрагента.

9. **Очистка места работ.** По окончании работ контрагент должен убрать излишние материалы, которые могут накопиться на месте работ, и найти для них соответствующее место.

10. **Земляной ящик для одежды проезжей части.** Ящик должен быть вырыт во всю ширину на глубину 34,5 см ($13\frac{3}{4}$ "') ниже верхней поверхности законченной одежды; форма ящика должна соответствовать поперечному профилю и уровню, показанным на чертеже; дно ящика должно иметь поперечный скат в 2,5% (1 : 40).

11. **Ящик для устройства тротуаров.** Ящик для тротуара должен быть вынут там, где это необходимо, на глубину 16,25 см ($6\frac{1}{2}$ "') ниже верхнего уровня тротуара, и дно его должно иметь поперечный скат в 4% (1 : 24), как показано на чертеже.

12. **Дополнительная выемка.** Если подстилающий грунт окажется недостаточно устойчивым, он должен быть дополнительно вынут в местах, указанных инженером, и заполнен бетоном по его же указанию; излишние работы должны быть оплачены. По мере хода работ все остатки вынутой земли должны немедленно отвозиться к самосвалу контрагента для отвоза с места работ.

¹ Эти данные представляют интерес,—в условиях Союза ССР,—в техническом, но не в юридическом отношении.

13. Рытье и засыпка канав для газовых труб и водопровода. Контрагент обязан вырыть необходимые канавы для отдела газа и водопровода, как это отмечено в пункте 32 Общих условий; он также обязан засыпать, утрамбовать и тщательно уплотнить все таким образом вырытые канавы, когда названный отдел закончит свои работы.

14. Основание одежды проезжей части. Под бетонным основанием должен быть устроен слой хорошего, чистого, твердого тельфорда, надлежаще укатанного и уплотненного с поперечным скатом в 2,5% (1 : 40). Бетонное основание должно быть составлено из четырех частей хорошего гранитного щебня, размером от 1,25 до 3,7 см ($\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ "), из двух частей хорошего гравелистого песка и одной части портландцемента, соответствующего современному британским стандартным техническим условиям, при чем все материалы должны быть чистыми и свободными от всякого загрязнения. Смешение должно производиться в бетономешалке разрешенного инженером типа или ручным способом; в последнем случае должны быть доставлены надлежащего размера мерительные ящики, рассчитанные на точное количество материала; смешение должно производиться на чистой деревянной платформе и в количествах, не превышающих $0,5 \text{ м}^3$ ($\frac{1}{2}$ куб. ярда) на каждый отдельный замес, для чего должен употребляться мерительный ящик, доставляемый контрагентом. Смесь должна быть перемешана дважды в сухом виде; вода должна прибавляться в правильных количествах из лейки с тонкой металлической сеткой, после чего смесь перемешивается трижды в сыром виде и кладется на место. Бетон должен быть положен на арматуру толщиной в 15 см (6") и хорошо утрамбован вокруг арматуры. Арматура должна быть или R. R. №9 G. рулонного металла Экспамет с клетками в 15 см (6"), весом 3,4 кг/м² (6 фнг./кв. ярд) или B. R. C. №9 Сетки должны быть положены на расстоянии 5 см (2") от нижней грани бетонного слоя и должны перекрывать друг друга, не меньше, чем на одну клетку, в местах соединения на краях и на концах. Верхняя поверхность бетона должна иметь надлежащий продольный и поперечный скат в надлежащем образом обработана вокруг крышек колодцев водопровода и т. д. Что касается решеток ливнепусков, то их уровень должен находиться на 1,25 см ($\frac{1}{4}$ ") ниже уровня законченной асфальтовой одежды. После устройства бетонного основания и до устройства асфальтовой одежды должен быть промежуток в 4 дня, и в течение этого срока бетон надо держать в сыром виде посредством песка или других рекомендованных в этих случаях мер. Бетонное основание должно быть закончено таким способом, чтобы удовлетворить разумным требованиям контрагента по устройству асфальтового покрытия типа литокрита.

15. Устройство одежды. На построенное бетонное основание ручным способом укладывается литокрит толщиной 4,5 см ($1\frac{3}{4}$ "). Эта работа не входит в смету контрагента, и она будет производиться распоряжением корпорации.

16. Бордюры. Бордюры должны быть из гэллингтонского камня (Haslington) лучшего качества и из одобренных карьеров; они должны быть прочными, однообразными по цвету, без полос, трещин и слоев. Верхняя грань должна иметь ширину в 13 см ($5\frac{1}{4}$ "); на высоте 12,5 см (5") от верха бордюр сшивается и имеет здесь ширину в 15 см (6") и далее книзу ширина остается та же.

Бордюры должны иметь высоту в 30 см (12") и однообразную длину, но ни в каком случае не короче 0,75 м (2'6"); они отесываются тщательно сверху и на высоту 20 см (8") по лицевой стороне, а также на 7,5 см (3") по задней; остальные же поверхности каждого бордюрного камня отесываются грубо. Торцевые грани должны быть точно и аккуратно отесаны под прямым углом на всю высоту. Закругленные бордюры должны соответствовать радиусу и во всех других отношениях удовлетворять вышеозначенным требованиям для бордюрных камней. Швы должны быть заполнены на всю глубину мелким гранитным материалом размером в 0,6 см ($\frac{1}{4}$ ") и залиты смесью пека и креозотового масла. Бетон под бордюрными камнями составляется в тех же пропорциях, как выше было указано для основания проезжей части, но в качестве минерального материала должен быть употреблен чистый гравий или мелкий материал из твердого камня, проходящий через грохот в 1,25 см ($\frac{1}{2}$ ").

17. Мостовая из бруккенштейна. Все стыки между существующим щебеночным шоссе и литокритом должны быть сделаны из трех рядов гранитного бруккенштейна размерами 15×10 см (6×4"), полученным из внутренней части камня лучшего качества, твердого и плотного, с таким строением зерен, чтобы он впоследствии не отполировался и не стал скользким от езды; бруски не должны иметь трещин, щелей слоистости и других недостатков.

Все грани брусков должны быть прямоугольной формы и уложены правильными, прямыми и надлежащим образом связанными рядами с плотными швами; они должны быть ровно уложены на слой гравия, песка или шлака толщиной в

1,25 см ($1\frac{1}{8}$ "). Швы должны быть засыпаны на всю глубину гранитной мелочью в 0,6 см ($\frac{3}{16}$ "), и бруски хорошо утрамбованы, после чего швы должны быть заполнены смесью пека и креозотового масла на всю глубину, а затем залиты до краев жидким цементным раствором. Бруски укладываются на основание толщиной не менее 22,5 см (9") из портландского цементного бетона в тех же пропорциях, как было ранее указано для основания под проезжую часть. Все выезды на соседние владения делаются из бетонных плит толщиной 11,25 см ($4\frac{1}{2}$ ") и следующих размеров в плане: 50×32,5 см и 37,5×32,5 см (20×13" и 15×13"), которые получают со складов валлейсейской корпорации. Бруски должны быть уложены правильными, прямыми и надлежачим образом связанными рядами с плотными швами; они равно укладываются на подушку из дробленого шлака, песка или гравия толщиной в 2,5 см (1").

Бруски должны быть хорошо утрамбованы и залиты на всю глубину до краев жидким цемент. Основанием служит цементный бетон (портландцемент) толщиной не менее 15 см (6") в тех же пропорциях, как было ранее указано для основания под проезжую часть. Бордюры с обеих сторон таких выездов на углах должны иметь закругленную форму по окружности, описанной радиусом в 0,45 м (1'6") и высотой в 30 см (12"), и должны быть уложены на бетонное основание толщиной в 15 см (6"), причем бетон должен быть составлен в тех же пропорциях, как было ранее указано для основания под проезжую часть.

18. Тротуарные плиты. Бетонные плиты должны иметь толщину в 6,25 см ($2\frac{1}{2}$ "). Они должны быть приобретены у рекомендованного завода и иметь следующие размеры 0,90×0,60, 0,75×0,60 и 0,60×0,60 м (3×2', 2'6"×2' и 2×2'). Эти плиты изготавливаются по крайней мере за 6 месяцев до употребления их в дело; они должны иметь правильное лицо без всяких искривлений, однообразный цвет, гладкую поверхность и строго прямоугольную форму с правильными ребрами. Всякая небольшая неправильность или промежуток между задней линией плит и прилегающими стенами строений должны быть заполнены мелкозернистым бетоном, составленным из 1 части портландцемента, 2 частей мелкого гранитного материала и 1 части песка; после заполнения швы заглаживаются. Плиты должны быть положены на основание из клинкерного щебня, шлака, или гравия глубиной в 10 см (4"). Они должны быть уложены на гидравлическом растворе, однообразными рядами вперевязку. Швы должны быть надлежачим образом залиты гидравлическим раствором. Тротуар должен иметь скаты по направлению к бордюру в 4% ($1\frac{1}{2}$ " : 1') и представлять совершенно ровную, однообразную поверхность.

19. Раствор для плит. Раствор, употребляемый при укладке плит, должен состоять из одной части гидравлической извести и 2 частей чистого тонкого песка, не содержащего морской соли; смесь делается ежедневно, по мере надобности, с употреблением достаточного количества воды и тщательно перемешивается.

20. Тротуарные лотки. Там, где это является необходимым, поверхность вода с улицы и с крыш направляется через тротуар в уличные лотки, посредством тщательно устроенных в плитах лотках. Эти лотки должны иметь ширину в 6,25 см ($2\frac{1}{2}$ ") и среднюю глубину в середине 2 см $\frac{3}{4}$ ".

21. Крышки колодцев. Чугунные крышки для всех колодцев имеют диаметр в 55 см (22") конического вида, патентованные, тяжелого образца.

22. Уличные ливнеспуски. Уличные дождеприемные колодцы должны быть глазурованные гончарные, имеющие размеры и форму, указанные на чертеже, находящемся в конторе инженера. Они должны выдержать испытание водой, производимое инженером.

Вокруг ливнеспусков должен быть устроен слой бетона шириной в 15 см (6"), составленного в пропорциях, установленных для основания под бордюры; ливнеспуски должны быть покрыты резиновыми плитами толщиной в 7,5 см (3"), прямоугольной формы с отверстиями.

23. Портландцемент. Портландцемент, употребляемый при всех работах, должен приобретаться у заводов, рекомендованных инженером, и должен соответствовать во всех отношениях требованиям современных британских технических условий для портландцемента. Он должен храниться в сухом сарае, предоставляемом контрагентом, или должен быть предохранен от действия погоды каким-либо другим способом.

24. Песок и гравий. Песок должен быть чистый, тонкий, карьерный, свободный от землистых или глинистых примесей, а также от морской соли. Гравий должен быть чистый, крупный, береговой из Флитвуда или Арклова (*Fleetwood, Arklow*), размерами от 3,7 см ($1\frac{1}{2}$ ") и до крупности песка и должен быть одобрен инженером.

25. Вода. Контрагент должен доставить воду, необходимую для составления смесей материалов и вообще для всех других надобностей при производстве работ. Вода, употребляемая для смесей материалов, должна быть чистой, без примеси глины, не загрязненная нечистотами, или какими-либо другими вредными веществами. Для этого контрагент за свой счет должен провести воду из ближайшей водопроводной магистрали.

26. Установка крышек различных колодцев и т. п. Контрагент должен предвидеть возможность поднятия или опускания крышек колодцев и пр., а также передвижения или поднятия тех фонарей, которые потребуется передвинуть или поднять.

27. Образцы материалов. Образцы всех материалов, камня, цемента, бруккенштейна и т. д., употребляемых в дело и установленных в технических условиях или в смете, должны быть представлены на одобрение инженеру, до употребления в дело. Инженер имеет право забраковать материалы, в каком-либо отношении не соответствующие техническим условиям, или одобренному образцу.



Редактор Н. Надеждинский

Техредактор П. Хитров

Уполн. Главшта Б—21 365

ОГИЗ 1654 Т 14 г.

Зак. тип. 3072.

Тираж 12225 экз.

Размер Бум. 62×94—19¹/₄ п. л. 1/1.

53 424 экз. в печ. л.

Сдано в набор 18/X—31 г.

Обложка худ. С. Н. Николаева

Подписано к печати 7/IV—32 г.



Издания
Гострансиздата
продаются в магазинах
Книгообъединение ОГИЗ

Единичные экземпляры высылают
наложенным платежом
КНИГА — ПОЧТОЙ
Москва,
64.



ГЛАВА XV

АСФАЛЬТ

Асфальт, в значительно большей мере, чем какой-либо иной материал, отвечает основным требованиям современного дорожного строительства. Он соединяет в себе целую группу необходимых качеств, которые лишь в отдельности встречаются в других видах материалов, употребляемых для дорог.

Необходимость специальных знаний. Изучение асфальта весьма интересно и увлекательно, но углубленные знания в этой области могут быть приобретены лишь в результате основательной исследовательской работы в соединении с практическим производственным опытом. В САСШ, главным образом благодаря Американской асфальтовой ассоциации (*American Asphalt Association*), асфальт занял место стандартного материала для одежды. Изданием отчетов о технических достижениях своих членов эта ассоциация дает ценные материалы инженерам, работающим в этой области. Американцы Р и ч а р д с о н (*Richardson*), П р е в о с т Г ю б б а р т (*Prevost Hubbard*) и братья У о р р е н (*Warren Brothers*) приобрели мировую известность за свои исследования в области асфальта. В Англии известны в этой области К и л л и к (*Killick*) и братья М а р р и о т (*Marriot Brothers*),¹ которые предоставили в распоряжение дорожных инженеров свои знания об этом исключительном материале, произведя ценные для дела асфальтового дорожного строительства работы.

Асфальтовые дороги хороши для использования во всяких условиях и обстоятельствах, но лишь при непременном условии, чтобы смеси для них были составлены соответственным образом под наблюдением опытных лиц. Значительные преимущества, которые могут быть получены применением асфальтовых дорог, до сих пор еще не вполне оценены в Англии, но неизменный рост употребления битуминозных материалов в дорожном строительстве ясно говорит за их будущее.

Особые преимущества, которые получаются от употребления асфальта, следующие.

1. Возможность использования местного камня, песка и заполнителя.
2. Возможность сравнительно недорогого покрытия асфальтом, в виде тонкого слоя, старой одежды, износившейся или недостаточно прочной.
3. Асфальт пластичен в необходимой мере и потому сохраняет тесное соприкосновение с основанием, не давая при этом никаких изломов.
4. Движение по такой дороге может быть открыто почти тотчас же после ее устройства.

¹ У нас интересные работы в этой области произведены проф. П. В. Сахаровым.

5. Асфальт хорошо связывается с основанием любого типа.
6. Он легко ремонтируется.
7. Он дает беспыльную поверхность и не пропускает воду.
8. Он упруг и обладает способностью поглощения ударов, что сберегает основание от повреждений ими.
9. Расходы на его содержание ничтожны.
10. Асфальт имеет гладкую поверхность и сравнительно бесшумен.
11. Он пригоден для всякой езды.

Асфальт имеет лишь один недостаток—это его способность становиться скользким при некоторых атмосферических условиях. Однако этот недостаток, если не может быть вполне устранен, то может быть в значительной степени уменьшен некоторыми мерами при проектировании, постройке и содержании.

Хотя общие принципы системы асфальтовой одежды остаются всегда неизменными, какова бы ни была асфальтовая одежда, но однако может быть очень много различных классов этих дорог. Дальнейшее развитие этих классов составляет ряд самых сложных и глубоко научных задач в технике дорожного строительства. В дальнейшем изложении будет показано, что для получения удачных результатов все виды работ по асфальту требуют большой тщательности и неотступного внимания к деталям их проектирования и производства.

Требования к основанию при устройстве асфальтовых одежд. Единственным случаем, когда асфальтовая одежда не может быть с успехом применена, это когда в подстилающем грунте отсутствует постоянная устойчивость. Как и для всякого другого вида дорог, подстилающий грунт требует большого внимания, а потому прежде чем приступить к постройке асфальтовой дороги, необходимо придать надлежащую устойчивость подстилающему грунту.

Прессованный асфальт всегда кладется на основание из цементного бетона, но асфальтовый бетон можно класть на любое плотное и устойчивое основание. На цементный бетон асфальт обычно кладется слоем в 3,7—6,2 см ($1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ ") толщиной.

На старом щебеночном или гравийном основании он обычно имеет толщину в 6,2—10 см ($2\frac{1}{2}$ —4"), причем толщина зависит от устойчивости подстилающего грунта и местных условий.

Для рассмотрения различных типов дорожных одежд, в которых может быть применен асфальт, необходимо выяснить, что представляет собой асфальт и из чего он состоит.

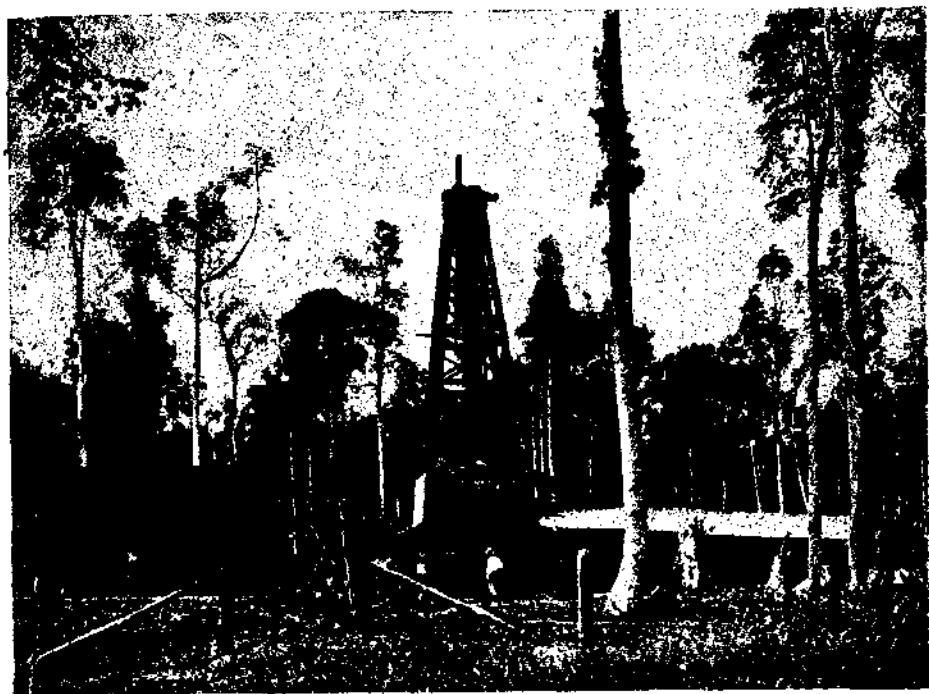
Битум и его определение. Главной составной частью всех асфальтовых одежд является битум. Химически битум относится к группе веществ, известных под названием углеводородов или соединений элементов углерода и водорода.

Британским комитетом технических стандартов битум определяется как родовое название для группы углеводородов, растворимых в сероуглероде, встречающихся в природном состоянии или получаемых при обработке асфальтовых нефтей.

Способность нацело растворяться в сероуглероде дает возможность отличить нефтяной битум от каменноугольного дегтя, от природного асфальта и пр. Растворимость в сероуглероде дает возможность определения количества битума как активного связующего элемента, присутствующего в асфальтовом веществе.

Хотя ценность битума как связующего вещества вообще значительно зависит от природы исходного продукта, из которого битум получен, но в общем наилучшая разновидность его обладает всеми существенными свойствами, необходимыми для связующего, отвечающего дорожным целям. Растворимость искусственного нефтяного битума в сероуглероде не должна быть менее 99%.

Происхождение асфальта. Британский комитет технических стандартов определяет асфальт как дорожный материал, состоящий из смеси битума с тонко измельченным минеральным веществом. Минеральное вещество может иметь крупность от мельчайшей пыли до материала,



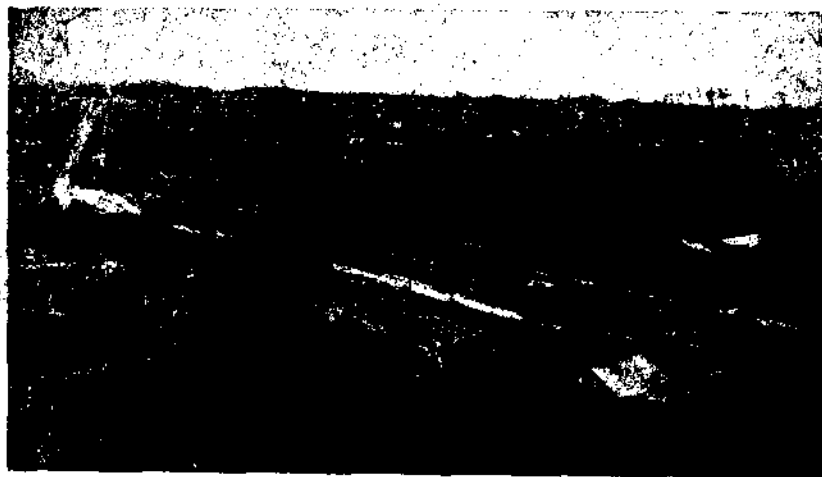
Фиг. 61. Нефтяные промыслы в Мексике. Вышка для бурения отверстия для выхода нефти.

соответствующего отверстию грохота в 0,6 см ($1/4''$). В описаниях асфальта американские инженеры определяют его иначе—как полутвердый или твердый, вязкий остаток, получаемый при частичном испарении или отгонке некоторых нефтей.¹ Это в одинаковой степени относится как к природным асфальтам, так и к получаемым при перегонке нефтей. Следовательно асфальт является таким продуктом, который во всех своих видах берет начало от нефти. Нефти, из которых производятся асфальты для дорожных целей, называются а с ф а л ь т о в ы м и н е ф т я м и и содержат в себе растворенный в легких фрак-

¹ См. асфальтовые одежды (*Asphalt Pavements*) Американской ассоциации асфальтового строительства. (*The American Asphalt Paving Association*).

циях асфальт. С течением времени химики открыли, что из асфальтовой нефти, например из добываемой в Мексике, фиг. 61 и 62, можно получить путем отгонки асфальт высшего по чистоте и вязкости качества. Вещество, получаемое из этой нефти, практически представляет чистый битум. В тех местах, где эта нефть естественным образом излилась на поверхность земли и образовала озера, получились отложения толстых пластов асфальта, вследствие последующего испарения более легких разжижающих масел.

Асфальт, образовавшийся таким путем, называется природным и обычно встречается смешанным с водой, газами, легкими маслами, растительными и минеральными веществами в виде песка и мельчайшей пыли. Для употребления его в дорожном строительстве он подвергается отгонке и затем для получения соответствующей вязкости к нему прибавляется разжижающее масло. Главные асфальтовые озера, которые



Фиг. 62. Вид нефтяных промыслов.

доставляют материал для дорожного дела, находятся на острове Тринидад и в Бермуде. Асфальт также встречается в виде пропитанной битумом горной породы, известной под названием асфальтовой породы. Эта порода часто представляет известняк, который естественным образом пропитан битумом содержащимся обычно в количестве 4—10%. Он добывается на юге Франции, в Швейцарии, Италии и Сицилии.¹

Существует еще много разногласий в определении терминов битум, асфальт и пр. В Америке все дорожные масла и каменноугольные дегти идут под названием «асфальт». В Англии находят, что проще называть все получаемые из асфальтов связующие вещества битумами.² Хотя битум встречается во многих местах земной коры и находится во всех геологических системах, его содержание и свойства значительно разнятся.

¹ Также в Союзе ССР.

² Наша номенклатура битума соответствует английской.

Различные гипотезы происхождения битума. В отношении происхождения битума нет общепринятой теории, но повидимому никто не возражает против того, что раз уже образовалась нефть, то она постепенно превращается в битум под влиянием времени, температуры и давления. Следовательно, рассматривая вопрос о происхождении битума, мы должны также рассмотреть и вопрос о происхождении нефти. Рядом известных ученых было предложено несколько гипотез, из которых одни утверждают, что нефть неорганического, другие—органического (животных организмов), третьи растительного происхождения. Весьма возможно, что обе последние теории об органическом и растительном происхождении правильны, т. е. что нефть происходит от естественного разложения на месте жировых остатков морских организмов как животных, так и растительных. Согласно наиболее вероятной теории о происхождении нефти и газов они произошли из животных и растительных остатков, погребенных в осадочных породах. В процессе разложения углеводороды выделились и скопились в пустотах и порах камня. Они удержались там или вследствие того, что содержащая их каменная порода прикрыта другой, непроницаемой или, как некоторые предполагают, они удержаны там гидростатическим давлением. В виду того, что в земной поверхности нередко находят скопления твердого битума, предполагается, что туда просочилась нефть и затем она затвердела вследствие потери своих более летучих составных частей, образовав битум. Известны случаи, когда нефть медленно вытекала из трещин, разливалась по поверхности и постепенно превращалась в асфальт или горный воск.¹

Одно из свойств, присущих нефти, именно ее оптическая активность, указывает на органическое происхождение, потому что масла происшедшие из неорганических веществ, оптически неактивны.

Превращение нефти. Под влиянием времени, температуры и давления, нефть с асфальтовой основой постепенно превращается в битум. Этот процесс называется превращением (метаморфозой) нефти. Во время этого процесса водород постепенно выделяется и молекулы принимают более сложное строение. Это изменение в результате превращает молекулы в более сложные с повышенным молекулярным весом. Такое превращение называется полимеризацией. Что касается нефти, то углеводороды в ней простейшего вида, тогда как в битуме они чрезвычайно сложны и с течением времени становятся еще более сложными по своему строению, причем молекулярный вес их увеличивается. Между различными видами битума не существует резких границ. Каждый вид постепенно переходит в другой. Все битумы происходят вследствие превращения нефти с асфальтовой основой.

Нефтяные битумы являются наиболее употребительными для дорожного строительства. Их подразделяют на две группы, а именно: а) чистый битум, б) битум, смешанный с неорганическими веществами.

К чистым битумам относятся те, которые добываются в Мексике, Венецуэле (Бермудец), Техасе и др., а к смешанным с неорганическими веществами—битум с острова Тринидад.

¹ Инженерная геология (Engineering Geology) Риз и Ватсон (Ries and Watson), стр. 567.

Кроме перечисленных групп мы имеем еще асфальтовые горные породы, которые состоят приблизительно из 90% известняка¹ и 10% битума.

Исходным продуктом для изготовления битума является сырая нефть особого типа.²

Природный битум образовался из сырой нефти, которая медленно излилась на поверхность. Сырая нефть, которую подвергают отгонке, не излилась на поверхность, а задержалась на различной глубине в природных как бы хранилищах, благодаря особому геологическому строению данной местности. Эту нефть извлекают буровыми скважинами, из которых она сама выливается фонтанами или выкачивается.

Разнообразие состава сырой нефти. Сырые нефти также различные по своему составу, как например различные растительные масла. Имеется много видов сырых нефтей, но безусловно годными для изготовления битума являются тяжелые асфальтовые нефти Мексики, Техаса, Калифорнии, Тринидада и Венесуэлы. Многие другие сырые нефти также содержат в себе битум, но в значительно меньшем количестве. В сущности сырые нефти являются смесями битума с бензином, керосином, летучими и жидкими маслами. При удалении этих относительно более легких фракций получается битум. Это производится обычно путем отгонки при помощи пара или вакуума. Так как температура начала и конца кипения бензина, керосина, летучих и жидких масел ниже температуры начала кипения битума, то, будучи подвергнуты действию достаточного нагревания, эти вещества удаляются, образуя в остатке битум. В виду того, что нежелательно перегревать битум, во время отгонки принимаются соответствующие меры для сохранения возможно низкой температуры.

Это производится двумя способами: а) пропуская сильную струю пара в перегоняемую нефть, б) производя перегонку в разреженном пространстве. Обоиими этими способами температура кипения нефти значительно понижается и выделение летучих веществ происходит без опасности перегрева.

Перегонка. Перегонка производится в аппаратуре, которая называется перегонным кубом; куб может быть старого цилиндрического типа подобно котлам корнваллийского типа, но без центральной трубы для газов или более современного трубчатого типа, по принципу, похожему на таковой для паровых трубчатых котлов. При употреблении перегонных кубов последнего типа перегонка происходит значительно успешнее, и кроме того битум подвергается действию нагрева не больше 10 минут или около этого, тогда как при употреблении перегонного куба старого типа на это требуется 10 часов и даже более.

В виду того, что из всех видов битума и мексфальт, получаемый в этих трубчатых кубах, является самым распространенным в Англии, в дальнейшем будет описан только этот вид битума.

Переработка сырой нефти на битум. Сырая нефть поступает через цилиндрический сосуд с трубами, который служит для использования тепла выпускаемого готового битума, причем готовый битум охлаждается, а сырая нефть нагревается. Сырая нефть проходит через прост-

¹ Также доломита или песчаника.

² См. производство нефтяного асфальта, (The Manufacture of Petroleum Asphalt Kemley).

ранство между трубами, тогда как горячий битум, выпускаемый из перегонного куба, проходит через трубы и согревает нефть, а сам при этом охлаждается. Это приспособление, используя температуру, выделяемую охлаждающимся горячим битумом, сокращает расход на топливо. Сырая нефть, частично подогретая таким способом, проходит затем через трубчатый перегонный куб. Этот последний представляет систему труб, опорные концы которых заделаны в кирпичной кладке и соединены коленами, так что образуют одну непрерывную трубу диаметром в 10 см (4") и длиной в 540 м (1800') и более. Проходя через эту трубчатку нефть подогревается горячими газами от форсунки. Водяной пар может быть также пропущен через эти трубы. Когда нефть достигает конца трубчатого перегонного куба, она нагревается настолько, что все фракции, подлежащие отгонке, успевают перейти в газообразное состояние, и остается битум требуемой вязкости.

Эта смесь горячего битума, газообразных продуктов и водяного пара затем достигает верхней части особого разделительного ящика или испарителя. В этом сосуде она сливается через ряд расположенных уступами лотков и продувается новым притоком водяных паров, которые попадают сюда через специальный трубопровод; таким образом газообразные продукты окончательно освобождаются и через главную газотводную трубу попадают в конденсаторы, а битум стекает через трубы, заложённые на дне цилиндрического сосуда, и отдает свое тепло поступающей в приемные баки новой порции холодной нефти. Газообразные продукты, состоящие из различных фракций эфира, бензина, осветительных погонцов, летучих и жидких или смазочных масел в различных пропорциях, в зависимости от природы нефти, подвергаемой обработке, и вязкости получаемого битума, сгущаются при помощи специальных приспособлений, образуя специальные продукты.

Теперь становится вполне понятным, что можно легко получить битум любого качества, регулируя количество отгоняемого масла. Этот способ отгона является более рациональным, чем если мы возьмем слишком вязкий битум и затем будем размягчать его путем прибавления разжижающих масел, которые могут в большинстве случаев происходить от других видов сырых нефтей.

Процесс изготовления находится под непрерывным контролем, причем постепенно проверяются величина проникания и температура размягчения выпускаемого битума. Количество используемого водяного пара измеряется, температура тщательно проверяется и автоматически отмечается специальным термометром.

Контрольные химические испытания битума. Последующие химические испытания дают возможность контролировать качество битума. Хороший битум почти целиком растворяется в сероуглероде. Все, что не растворяется (исключая, конечно, минеральные вещества), представляет свободный углерод, каковой является нежелательным, причем присутствие его указывает на то, что в процессе изготовления битум подвергался слишком быстро или чрезмерному нагреванию.

Мексфальт, как показывает анализ, всегда больше чем на 99,8% растворим в сероуглероде.

Более точным испытанием на перегрев является растворимость в четыреххлористом углероде. Разница в растворимости битума хорошего

изготовления в CS_2 и в CCl_4 должна быть самой ничтожной. Цифры растворимости мексальта в обоих случаях почти одинаковы.

В виду того, что запасы специальных сырых нефтей, требующихся для изготовления битума, достаточно велики и так как снабжение ими производится аккуратно, а свойства нефтей отличаются замечательным постоянством, то неизменный выпуск в должном количестве битума любого качества вполне обеспечен; при этом благодаря строгому контролю в процессе изготовления даже некоторые отклонения в свойствах сырой нефти могут быть легко устранены.

Природный асфальт. Самый известный и наиболее распространенный природный асфальт добывается из принадлежащего Великобритании битумного озера в Тринидаде. Битум из Тринидадского озера представляет собой эмульсию воды, газа и битума, содержащую минеральное вещество, главным образом в виде мелкого песка и пыли (пепла).

Постоянство состава тринидадского битума. Минеральное вещество в тринидадском битуме получается из действующего в озере грязевого ключа вулканического происхождения. Результатом этого является то, что грязь постоянно изливается в объединении с битумом и мелким минеральным материалом. Образцы, взятые из различных мест отложения, по анализу оказались везде одинаковыми.

На протяжении свыше 40 лет около 5 млн. тонн битума было добыто из этого озера. С целью получить более точные данные о толщине слоя и качестве асфальта были произведены недавно обширные исследования озера Тринидад Обществом инженеров и геологов (*Limmer and Trinidad Company's Engineers and Geologists*), которые дали прекрасные результаты.

В настоящее время уровень озера возвышается приблизительно на 34,5 м (115') над уровнем моря. Сравнивая положение его уровня на протяжении последних сорока лет, отмечается оседание приблизительно на 6,6 м (22'). Площадь озера равняется приблизительно 40 га (100 акрам).

Более ранние попытки исследовать озеро механическим бурением закончились неудачно, вследствие непригодности примененных методов. Последние изыскания проводились по следующему методу.

Была сделана зондировка дна озера при помощи подвижной буровой вышки в 12 м (40'). Железная труба диаметром в 7,5 см (3") (к нижнему концу которой прикреплялась деревянная втулка) опускалась в асфальт, причем в эту трубу был пропущен паропровод диаметром 2,5 см (1") для подачи пара в нижнюю часть буровой трубы. Бурение и опускание трубы происходило при помощи тепла, доставляемого паропроводом, а также вращением бура. Когда длина бура оказывалась недостаточной, добавлялись новые звенья. Через интервалы в 15 м (50') брались пробы. Бурение во всех точках было доведено до дна озера, причем брался пробный образец грунта, образующего дно озера. Каждый раз весь бур по окончании работы вынимался, причем все зондировки оказались успешными и определили максимальную глубину в 55,5 м (285') в центре озера.

Однако сведения, полученные при таком исследовании, не определяют исчерпывающим образом притока асфальта.

Запаса асфальта Тринидадского озера хватит на много поколений. Центральная часть озера заметным образом возвышается над остальной поверхностью, причем наблюдается почти непрерывное истечение газа главным образом в центре. Однако имеются точные указания о том, что

размер притока не соответствует количеству асфальта, добываемого в настоящее время, но тем не менее было вполне определенно установлено, что количество вновь поступающего асфальта достаточно велико, чтобы его хватило на много поколений.

Одинаково важна с точки зрения выработки озерного асфальта уверенность, получившаяся из анализа проб, что на всех глубинах асфальт абсолютно однороден по своему составу и качеству и одинаков с тем, который на протяжении многих лет получался в этой огромной залежи.

Сырой материал, извлекаемый из озера, имеет следующий состав в процентах:

Летучие вещества при нагреве до 100° (212° Ф)	29,0
Битум, растворимый в сероуглероде	39,0
Минеральные вещества (пепел)	27,5
Органические нерастворимые вещества	4,5
Итого	100%

Сырой битум, добытый при помощи кирок с поверхности отложения, отправляется на очистительные заводы.

Процесс очистки заключается в удалении воды в котлах, нагреваемых змеевиковым паропроводом при давлении в 9 атм. (125 фнт. на кв. дм.) при температуре в 163° (325° Ф), и в результате получается вещество следующего состава (в процентах):

Битум, растворимый в сероуглероде	56,5
Минеральные вещества (пепел)	38,5
Нерастворимые органические вещества	5,0
Итого	100%

Удельный вес	1,40
Температура размягчения	85° (185° Ф)
Проникание при 25° (77° Ф)	4

Тринидадский битум в сыром виде лишь в незначительном количестве отправляется в Европу; наибольшее же количество его отправляется в безводном или очищенном виде в порты тех стран, в которых он имеет применение. Его разливают в легкие бочки типа употребляемых для цемента; вес бочки около 170 кг (380 фнт.). По поступлении на дорожную базу бочки разбиваются и битум погружается в котлы для плавки, причем температура доводится до 180° (350° Ф).

Разжижающие масла для битума. В это время добавляются тяжелые нефтяные остатки с целью привести битум к консистенции, необходимой для требуемой цели. В Англии к битуму обычно прибавляется 25% по весу этого разжижающего материала. Разжижающее масло, пригодное для размягчения битума, имеет следующие свойства:

Удельный вес при 15° (60° Ф)	0,92—0,93
Температура вспышки	180° (350° Ф)
Потеря в весе при нагревании в течение 7 часов при 165° (325° Ф) не более	5%

Соединение битума с разжижающим маслом происходит после двухчасового перемешивания при действии воздушных насосов при темпе-

ратуре в 160° (320° Ф)¹ и дает однородное вещество следующего состава (в процентах):

Битум, растворимый в сероуглероде	67,0
Минеральные вещества (пепел)	28,5
Органические нерастворимые вещества	4,5
Итого	100%
Удельный вес при 15° (60 Ф)	1,27
Проникание при 15° (77 Ф)	60

Из предыдущего анализа видно, что в битуме Тринидадского озера содержится довольно большое количество минеральных частиц. Некоторые из этих минеральных частиц настолько мелки, что могут пройти через лучшую фильтровальную бумагу, употребляемую при анализах.² Такие системы вообще называются коллоидальными. Термин коллоидальный буквально означает клееподобный. В тринидадском битуме минеральное вещество всегда находится во взвешенном состоянии, и исключительно хорошее качество тринидадского битума зависит оттого, что минеральные вещества в нем крайне измельчены и что эти мельчайшие частицы впитали в себя битум.

Определение пустот в минеральной смеси. До рассмотрения различных смесей, употребляемых для асфальтовых одежд, необходимо изучить методы, определения пустот в сухой минеральной смеси и получить некоторое представление о физических и химических испытаниях битума.

Определение количества пустот расчетным способом. Для того чтобы определить количество пустот в определенном объеме сухого минерального материала, состоящего из однородных частиц, если известен его удельный вес, нужно разделить действительный вес данного объема материала на теоретический вес сплошного камня того же объема.³ Для определения удельного веса может быть применен очень простой прибор в виде отливного стакана (пикнометр) для материала, крупностью в 0,6 см ($1\frac{1}{4}$ ") и выше, фиг. 63.

Если приходится иметь дело со смесью из крупных и мелких частиц, например каменной мелочью, песка и пыли, необходимо сначала определить удельный вес и процент по весу каждой из фракций, фиг. 64, находящихся в смеси.

После определения удельного веса и процента по весу крупных и мелких составных частей можно вычислить объемные пропорции путем деления процента по весу каждой фракции на соответствующий удельный вес. Сумма весовых процентов, деленная на сумму получившихся объемных пропорций, даст средний удельный вес смеси.⁴

¹ По английской номенклатуре это вещество называется асфальтовый цемент. Мы его называем в дальнейшем битум (с указанием происхождения и обработки).

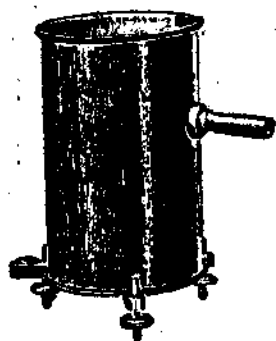
² См. генеральный доклад на V международном дорожном конгрессе.

³ Количество пустот по объему в процентах получится путем вычитания из единицы вычисленного частного и умножением результата на 100.

⁴ Пусть удельные веса фракций: $d_1, d_2, d_3, \dots$ и т. д., весовые проценты

фракции $P_1, P_2, P_3, \dots$ и т. д.; средний удельный вес смеси $\frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots}{\frac{P_1}{d_1} + \frac{P_2}{d_2} + \frac{P_3}{d_3} + \dots}$

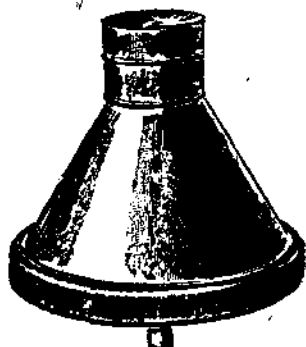
Приборы для определения пустот опытным путем. Другой метод определения количества пустот состоит в непосредственном заполнении их водой и измерении количества воды, употребленной для заполнения. Прибор¹ в виде конуса, фиг. 65, наполняется до горла минеральным материалом, который надлежащим образом уплотняется, следя при этом за тем, чтобы мелкие части не опускались на дно, но чтобы получилась равномерная смесь. Мерительный цилиндр, обычно емкостью в 1 000 см³ с отверстием в дне и с трубкой, соединяющей это отверстие с отверстием в дне конуса, наполняется водой; трубка захватывается зажимом. Отмечается уровень воды. Зажим открывается, и вода



Фиг. 63. Отливной стакан для определения удельного веса минерального материала (пикнометр).



Фиг. 64. Набор сит для гранулометрического анализа.



Фиг. 65. Латунный конус для определения пустот в крупном минеральном материале.

медленно просачивается в конус до тех пор, пока она ни появится на поверхности образца. Количество вышедшей воды определяется по мерительному цилиндру. Это количество, разделенное на объем конуса (5 л) и умноженное на 100, даст процент пустот по объему. Необходимо внести поправку на объемное содержание соединительной трубки. Зная вес материала, занимающего определенный объем в конусе, и количество воды, занявшей пустоты в этом материале, можно вычислить величину удельного веса, количество пустот и т. д. по следующим формулам:

Процент пустот по объему:
$$\frac{W \cdot A \cdot 100}{V}$$

Объемный вес:
$$\frac{W}{V}$$

$W \cdot A$ — количество вошедшей воды в см³,

V — объем материала в конусе в см³,

100 · A — процент пустот по весу.

Удельный вес
$$\frac{W}{v - w \cdot A}$$
, где w — вес образца в г.

¹ Для крупного минерального материала применяется конус; для мелкого — прибор по фиг. 66.

Надежным прибором для определения удельного веса минерального материала и пр., задерживающегося на грохоте в 0,6 см ($1/4''$), является вышеупомянутый отливной стакан. На этом приборе удельный вес определяется следующим образом.

Около 1 кг материала высушивается и по возможности точно взвешивается; обозначим его вес через a . Он погружается затем в воду на 24 часа. По вынимании из воды все частицы вытираются полотенцем, каждая в отдельности, затем весь образец снова взвешивается и вес обозначается через b . После этого образец тотчас помещается в отливной стакан, который предварительно наполняется до верха водой при 25°. Вытесняемая при этом вода собирается и взвешивается; обозначим вес вытесненной воды через c .

Тогда удельный вес при 25°: $\frac{a}{a - b + c}$.

Влагоемкость: $\frac{b - a}{a} \times 100$ (в процентах по весу).

Определение среднего удельного веса смеси

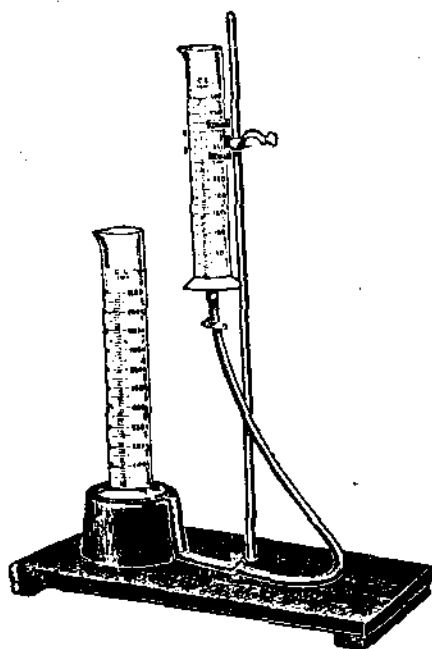
Фракции, размеры и сорт	Объемные пропорции в смеси (число частей)	Удельный вес, полученный при помощи отливного стакана	Итого (произведение граф 2 и 3)
2,5 см ($1''$) гранит	6	2,7	16,2
2,0 см ($3/4''$) >	4	2,7	10,8
0,6 см ($1/4''$) >	3	2,7	8,1
Эльсфордский песок	4	2,3	9,2
Барнардский >	4	2,4	9,6
Мелочь известняковая	2	2,6	5,2
Итого . . .	23	—	59,1

Средний удельный вес смеси $2,57$ ($\frac{59,1}{23} = 2,57$). Предположим, что объем смеси с этим удельным весом, помещенный в конусе, равняется $5\,000\text{ см}^3$. Если затем умножим объем на средний удельный вес смеси, получится теоретический вес сплошного материала. Разница между последним и весом образца, взятого для наполнения конуса в $5\,000\text{ см}^3$, обуславливает пустоты в смеси. Если предположим, что вес смеси, нужной для наполнения $5\,000\text{ см}^3$ конуса, равняется $11\,000\text{ г}$, то количество пустот выразится в 15% по объему.¹ Этот процент дает нам некоторое представление о необходимом количестве битума. С научной точки зрения потребуется взять количество битума в объеме, необходимом для

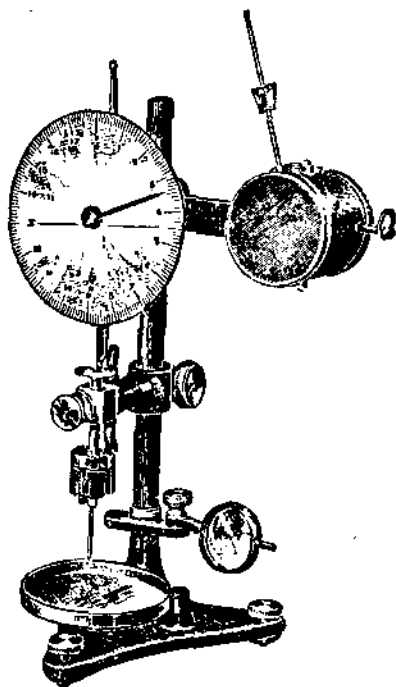
¹ Количество пустот по объему в процентах = $100 \left(1 - \frac{2,2}{2,57}\right) = 15\%$.

где $\frac{11\,000}{5\,000} = 2,2$ есть объемный вес.

заполнения этих пустот. Но если процент пустот в смеси очень велик, то количество битума окажется так велико, что значительно превысит количество, нужное для покрытия всех частиц тонкой пленкой, и следовательно получится кашеобразная смесь. Идеальной смесью считается та, в которой количество пустот в минеральном материале столь незначительно, что правильное количество битума, потребное для покрытия частиц, будет в то же время достаточным для заполнения пустот. Пустоты в асфальто-бетонных смесях не должны превышать 17—18%, и 20% (по объему) является максимально возможным пределом. Выпускаемая



Фиг. 66. Прибор для определения пустот в мелком минеральном материале.



Фиг. 67. Пенетромтр для определения вязкости битума.

из смесителя асфальтовая смесь должна быть вязка, но не текуча. Любая асфальтовая смесь окажется непрочной, если она содержит битум в чрезмерном количестве. Регулирование содержания битума в смеси является вероятно наиболее важным моментом в процессе изготовления асфальта. Желательно следить за состоянием битума под катком, так, чтобы в случае необходимости в следующие порции смеси могли бы быть внесены соответствующие поправки. Если смесь оказывается слишком сухой, или крошится по разгребанию, то это зависит от недостатка битума. Если она слишком неподвижна, с наклонностью собираться в комки, то это указывает обычно на чрезмерное содержание заполнителя. Если после укатки катком смесь дает небольшие волосные трещины, которые расширяются при охлаждении, это тоже указывает на необходимость прибавки битума. Нужно с особым вниманием следить за соблюдением найденных пропорций битума, если в сухой сме-

си не обнаруживается отклонений. Эти отклонения могут нарушить баланс, и в результате получится неоднородная одежда.

Пример расчета количества битума, необходимого для заполнения пустот в сухой минеральной смеси. Возьмем пример асфальтового бетона, соответствующий вышеуказанному типичному случаю.

Пусть количество пустот по объему 18,8%. Количество воды для заполнения пустот в смеси—940 см³. Вес образца—10 290 г. Объемный вес сухой смеси 2,05 г/кб см. Объем образца сухой смеси—5 000 см³. Удельный вес 2,53. Вес битума: $940 \times 1,04$ (1,04 уд. в. мексфальта)=977 г. На 10 290 г минерального материала требуется 977 г битума.

Следовательно весовая пропорция битума—8,7% полного веса смеси.

Обычно производятся следующие испытания битума.

Проникание. Особый прибор, фиг. 67, называемый, **пенетрометром**, определяет и контролирует твердость или вязкость битума. Пенетрометр указывает глубину, на которую игла определенного веса погружается в образец при строго определенных условиях нагрузки, времени и температуры.

Стандартное или нормальное испытание на проникание, величина которого¹ заключается между 30 и 200, проводится в следующих условиях: берется игла № 2 весом в 100 г; она опускается на 5 сек. в битум, имеющий температуру в 25° (77° Ф). При проникании меньше чем 90 обычно допускается при параллельных испытаниях отклонение в образцах одной партии на 10, а выше этого—отклонение на 30, например 90—120 или 180—200.

Чрезвычайно важно выбрать связующее вещество с прониканием, соответствующим тому типу одежды, который намечен к постройке, и тем условиям климата и проезда, при которых одежда будет служить. Например твердость битума, употребляемого для нижнего слоя из асфальтового бетона, обычно несколько меньше той, которая требуется для верхнего слоя из асфальтового раствора.

Температура вспышки. Температура вспышки битума является той температурой, при которой выходящие из битума газы вспыхивают от соприкосновения с огнем.

Эта температура должна быть выше температуры, необходимой для нагревания битума во время его расплавления, необходимого для смешения с минеральным материалом.

Потеря в весе при нагревании. Образец весом в 50 г нагревается в течение 5 часов при температуре в 163° (325° Ф). Потеря в весе отмечается в процентах относительно веса взятой навески. Битум для дорожных целей не должен обнаружить потерю в весе более 3%, причем остаток должен терять не более 50% своего первоначального проникания.

Тягучесть. Тягучесть битума определяется расстоянием, на которое стандартная восьмерка этого материала растягивается без разрыва при температуре в 25° (77° Ф) при условии, что концы восьмерки растягиваются при скорости 5 см в минуту. Это расстояние выражается в сантиметрах. Тягучесть битума, обработанного при изготовлении паром, всегда выше тягучести окисленного битума того же проникания. В обоих случаях она тем не менее зависит от проникания, повышаясь соответственно большему прониканию и понижаясь при уменьшении проника-

¹ Эти цифры выражаются в десятых долях миллиметра.

ния. Большинство инженеров считает, что битум для метода проникания асфальтового бетона и для асфальтового раствора должен обладать тягучестью не менее чем 30 см. Для изготовления асфальтовых плит и для некоторых других целей обычно устанавливается более низкий минимум тягучести.

Температура размягчения. По мере нагревания и повышения температуры битум постепенно размягчается и наконец течет. Ни при какой стадии нагревания не существует такой критической температуры, при которой он неожиданно переходил бы из твердого состояния в жидкое; следовательно можно говорить лишь о некоторой условной температуре размягчения.

Чисто произвольный метод, стандартизированный Американским обществом испытания материалов (*Am. Society for Testing Materials*), называется «методом кольца и шара». Согласно этому методу небольшой образец битума расплавляется и выливается в помещенное на листе стандартное латунное кольцо. По охлаждении битума поверх него помещается стандартный стальной шар, а кольцо подвешивается в стакане, наполненном водой, температура которой постепенно повышается со скоростью 5° (9° Ф) в минуту. Температура, при которой битум размягчается настолько, чтобы позволить шару пройти через кольцо и упасть на дно стакана, находящееся на $2,5 \text{ см}^2$ ($1''$) от кольца, и называется его температурой размягчения. Если температура размягчения битума выше точки кипения воды, вместо воды употребляется глицерин.

Пригодность битума для одежд всех видов. Широкое применение битума повело к изготовлению большого ряда разнообразных сортов его, пригодных для различных видов строительства. Значительное разнообразие битумных смесей для одежд дает дорожному инженеру возможность вносить в свои дороги с течением времени прогрессивное улучшение и развитие. Это особенно легко, когда имеются в распоряжении местные минеральные материалы надлежащих свойств. Старая щебеночная дорога может быть обновлена поверхностной обработкой битумом. Со временем эта дорога может быть покрыта слоем битумированным по способу пропитки, или слоем асфальтового бетона, который в свою очередь окажется в дальнейшем основой для нового слоя из асфальтового раствора.

После того как мы вкратце рассмотрели вопросы происхождения битума и его перехода из сырого вида в обработанный, а также некоторые испытания, которым он подвергается, необходимо ознакомиться с характерными особенностями смесей для одежд.

Асфальтовые смеси, употребляемые в дорожных работах, представляют собою объединения минерального материала с битумом, изготовляемые путем смешения.

Группы минеральных материалов, применяемых в асфальто-бетонных работах. Минеральные материалы, употребляемые для этого вида строительства, делятся на следующие группы:

1. Материалы для нижнего слоя одежды из асфальтового бетона.
2. Материалы для верхнего слоя одежды из асфальтового бетона.
3. Материалы для асфальтового бетона вообще.
4. Материалы, употребляемые в качестве заполнителя.

К первой группе относится целый ряд различных материалов, годных для нижнего слоя асфальто-бетонной одежды. Как было уже сказано

в главе IV, существует много минеральных материалов, которые пригодны для объединения с битумом, но оказываются совершенно непригодными для одежд без применения битума. Основной выгодой, вытекающей из этого факта, является уменьшение расходов на дороги благодаря возможности обойтись материалами из местных источников. Для этого рода работ употреблялся с полным успехом дробленый гравий, а также песчаник и шлак.

Практически все породы камня пригодны для нижнего слоя при условии, что они способны без повреждений выдержать нагревание, а также имеют сродство с битумом. Тем не менее не следует употреблять слабые минеральные материалы для нижнего слоя, устраиваемого поверх основания из цементного бетона, вследствие их способности к дроблению и распаду под проездом, когда они лежат на жестком основании. Чтобы понять нижеизложенные принципы выбора материалов для асфальтовых смесей, полезно рассмотреть факторы, руководящие в этом вопросе. В виду того, что количество и твердость битума в смеси зависят от характера, размера и подбора минерального материала, полезно классифицировать на этом основании различные виды смесей для асфальтовых одежд. Прежде всего необходимо установить границу между терминами „крупный“ и „мелкий“ минеральный материал.

Правильнее всего провести эту границу при помощи сита № 10, фиг. 68, и называть крупным материалом тот, который задерживается на этом сите, а в качестве мелкого материала рассматривать все фракции, проходящие через это сито. Устанавливается два типа смесей для асфальтовых одежд. Один состоит исключительно из крупного материала, другой содержит в себе лишь мелкий материал. Между этими двумя пределами помещаются смеси, полученные от употребления вместе обоих материалов, крупного и мелкого. Эти смеси могут быть в свою очередь подразделены на два класса, один с преобладающим содержанием крупного, другой с преобладающим содержанием мелкого материала. Поэтому выработалось четыре основных класса асфальтовых смесей:

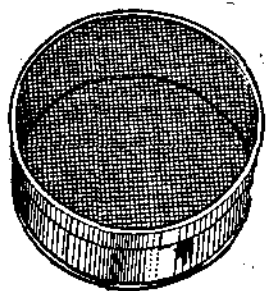
- 1) смеси, содержащие минеральный материал, задерживающийся на сите № 10;
- 2) смеси, содержащие крупный и мелкий материал, с преобладанием крупного;
- 3) смеси, содержащие крупный и мелкий материал, с преобладанием мелкого;
- 4) смеси, в которых весь минеральный материал практически проходит через сито № 10, но с преобладанием частиц, задерживающихся на сите № 200.

Взаимная заклинка частиц минерального материала и механическая устойчивость. Мы находим в первом классе смеси, которые иногда называются **асфальтовым бетоном** с однородным минеральным материалом, или—в случае устройства на нем асфальтового раствора—смесями для незаполненного нижнего слоя;¹ крупный материал в этих смесях состоит из щебня несколько меньшего размера того, который в большинстве случаев употребляется в обыкновенном шоссе. Он должен быть в достаточной мере крупный и однородный, чтобы плотно примыкать

¹ Иногда такой асфальтовый бетон называют пористым или открытым.

друг к другу и взаимно заклиниваться при сжатии. Это плотное примыкание весьма важно в отношении устойчивости слоя, так как оно дает нужное сопротивление движению и смещению от проезда. Материал должен состоять из угловатых обломочных частиц, по возможности приближающихся к кубической форме, без плиток и удлиненных частиц. Он должен быть чистым, без содержания грязи или посторонних веществ, в каком бы то ни было виде. Вместо камня можно употребить соответствующий шлак, но недробленный гравий не допускается, так как окатанные частицы его способны скользить и смещаться. Материал должен быть в достаточной мере твердым, чтобы противостоять износу от усиленного проезда.

Количество битума в смеси. Этот класс смесей (первый) обладает лишь незначительным сопротивлением трения против смещения благодаря сравнительно небольшой поверхности соприкосновения отдельных частиц материала. Сопротивление трения не может быть усилено



Фиг. 68. Сито № 10 как граница между крупным и мелким минеральным материалом.



Фиг. 69. Образец двуслойной асфальтовой одежды, смесь 4-го класса на смеси 2-го класса.

в значительной степени битумом, и роль битума в этом случае заключается в том, чтобы образовать упругую прослойку между частицами и облегчить им взаимную пригонку друг к другу, происходящую вследствие внутреннего износа и облома кромок. Поэтому здесь употребляется более мягкий битум, чем тот, который применяется в смесях других классов. Нужно быть осторожным в отношении предела мягкости битума, так как слишком мягкий сорт вызовет выход битума от езды в жаркую погоду, в особенности если слой лежит на жесткой поверхности. При излишке битума он стечет с поверхности горячего материала и пропадет бесполезно. Дно кузова грузовика, доставляющего материал с базы на дорогу, обычно указывает на это. Низ каждой порции будет чрезмерно пропитан битумом, так что после россыпи и укатки такого материала не получится устойчивого слоя.

Количество битума, который примешивается к минеральному материалу, должно быть достаточным, чтобы равномерно покрыть каждую минеральную частицу битумной пленкой такой толщины, которой удерживается при температуре смешивания, обычно между 120 и 150° (250 и 300° Ф). Обычно это будет около 5—6% от веса смеси, в зависимости от характера и удельного веса материала. Подобного рода смесь не является непроницаемой для воды, так как ничего не предпринято для заполнения имеющихся в смеси пустот,

Рекомендуется прибавление 10—15% песка.

Во всех классах смесей объемные соотношения имеют большее значение, чем весовые, но так как весовые соотношения определяются с большей точностью, ими обычно и руководствуются при составлении смесей. На 1 м³ материала в неуплотненном виде требуется от 75 до 100 л битума (на 1 куб. ярд от 13 до 17 галл.).

Так как подобные смеси для одежды являются проницаемыми для воды, совершенно необходимо особо обработать поверхность и тем сделать ее непроницаемой.

Как и во всех остальных видах дорожного строительства, надо уделить особое внимание поверхностному водоотводу и внутреннему дренажу, чтобы предохранить асфальт от проникания воды и вследствие этого повреждения при морозах. Когда применяется этот класс материала для одежды по методу смешения, необходимо устроить на нем слой поверхностной обработки и обновлять его при надобности. Когда смесь такого рода применяется в виде нижнего слоя для покрытия его асфальтовым раствором, нет надобности в поверхностной обработке его, так как слой асфальтового раствора исполняет это назначение.

Чтобы иметь возможность логично обосновать второй и третий классы смесей, необходимо сначала изучить характерные особенности смесей четвертого класса, который обычно называется асфальтовым раствором. Этот тип смеси применяется для верхнего слоя асфальтовых одежд и составляется из битума, тонко измельченного заполнителя и тщательно подобранной смеси двух или трех сортов песка. Вся смесь обычно кладется на нижний слой пористого асфальтобетона (смесь первого класса).

Песок является скелетом асфальтового раствора. Применяемый в смесях для асфальтового раствора мелкий минеральный материал составляет 70—80% веса этих смесей.¹

Этот материал, задерживающийся на сите № 200, должен состоять из чистых, неокатанных, невыветренных кварцевых частиц, свободных от глины и каких-либо вредных примесей (песок). Желательно, чтобы частицы обладали шероховатой поверхностью для более прочного сцепления с битумом. Хотя частицы песка образуют скелет одежды и заклинивают друг друга довольно плотно под давлением укатки, они слишком малы, чтобы значительно противостоять смещению их от усилий проезда. Поэтому битум должен быть такой вязкости, чтобы восполнить недостаток сопротивления, и с этой целью берется значительно более твердый битум, чем тот, который применяется в смесях первого класса.

В виду того что везде имеются значительные залежи песка, можно без особых затруднений составить из двух или более сортов песка необходимый подбор, более или менее близкий к стандартному. Если все частицы песка приблизительно одного и того же размера, поверхность соприкосновения частиц будет сравнительно невелика, и поэтому будет иметь место несколько пониженное сопротивление трения между частицами. Смесь из одних только мелких частиц представляет большее сопротивление трения, чем состоящая исключительно из крупных частиц, но эта разница приблизительно уравнивается уменьшением величин сил заклинивания мелких частиц по сравнению с крупными,

¹ По Превост Гюббардту (*Prevost Hubbard*),

Строго теоретический подбор фракций песка на практике неосуществим. Хотя было выдвинуто много теорий по установлению определенных пределов по подбору смесей для асфальтовых одежд, однако не было предложено еще таких, которые бы приняли во внимание все встречающиеся на практике факторы. Поэтому для получения наиболее удовлетворительных результатов самым надежным является принять для подбора песка те пределы, которые подкажут на практике сами работы по строительству. Тем не менее необходимо ясно себе представить различные факторы, имеющие отношение к подбору песка в смесях для одежд. Обычно сопротивление одежды смещению увеличивается соответственно увеличению поверхности соприкосновения между частицами песка. Мелкий песок даст лучшие результаты при тяжелом грузовом движении, потому что крупные частицы легче раздробляются, чем мелкие. Для легкого движения можно с успехом увеличить примесь крупных частиц, так как подобная смесь менее подвержена образованию трещин благодаря более толстой битумной пленке. Если смесь имеет склонность к образованию трещин, она сама исправляется при грузовом движении.

Сопротивление смещению частиц материала, которые проходят через сито № 200, не увеличивается пропорционально увеличению их поверхности. Тем не менее выгодно включить в смесь довольно значительный процент минеральных частиц, проходящих через сито № 200. Практический опыт доказал, что в этом отношении наилучшие результаты получаются от примеси известняковой муки или портландского цемента.¹ Такие вещества, прибавляемые к смесям, называются **з а п о л н и т е л я м и**. Хотя гидравлические свойства цемента не имеют ценности, когда он употребляется в виде заполнителя, он дал наилучшие результаты вероятно благодаря своему большому удельному весу, абсолютной сухости и отсутствию примесей, могущих химически воздействовать на битум. Чтобы сократить расход на заполнитель, были сделаны попытки заменить его тонко истертой глиной, но безуспешно.

Портландцемент—наилучший заполнитель.² Мука известняка, сланцев и мела³ дает удовлетворительные результаты. Повидимому битум в значительной степени поглощается каждой частицей заполнителя, и тем самым сильно увеличивается взаимное сцепление. Для получения равноценных результатов при употреблении заполнителя из портландского цемента потребуется более значительное количество его по весу, чем при употреблении муки известняка той же степени измельчения. Это зависит от разницы в их удельных весах: 1 кг муки известняка эквивалентен 1,15 кг цемента. При назначении заполнителя необходимо обратить внимание на его удельный вес и указывать его на ряду с количеством заполнителя. Употребление заполнителя существенно увеличивает плотность смеси, так как чрезвычайно мелкие частицы его заполняют пустоты между частицами песка. Его употребление также увеличивает в значительной мере устойчивость смеси,⁴ повышая сопротивление ее смещению.

¹ В Союзе ССР употребление портландского цемента в качестве заполнителя не рекомендуется.

² В Союзе ССР наилучшим заполнителем считается асфальтовый порошок.

³ Употребление мела противоречит нашим взглядам.

⁴ Здесь недостаточно отмечена главнейшая роль заполнителя, состоящая в образовании асфальтового вяжущего вещества (битум плюс заполнитель).

эта смесь гораздо плотнее, чем первого класса, так как пустоты заполнены мелким материалом и заполнителем. Крупный материал преобладает, и пропорции должны быть таковы, чтобы дать возможность отдельным частицам плотно примыкать одна к другой. Как и в смесях первого класса, крупный материал должен состоять из угловатых частиц камня, которые взаимно заклинивают и представляют сопротивление смещению.

Практическое использование местных источников камня. Как отмечено выше, эта взаимная заковка в смесях первого класса крайне важна, чтобы обеспечить устойчивость одежды, так что надо уделить особое внимание подбору материала. Имея дело со вторым классом, мы оказываемся в лучших условиях, когда в нашем распоряжении нахо-



Фиг. 70. Образец асфальтового бетона. Смесь 2-го класса.

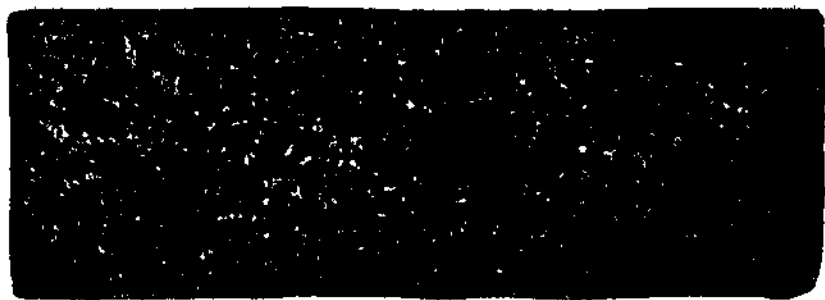
дятся запасы гравия, потому что эта смесь дает нам возможность использовать эти местные ресурсы гравия. Это возможно, потому что присутствие в смеси песка или мелкого материала увеличивает сопротивление трения против смещения, и нет поэтому необходимости в таком количестве угловатых поверхностей, как в первом классе.

При этом отдается предпочтение мелкому материалу из вязкого, острогранного кварцевого песка, но высевки из камня или шлака дают вполне удовлетворительные результаты. Нет никакой надобности в абсолютно строгом подборе, но песок не должен быть ни слишком крупным, ни слишком мелким. Так как мы рассчитываем на то, что песок увеличит сопротивление смещению, мы стремимся лишь несколько подойти приблизиться к пределам подбора песка как в смесях четвертого класса, хотя нет особой надобности в таком абсолютно тщательном подборе, как в этом классе. Все же чем лучше мы сделаем подбор песка—если есть возможность достигнуть этого экономично—тем плотнее будет наша смесь.

Мелкий материал и теоретические пропорции. Теоретически количества мелкого материала должно только хватить на заполнение пустот крупного материала, но на практике оказывается, что когда смесь рассыпана на дорогу и разравнена, мелкий материал склонен собираться в нижней части слоя. Вследствие этого и чтобы получить более плотный слой, обычно берется больший процент мелкого материала, чем это требуется теоретически. Минеральный заполнитель в виде муки известняка, портландского цемента или сланцевой муки прибавляется к

смеси в таком количестве, которое она способна принять, не теряя при этом своей пригодности к обработке, т. е. своего «рабочего» состояния. После того как смесь рассыпана и укатана, ее поверхность должна быть свободна от пустот и иметь плотную поверхность, но, как это часто бывает, мелкий материал опускается во время разравнивания к низу слоя, и в результате получается пористая или рябая поверхность. В таких случаях необходимо применить поверхностную обработку, чтобы получить водонепроницаемую поверхность, которая в то же время является подушкой или защитой для частиц крупного материала, которые имеют недостаточную вязкость и твердость, фиг. 70.

Смеси третьего класса состоят, как и смеси второго, из четырех составных частей, а именно: крупный и мелкий материал, заполнитель и битум. Тем не менее характер смеси отличается как от первого класса, так и от



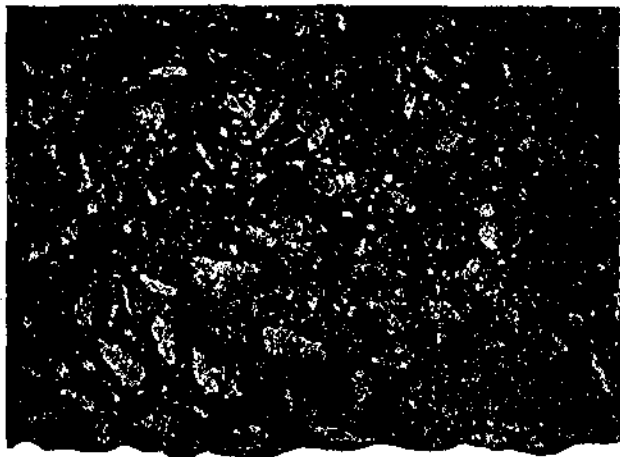
Фиг. 71. Асфальто-бетонная одежда толщиной 5 см. Смесь 3-го класса.

второго. Это происходит оттого, что мелкий материал преобладает и ближе подходит к асфальтовому раствору, т. е. к смеси четвертого класса, фиг. 71. Здесь отсутствует взаимная заклинка частиц крупного материала, разделенного большим количеством мелкого материала, так что крупные частицы являются как бы взвешенными в смеси. Хотя частицы мелкого материала до некоторой степени взаимно заклиниваются под давлением, но они слишком малы, чтобы оказать значительное сопротивление трения против смещения, и для большей устойчивости необходимы очень тщательный подбор и более твердый битум.

Тщательный подбор обеспечивает устойчивость. Принимая во внимание, что в крупном материале отсутствует взаимная заклинка и что эти частицы находятся в взвешенном состоянии, всякое неравномерное давление на поверхность частицы крупного материала сдвинет ее и этим самым вытолкнет ее из своего места.

По этой причине для размера крупного материала обычно вводят ограничение, допуская лишь частицы, проходящие через грохот отверстием 12,5 мм ($1/2''$). Дробленый гравий иногда употребляется вместо камня, но так как этот слой является верхним, результаты не всегда оказываются удовлетворительными, благодаря тому, что окатанные частицы гравия выскакивают из верхнего слоя под влиянием проезда и делают его рябым. Смеси этого класса иногда ошибочно называются «топика» (*Toreka*), но первоначально принятые пределы подбора материала в смесях «топика» не столь удовлетворительны, как в смесях

третьего класса; смеси этого класса тем не менее могут быть названы видоизмененными смесями «топика» или смесями асфальтового раствора, заполненными камнем. В виду того что излишек крупного материала значительно уменьшает сопротивление трения смещению, оказываемое мелким материалом, его нужно употреблять в ограниченном количестве. Преимущество употребления крупного материала заключается в том, что он существенно увеличивает плотность смеси, особенно в тех случаях, когда ощущается недостаток плотности в мелком материале, а



Фиг. 72. Двуслойная асфальтовая одежда толщиной $2 \times 5 = 10$ см. Верхний слой из мелкозернистого асфальтового бетона (смесь 3-го класса) на нижнем слое из крупнозернистого асфальтового бетона (смесь 1-го класса).

также потому, что употребление его дает более шероховатую поверхность, чем употребление одного мелкого материала.

Пределы крупного материала. Поэтому в смесях третьего класса допускается употребление мелкого материала, качество которого для употребления в асфальтовом растворе, т. е. в смесях четвертого класса, считается недостаточно хорошим. Как было отмечено выше, крупные частицы лишь взвешены в мелком материале, чем и объясняется увеличение плотности в смеси. Для большей ясности рассмотрим мелкий материал, содержащий 30% пустот; пусть $\frac{1}{3}$ этих пустот заполнена взвешенными крупными частицами, и эта треть пустот таким образом превращается в свободное от пустот твердое вещество. Следовательно количество пустот в этой смеси будет на $\frac{1}{3}$ меньше, чем в первоначальной смеси мелкого материала, т. е. 20 вместо 30%. Для смесей третьего класса предпочтение дается мелкому материалу в виде мелкого, твердого, кварцевого песка. Смесь должна содержать такое количество заполнителя, проходящего через сито № 200, какое песок свободно может принять. Заполнитель должен в отношении природы и гранулометрического состава соответствовать описанному в смесях второго класса. Обыкновенный мелкий песок или каменная мука, проходящая через сито № 200, не дает таких хороших результатов, как портландский цемент или мука известняка; его присутствие в чрезмерно большом количестве вредно

действует на устойчивость смеси и делает ее кашеобразной. Портландский цемент или мука известняка не только служат для заполнения пустот, но придают смеси вязкость, так как битум в объединении с наполнителем образует асфальтовое вяжущее вещество. Слой согласно смеси третьего класса иногда кладется на слой согласно смеси первого класса, фиг. 72.

Будучи сжата, смесь должна уплотниться, так чтобы образовать плотную, однородную непрерывную поверхность, которая не нуждается в поверхностной обработке.

Типичные асфальтовые смеси для дорог

Минеральный материал		Процент минерального материала				
проходит через грохот (сите)	задерживается на грохоте (сите)	Класс 1-й	Класс 2-й	Класс 3-й	Класс 4-й	
					Легковое движен.	Тяжелое движен.
25 мм (1")	20 мм	68	45	—	—	—
20 мм (3/4")	12,5 мм		8	—	—	—
12,5 мм (1/2")	6 мм	25	13	8	—	—
6 мм (1/4")	№ 10		7	18	—	—
№ 10	№ 20	7	9	22	8	3
№ 20	№ 30				10	5
№ 30	№ 40				12	8
№ 40	№ 50	7	14	31	15	14
№ 50	№ 80				27	26
№ 80	№ 100				9	15
№ 100	№ 200	—	4 ¹	7	10	14
№ 200	—				9	15
Всего		100%	100%	100%	100%	100%
Процент битума в смеси		5—6	6—7	7,5—9,25	11—12,5	11—12,5

Ниже приведены краткие технические условия для однослойного асфальтового бетона (смесь второго класса).

Смесь должна состоять из минерального материала, смешанного крупного и мелкого, и минерального заполнителя, хорошо перемешанных с битумом; будучи рассыпана по подготовленному основанию и укатана, она должна образовать слой толщиной в 6,25—7,5 см (2, 5—3"). Затем следует применить поверхностную обработку «мексфальтом» и покрыть его испытанным гравийным материалом или другим мелким материалом. Взамен поверхностной обработки может быть применен тонкий слой асфальтового раствора, рассыпаемого в то время, когда нижний слой из крупнозернистого асфальтового бетона еще горячий. Этот тонкий слой в уплотненном виде не должен превышать 10—12,5 мм (3/8—1/2").

¹ Для нижнего слоя асфальтового бетона не потребуется материал, проходящий через сито № 200.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СМЕСЕЙ ВТОРОГО КЛАССА (КРУПНОЗЕРНИСТЫЙ АСФАЛЬТОВЫЙ БЕТОН)

Приблизительный состав минеральной части:

54% крупного материала из чистого камня, шлака, известняка или гравия,

30% мелкого материала из подобранного песка,

8% заполнителя,

7—8% битума.

Все материалы должны удовлетворять нижеуказанным требованиям.

Крупный материал. Крупный материал должен состоять из дробленого камня средней прочности, шлака или известняка, размером от 0,6 до 2,5 см ($\frac{1}{4}$ —1"). Этот материал нужно подвергнуть прогροхотке для удаления частиц мельче 0,6 см ($\frac{1}{4}$ ").

Он должен быть более или менее однородного качества, свободный от пыли и избытка плоских или удлинённых частиц. Будучи подвергнут прогροхотке, крупный материал должен приблизительно соответствовать следующим требованиям:

Задерживаться на грохоте в 2,5 см (1") не более	5%
Проходить через грохот в 2,5 см (1") не менее	50%
» » » » 2,0 см ($\frac{3}{4}$ ") » »	25%
» » » » 0,6 см ($\frac{1}{4}$ ") » »	0%

Мелкий материал. Мелкий материал должен состоять из песка, составленного из чистых, твердых и прочных частиц, свободных от примеси, глины и иных посторонних веществ. Будучи просеян на ситах, мелкий материал должен приблизительно соответствовать следующим требованиям:

Проходить через грохот в 0,6 см ($\frac{1}{4}$ ") и задерживаться на сите № 10	10—10%
» » » № 10 » » » № 40	40—30%
» » » № 40 » » » № 80	80—35%
» » » № 80 » » » № 200	200—25%
» » » № 200 » » »	— 5%

Минеральный заполнитель. Минеральный заполнитель должен состоять из муки сухого известняка, портландского цемента или другого испытанного заполнителя, не менее 60% которого проходит через сито № 200.

Минеральный материал для поверхностной обработки. Материал для поверхностной обработки должен состоять из дробленого камня, шлака, гравия и других испытанных материалов, которые должны быть достаточно однородными по качеству и свободны от пыли.

Будучи подвергнуты прогροхотке, они должны отвечать следующим требованиям:

Проходить через грохот в 12,5 мм ($\frac{1}{2}$ ") не менее	95%
» » » в 6 мм ($\frac{1}{4}$ ") не более	15%

Поверхностная обработка из асфальтового раствора. Если тонкий слой асфальтового раствора заменяет обычную поверхностную обработку слоя из крупнозернистого асфальтового бетона, то подбор песка и заполнителя должен соответствовать подбору для асфальтового раствора, описание которого дано на стр. 176 в двуслойной одежде.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И СОСТАВ СМЕСИ

Битум должен быть расплавлен в соответствующих нагревательных котлах и доведен до температуры в 175° (350°F).

Минеральный материал. Крупный и мелкий материалы для смеси обрабатываются таким путем, чтобы удалить из них влагу. Они нагреваются до температуры $150\text{--}175^{\circ}$ ($300\text{--}350^{\circ}\text{F}$) по указанию инженера. Материалы тщательно смешиваются, чтобы обеспечить однородную смесь. При машинах должен быть установлен термометр, чтобы температура минеральных материалов смесей могла быть всегда проверена.

Количество употребляемого битума должно быть достаточно для полного обволакивания каждой отдельной частицы минерального материала.

ТРАНСПОРТ СМЕСИ

Россыпь смеси. Смесь для поверхностной обработки должна транспортироваться с базы на место работ в грузовиках, предварительно очищенных от всяких загрязняющих посторонних веществ, и закрыта в случае надобности от дождя и быстрого охлаждения.

ДЕТАЛИ КОНСТРУКЦИИ ОДЕЖДЫ

Подготовленное основание, поверх которого рассыпается асфальтовая смесь, должно быть очищено от всех несвязанных и посторонних веществ. Смесь должна выпускаться из смесителя при температуре в $140\text{--}160^{\circ}$ ($280\text{--}325^{\circ}\text{F}$); работа производится лишь тогда, когда подготовленное основание вполне сухо, и только во время благоприятной погоды; смесь должна быть равномерно распределена в виде однородного рыхлого слоя правильной толщины.

Все поверхности крышек колодцев, бордюров и пр., к которым примыкает смесь, должны быть покрыты тонким однородным слоем битума до россыпи смеси. Законченная поверхность должна во всех случаях несколько отступать от крышек, фонарных столбов и подобных предметов.

УКАТКА СМЕСИ

Пока слой еще горячий, он должен быть основательно и однообразно укатан катком соответствующего веса; укатка должна начинаться вдоль краев и продолжаться, передвигаясь к центру одежды; вальцы должны перекрывать друг друга при последовательных проходах во избежание всяких следов от них. Части слоя, примыкающие к бордюрам, крышкам колодцев и пр., должны быть основательно уплотнены при помощи нагретых трамбовок.

Сопряжения. Должны быть приняты все меры к тому, чтобы получить надлежащие соединения между законченным краем слоя в конце дня работы и началом слоя на другой день.

Поверхностная обработка. После того как слой основательно укатан, с поверхности должна быть сметена пыль и пр. вещества. «Спрамекс» с прониканием 200, нагретый до температуры в 175° (350°F), должен быть равномерно распределен из специального распределителя по поверхности в количестве приблизительно $1\text{--}1,3\text{ л}$ на 1 м^2 поверхности (1 галл. на 4—5 кв. ярдов) дороги. После того как битум разлит по поверхности и пока он еще горячий, мелкий каменный материал или гравий со-

гласно соответствующим техническим условиям, приведенным ранее, должен быть рассыпан по поверхности в достаточном количестве, и укатка должна совершаться по возможности дольше.

Поперечный скат. Законченный поперечный скат должен быть от 2 до 3% (1 : 48—1 : 36), причем первый, преимущественно при совпадении с продольным уклоном; чрезмерный поперечный скат может вызвать буксование машины.

СМЕСИ ДЛЯ АСФАЛЬТОВОГО РАСТВОРА НА НИЖНЕМ СЛОЕ ИЗ АСФАЛЬТОВОГО БЕТОНА

Нижний слой. В нижний слой должен употребляться чистый дробленый камень средних по прочности пород, или шлак, также известняк или гравий нижеуказанных пропорций и размеров.

1. Нижний слой из крупнозернистого материала:

	По весу
Материал, смешанный в пропорциях согласно данному выше ¹ описанию: 6—37 мм ($\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ ")	80%
Песок и материал, проходящий через сито № 10	14—15%
Мексфальт (чистый битум)	4,5 до 5,5%
Или:	

2. Нижний слой из мелкозернистого материала:

6—20 мм ($\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{8}$ ")	74%
Песок	20%
Битум	5%

Подбор мелкозернистого материала для нижнего слоя. Весь материал должен пройти через грохот, в 25 мм ($1''$); 40% должны пройти через грохот, в 12,5 мм ($\frac{1}{2}''$). Весь материал должен задержаться на сите № 10.

Верхний слой. В верхний слой должен употребляться минеральный материал, состоящий из чистых, твердых и прочных частиц, свободных от глины или иных посторонних веществ, и из минерального заполнителя. Песок при испытании на лабораторных ситах должен соответствовать следующим требованиям:

Проходит через сито №	Задерживается на сите №	Пропорции отдельных фракций (в процентах)	Пропорции групп
10	20	3—15 }	крупный
20	30	4—15 }	
30	40	5—25 }	
40	50	5—30 }	средний
50	80	5—40 }	
80	100	6—20 }	
100	200	10—25 }	мелкий
			14—56%
			30—60%
			16—40%

Первым существенным требованием является условие, чтобы весь песок проходил через сито № 10, и вторым, — чтобы не более 5% проходило через сито № 200. На практике весь материал, проходящий через последнее сито, выдувается в процессе сушки.

Минеральный заполнитель. Минеральный заполнитель должен состоять из тщательно высушенной муки известняка или портландского

¹ Здесь не приводится.

цемента; заполнитель должен содержать по крайней мере 60% материала, проходящего через сито № 200.

Битум. Битум должен быть «мексфальт», отвечающий следующим требованиям:

Удельный вес при 25° (77° Ф)	около 1,04
Температура размягчения	60° (140° Ф)
Проникание (пенетрометр Дай) при 25° (77° Ф)	45—55
Тягучесть (прибор Дай) при 25° (77° Ф)	свыше 50 см
Полное количество битума, растворимого в сероуглероде, свыше 99%	

Верхний слой должен состоять из 90% подобранного песка и заполнителя и приблизительно 11,5—12,5% мексфальта.

Нагретый крупный материал и песок для нижнего слоя, а также песок и минеральный заполнитель для верхнего слоя должны отмериваться отдельно и точно по весу для каждой порции смеси.

Крупный материал и песок для нижнего слоя должны быть высушены и нагреты до температуры в 150—175° (300—350°Ф). Песок для верхнего слоя должен нагреваться до температуры в 165° (325°Ф) и во всяком случае не выше 190° (375°Ф).

Перемешивание продолжается до тех пор, пока все частицы минерального материала не покроются равномерно битумом. Пропорции смеси для верхнего слоя должны быть (по весу):

Подобранный песок	71,5%—76,5%
Заполнитель	12,0%—16,0%
«Мексфальт»	(приблизительно) 11,5%—12,5%

Укатка должна производиться при помощи катка весом приблизительно от 6 до 7½ т при толщине нижнего слоя в 55 мм (2¼") и верхнего слоя в 30 мм (1¼"), вместе составляющих 87,5 мм (3½"). Если проезд это допускает или если в нижний слой употребляется мелкий материал, толщина нижнего слоя может быть уменьшена. Поверхность должна быть засыпана известняковой мукой или цементом, как только закончится укатка. Основание, на которое кладется нижний слой, должно быть хорошо высушено, очищено, выметено и укатано, причем особое внимание обращается на то, чтобы устранить в нем слабые и мягкие места.

Материал должен рассыпаться при помощи нагретых лопат и разравнивается граблями до получения ровного слоя правильной толщины. Желательно, чтобы площадь исполненного в течение одного дня нижнего слоя не превышала той, которая может быть покрыта верхним слоем также в течение одного дня.

Температура, при которой смесь для верхнего слоя доставляется на дорогу, должна быть 150—175° (300—350° Ф), и если возможно, то он должен быть рассыпан и укатан, пока нижний слой еще теплый. Нужно уделить большое внимание тому, чтобы поверхность нижнего слоя была чистая и сухая перед россыпью смеси верхнего слоя. Все поверхности крышек колодцев, бордюров и пр., к которым примыкает смесь, должны быть покрыты тонким слоем горячего битума, чтобы обеспечить сцепление. Все сопряжения слоев в концах как в нижнем слое, так и в верхнем должны быть обрезаны при окончании работы данного дня. Когда россыпь смеси верхнего слоя возобновляется, выступающий край уложенного слоя должен быть покрыт тонким слоем горячего битума.

Пока смесь еще горячая, производится укатка при помощи катка весом от 5 до 6 т. Засыпка известняковой мукой или цементом желательна, как только укатка закончена.

ПРЕССОВАННЫЙ (ТРАМБОВАННЫЙ) АСФАЛЬТ

Прессованный асфальт—старейший тип асфальтовой одежды. Впервые прессованный асфальт был применен в Париже в 1858 г. Одиннадцать лет спустя он был применен в Англии для покрытия улицы Треднидл (*Threadneedle*) в Лондоне. Эта одежда была предшественником всех асфальтовых одежд других типов, и система ее (она делается из асфальтового порошка) явилась основой, на которой строятся наши современные воззрения на асфальтовые смеси для одежд.

Первоначальный метод россыпи и уплотнения материала применяется и доныне с незначительными изменениями.

Природный асфальт, состоящий из известняка, естественным путем пропитанного битумом, добывается из карьеров.

Наибольшее количество его поступает из Валь-де-Травер (*Val de Travers*) в Швейцарии. Здесь залежи его простираются от берегов озера Нейшатель (*Neuchâtel*) вдоль течения реки Арус (*Arouse*) почти до границы близ Понтарлие (*Pontarlier*). Разработка в Травер показала, что основной слой имеет мощность в среднем 3—3,6 м (10—12') и очень однородного качества. Этот материал также поступает из Сицилии, Франции, Германии и Италии. Были найдены залежи в Америке, но они имеют очень разнообразное содержание битума от 5 до 30%. Количество битума, пропитывающего известняк, вообще представляет очень значительные колебания, и потому необходимы внимательный выбор и смешение пород для получения удачных результатов. Качество материалов зависит в значительной степени от природы и строения минеральных зерен; вопрос о количестве заключающегося битума является более второстепенным. Процент содержания битума, дающий в Англии наилучшие результаты, заключается в пределах от 9 до 11%.

Необходимость тщательного подбора и смешения. Для большего удобства транспорта и обращения, порода раздробляется в карьерах, затем отправляется в сыром виде к месту своего назначения. Имея в виду устройство прессованного асфальта, порода перемалывается в специальных мельницах и превращается в тонкий порошок. В этой стадии, чтобы обеспечить однородность в содержании битума, производится очень тщательный подбор сортов и смешение. Измельченный порошок затем нагревается во вращающихся цилиндрах до требуемой температуры, которая удаляет влагу и легкие масла. Он доставляется на дорогу при температуре 150—175° (300—350° Ф). Порошок затем рассыпается по основанию при помощи граблей. Необходимы опытные рабочие для получения однородного распределения и плотности рассыпанного слоя порошка. Первоначальное сжатие выполняется легким катком или нагретыми трамбовками, пока порошок еще сохраняет достаточно тепла, чтобы произвести необходимую внутреннюю связь между раздробленными частицами.

Необходимость бетонного основания. При россыпи прессованного асфальта на бетонное основание—поверхность последнего должна быть оставлена в несколько шероховатом виде, чтобы осуществить лучшее

зацепление для прессованного порошка. Асфальт должен укладываться в совершенно сухой день, иначе от тепла порошка образуются пузырьки пара и после прессовки слой будет содержать огромное количество мелких пустот, которые поведут к разрушению одежды. Слой отделяется путем загладки утюгами, и он может быть почти тотчас открыт для движения; которое довершает прессовку. В течение нескольких лет после его устройства асфальт продолжает уплотняться, и лишь после того как достигнута полная прессовка, одежда начинает разрушаться.

Одежда такого рода пригодна для улиц больших городов и столиц, где имеется значительное движение, а также для тротуаров. Она требует бетонного основания на портландцементе и обычно устраивается толщиной около 5 см (2") на дорогах, по которым совершается тяжелое грузовое движение.

Асфальтовый порошок из Валь-де-Травер в том виде, как он кладется в центре Лондона, имеет нижеуказанную характеристику в отношении крупности частиц и содержания битума:

Проходит через сито	Процент
№ 10	0,7
№ 20	0,3
№ 30	0,7
№ 40	2,7
№ 50	3,4
№ 80	3,5
№ 100	9,9
№ 200	68,0
Битум, растворимый в сероуглероде	10,8
Всего	100,0%

АСФАЛЬТОВАЯ МАСТИКА И ЛИТОЙ АСФАЛЬТ

Асфальтовая мастика изготавливается из асфальтового порошка, причем не менее чем 60% его проходит через сито № 200; к порошку добавлен соответствующий процент битума. Количество добавки зависит от содержания битума в природном асфальте, которое, как указано выше, может быть очень разнообразно, и роль добавки заключается в том, чтобы привести смесь к такой консистенции, чтобы она могла наноситься вручную в виде слоя. Асфальтовая мастика также изготавливается путем прилавки битума к чистой, т. е. непропитанной от природы, известняковой муке. В отличие от прессованного асфальта мастика может быть уложена не только на бетонное основание, но и на основания других типов в достаточной мере устойчивые.¹

Асфальтовая мастика—полезный материал для обработки тармакадама. Этот факт повел к широкому его применению за последние несколько лет; он применяется не только для обработки тармакадама, но и каменных мостовых, нуждающихся в обработке поверхности, в тех случаях, когда производителю работ приходится считаться с фиксированным уровнем бордюров и пр.

Мастика кладется слоем толщиной в 2,5—5 см (1—2") в уплотненном укатанном виде, и при прочном, устойчивом основании она гладко и равномерно изнашивается. Наиболее экономическое ее применение ве-

¹ В Союзе ССР асфальтовая мастика из асфальтового порошка, обогащенного битумом, употребляется только как составная часть литого асфальта.

роятно то, когда она кладется в виде поверхностного слоя на нижний слой асфальтового бетона, взамен асфальтового раствора, но ее повышенная стоимость редко допускает применение ее в этом направлении.

Изготовление асфальтовой мастики. Изготовление мастики состоит в варке асфальтового порошка или муки известняка с добавкой битума в особых котлах, снабженных механическими лопатками для размешивания, которые поддерживают смесь в постоянном состоянии движения. Эти лопаты для размешивания являются необходимым оборудованием, чтобы обеспечить полное объединение минеральной части и битума. В процессе варки температура тщательно поддерживается при 175° (350°Ф), причем битум добавляется постепенно, по мере того как он впитывается минеральной частью, до тех пор пока смесь будет содержать не менее 15% чистого, растворимого в сероуглероде битума. В случае нефтяного битума не менее 99% его должны быть растворимы в сероуглероде и не менее 64% в случае природного битума. После перемешивания и варки в продолжение нескольких часов, получившаяся смесь в виде вязкой жидкости выливается в формы. По охлаждении плиты, которые обычно весят 25 кг (56 фнт.), готовы к отправке на установку, находящуюся при дороге, где они раскалываются и расплавляются.

Эта переносная установка состоит из котлов, которые также снабжены лопатами для перемешивания.

Добавка мелкого минерального материала.¹ По расплавлении мастики прибавляется чистый минеральный материал, крупностью 3—20 мм ($\frac{1}{8}$ — $\frac{3}{4}$ "), и смесь тщательно перемешивается при помощи механических лопат. Количество добавляемого минерального материала от 30 до 45% от веса всей смеси. Этот процент зависит от местных условий, вида минерального материала и величины проезда по дороге.

Употребляемая в Англии стандартная асфальтовая мастика характеризуется следующим составом (в процентах)²:

С о с т а в	В том виде, в каком мастика изготовлена и выпущена со склада в %	В том виде, в каком рас- сыпается на дорогу после прибавления мине- рального материала
Задерж. на сите № 10	—	37,6
Проход. через сито № 10	2,4	5,5
» » » № 20	4,7	3,7
» » » № 30	6,8	2,3
» » » № 40	4,5	2,6
» » » № 50	10,8	5,6
» » » № 80	2,0	2,8
» » » № 100	9,2	7,0
» » » № 200	43,2	22,1
Битума, растворимого в сероуглероде	16,4	10,8
	100%	100%

Добавление каменного материала к природному асфальту в асфальтовой мастике имеет целью усиление смеси и отличается в этом отношении от любого типа асфальто-бетона, где он применяется исключительно как минеральный скелет смеси.

¹ Эта добавка образует смесь, называемую у нас литым асфальтом.

² Применение битума и асфальта для дорог, английский доклад IV международному дорожному конгрессу Киллик и Марриот (Killik and Marriot).

Производство работ. Асфальтовая смесь рассыпается при температуре 165—175° (325—350° Ф) ручным способом деревянными вальками по подготовленному основанию, которое должно быть совершенно чистое и сухое. На тех улицах, где невозможно совершенно прекратить движение, она сразу рассыпается на половину ширины проезжей части до временного деревянного борта посредине слоем требуемой толщины. Общепринятый метод—это россыпь материала участками, причем каждый участок соответствует емкости одного котла. Поперечные и продольные сопряжения между дневными участками работы должны быть счищены и слегка покрыты горячим битумом, чтобы обеспечить однородный слой.

В настоящее время практикуется легкая посыпка поверхности цементом, пока она еще горячая, и укатка поверхности ручным катком с выступами на поверхности катка, который выжимает все воздушные мешки, могущие образоваться под поверхностью во время россыпи смеси.

Буксование на асфальтовых одеждах. До описания примеров технических условий для различных типов асфальтовых одежд необходимо более подробно упомянуть о недостатке, от которого страдают некоторые асфальтовые одежды. Современные условия движения требуют гладкой, водонепроницаемой, слегка уяругой дорожной одежды. Асфальт отвечает этому требованию, но в идеальном виде это требование создает одежду, которая становится скользкой при некоторых атмосферических условиях и грязной поверхности.

Чистой асфальтовой одежде свойственно скольжение не более, чем тармакадаму или какой-либо иной одежде. Однако, асфальтовые одежды имеют свойство полироваться, т. е. масло пролитое машинами, пыль и пр. образуют на асфальте пленку сообщающую поверхности полированный вид. Эта пленка может смываться от сильного дождя. При наличии этой пленки трение (или сцепление) между шиной и одеждой оказывается недостаточным, особенно во время влажной погоды, или гололеди, и может вызвать буксование машин. Чтобы устранить этот недостаток, во все современные технические условия включается требование равномерной россыпи поверх вновь устроенной одежды твердого, близкого к кубической форме, мелкого минерального материала, покрытого битумом среднего проникания в пропорции около 2% от веса минерального материала. Кроющая способность 1 т мелкого материала должна быть около 80—125 м² (от 100 до 150 кв. ярдов). Этот материал, покрытый битумом, рассыпается по дороге до начала затвердения битумной пленки на нем; он должен быть слегка вдавлен в поверхность путем укатки, так, чтобы образовалась шероховатая поверхность, которая даст более высокий коэффициент трения между колесной шиной и дорогой.

Примеры технических условий. Технические условия для асфальтового бетона с применением шлака.

Минеральный материал состоит из дробленого доменного шлака крупностью от 3 мм ($\frac{1}{8}$ ") и мельче до тонкой пыли с примесью чистого, острогранного песка, свободного от глины, и из заполнителя в виде известняковой муки. Битум должен удовлетворять следующим условиям:

- | | |
|---|---------------|
| 1. Удельный вес не менее | 1,00 |
| 2. Температура вспышки не менее | 260° (500° Ф) |
| 3. Проникание при 25° (77° Ф)—100 г, 5 сек. | 80—70 |
| 4. Тягучесть при 25° (77° Ф) не менее | 100 см |
| 5. Растворимость в сероуглероде не менее | 99,5% |

Минеральный материал основательно просушивается в механической сушилке и нагревается до температуры приблизительно 175° (350°Ф). Битум нагревается отдельно до такой же температуры в соответствующих котлах. Смесь составляется в механических мешалках, причем количество битума берется такое, чтобы ровно покрыть им каждую частицу материала. Изготовленная таким образом смесь подвозится к дороге и рассыпается при температуре не менее чем 120° (250°Ф) при помощи граблей, соответственно продольного уклона и поперечного ската.

Пока материал еще не остыл, он основательно укатывается до требуемой толщины катком надлежащего веса. Законченная поверхность посыпается портландским цементом или производится поверхностная обработка мягким битумом проникания приблизительно 200 с россыпью гранитного или другого подходящего мелкого материала. Проезжая часть открывается для движения по крайней мере через 6 час. после окончательной укатки.

Ниже приводится другой пример технических условий для однослойного асфальтового бетона толщиной в укатанном виде 5 см (2") с устройством его на надлежащем основании. Каменный материал, получаемый из тайферингтонских (Tytherington) карьеров, доставляется в следующих пропорциях:

Проходит через грохот в 20 мм (3/4") и задерживается на грохоте 6 мм (1/4")	30%
» » » 1/4 » » сите № 10	15%
» » » № 10 » » № 40	21%
» » » № 40 » » № 100	16%
» » » № 100 » » № 200	9%
» » » № 200 заполнитель	9%
	100%

Для работ применяется нефтяной битум, известный под маркой «мексфальт», содержащий 99% вещества, растворимого в сероуглероде. Как камень, так и битум нагреваются до температуры в 175° (350°Ф) и смешиваются в мешалках лопаточного типа до тех пор, пока каждая частица камня не будет покрыта битумом. Смесь доставляется на дорогу и рассыпается при температуре в 120° (250° Ф), а затем укатывается, пока не получится слой толщиной в 5 см (2").

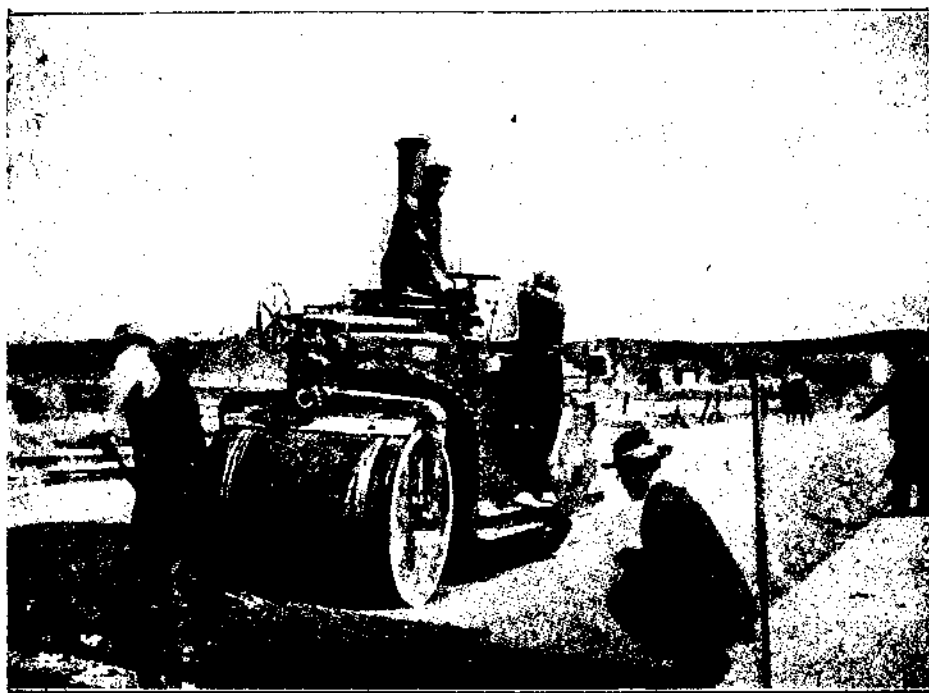
Пропорции составных частей асфальто-бетонной смеси должны быть следующие:

Каменный материал	77%
Заполнитель	13%
Битум	10%
	100%

Эти технические условия представляют особый интерес, так как весь минеральный материал, включая заполнитель, добывается из одних карьеров с использованием каменной муки как заполнителя. Применение одежды этого типа для дорог с грузовым движением дало очень хорошие результаты.

Технические условия для асфальтового бетона с применением шлака. Приведенные ниже технические условия для асфальтовых одежд с применением шлака являются типичными для современной практики.

Минеральный материал состоит из тщательно подобранного, сильно обожженного клинкера (шлака) мусоросжигательных печей или иного подходящего шлака. Он дробится и прогрохочивается. Этот готовый материал крупностью до 12,5 мм употребляется для нижнего слоя, а материал для верхнего слоя весь проходит через грохот в 3 мм. Отгрохоченный материал нагревается в специальных сушилках для песка или иных подходящих сушилках до температуры в 150° (300°Ф) и смешивается с расплавленным битумом в мешалке лопаточного типа, снабженной паровой рубашкой.



Фиг. 73. Каток системы Миллерс, укатывающий асфальто-бетонную одежду.

Для нижнего слоя употребляется приблизительно 10—12% по весу битума, а для верхнего слоя—приблизительно 15—18%. Применяемый битум-мексфальт с прониканием 65, нагревается до 175° (350°Ф).

Правильные количества как битума, так и шлака устанавливаются тщательным взвешиванием. Чрезвычайно важно, чтобы часть шлакового щебня была помещена в мешалку до прибавления битума. После прибавления битума клинкер не должен быть выпущен из мешалки до тех пор, пока каждая частица не будет полностью и ровно покрыта битумом. Опыт показал, что полное смешение произойдет, если оно продолжается в течение 1 минуты после прибавления последней бады битума.

После смешения и пока материал еще по возможности горячий, он должен быть погружен на грузовик и доставлен на дорогу для покрытия. Горячая смесь рассыпается таким образом, чтобы получился слой в 30—50 мм ($1\frac{1}{4}$ —2") толщиной, и затем слегка укатывается.

Далее тщательно рассыпается достаточное количество материала для образования верхнего слоя с тем, чтобы после укатки получился слой в 20—37 мм ($\frac{3}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ "") толщиной, что составляет в общем 50—87,5 мм (2 — $3\frac{1}{2}$ "") для обоих слоев.

Как только достаточно большая площадь покрывается материалом верхнего слоя, производится дальнейшая укатка, которая продолжается до тех пор, пока не будет никаких отпечатков на поверхности, фиг. 73. Затем поверхность обрабатывается цементной или известняковой мукой, и тогда по ней открывается движение. Этот тип одежды может быть уложен в примыкании к трамвайным рельсам, причем не встретится надобности в промежуточной брусчатке; в этом случае смесь, примыкающая к рельсам, должна быть подвергнута штыкованию тяжелым стержнем перед окончанием укатки катком. До россыпи смеси для верхнего слоя соответствующие поверхности рельсов, крышек колодцев и бордюров должны быть покрыты битумом.

Этот тип одежды пригоден для движения тяжелых быстроходных машин и устраивается на основании из старого щебечного шоссе, также на бетонном или на другом подходящем основании; стоимость одежды невысока.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ДВУХСЛОЙНОГО АСФАЛЬТОВОГО БЕТОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРИНИДАДСКОГО БИТУМА



Фиг. 74. Двухслойная асфальто-бетонная одежда с применением тринидадского битума.

Толщина 7,5—10 см (3 "— 4 "") верхнего и нижнего слоев вместе.
Состав нижнего и верхнего слоев следующие:

	Нижний слой	Верхний слой
Битум тринидадский	8%	16%
Заполнитель (портландцемент)	—	15%
Песок	26%	54%
Каменный материал 30 мм ($1\frac{1}{2}$ "") и мельче	66%	15%
	100%	100%

Битум как для нижнего так и для верхнего слоев получается отчисткой битума Тринидадского озера с доведением его до требуемой консистенции добавкой стандартного разжижающего масла. Материалы для одежды нагреваются отдельно,

отвешиваются и смешиваются со связующим веществом в смесителях. Смеси затем доставляются в горячем виде на место работ и рассыпаются на подготовленное основание слоем необходимой толщины; укатка производится тяжелыми катками.

Поперечный скат законченной поверхности не должен быть круче чем 3‰ (1 : 32) и не менее чем 2‰ (1 : 48).

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ АСФАЛЬТОВОГО БЕТОНА ТИПА ЛИТОКРИТ (*Lithocrete*).

Битум тринидадский
Минеральный материал

15% }
85% } 100%

Битум представляет собой очищенный битум Тринидадского озера, доведенный до требуемой консистенции стандартным разжижающим маслом, а минеральный материал составлен из измельченного известняка нижеуказанного подбора:

Проходит через сито № 10 приблизительно
» » » № 30
» » » № 50
» » » № 100

10% }
15% }
15% } 100%
30% }



Фиг. 75. Асфальто-бетонная одежда «Литокрит».

Плиты литокрита расплавляются на месте работы, и к ним прибавляется около 33% мелкого гранитного материала. Полученная смесь затем рассыпается ручным способом для надлежащего уровня и толщины и отделяется специальным легким катком с выступами для выжимания из асфальта воздушных пузырьков. Поперечный скат, который должен быть придан также и бетонному основанию, делается не более 3‰ (1 : 32) и не менее 2‰ (1 : 48).

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ДВУХСЛОЙНОГО АСФАЛЬТОВОГО БЕТОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРИНИДАДСКОГО БИТУМА

(Верхний слой, литокрит, нижний—обычный тип)

Состав нижнего слоя следующий:

Битум тринидадский
Каменный материал
Песок

6% }
82% } 100%
12% }

Состав верхнего слоя литокрита:

Битум тринидадский
Известняковый порошок

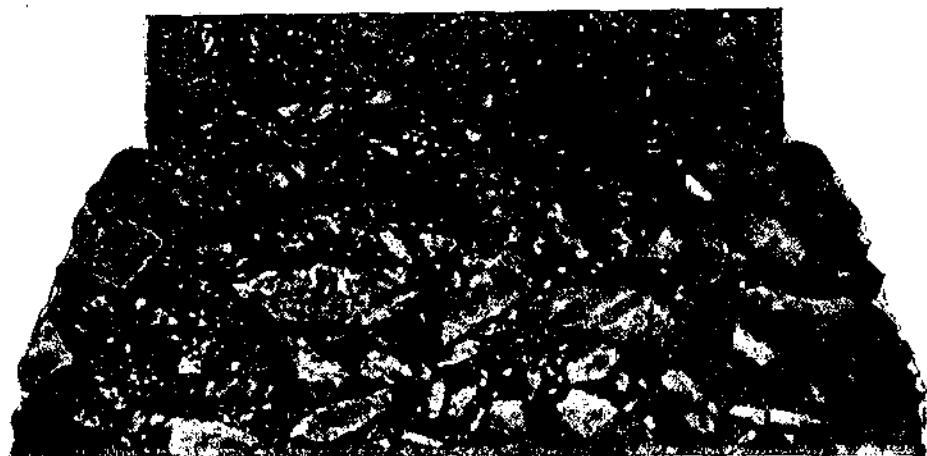
15% }
85% } 100%

Материалы для смеси нижнего слоя нагреваются отдельно, отвешиваются и смешиваются в смесителе с битумом, полученным очисткой битума Тринидадского озера. Полученная смесь отправляется в горячем виде на место работ, рассыпается до надлежащего уровня на подготовленное основание дороги и укатывается тяжелыми катками. Затем рассыпается и укатывается литокрит согласно условиям, данным выше для этого вида работы, фиг. 75 и 76.

¹ Этот битум по английской терминологии называется асфальтовым цементом; см. стр. 138.

Для характеристики стоимости могут служить следующие цены, заявленные на работу по устройству около 850 м² (1000 кв. ярдов) асфальтового бетона в Лондоне (см. журнал «Дороги и дорожное строительство», том VI, № 63 (*Roads and Roads Construction*)).¹

Цена	Гарантированный срок	Дальнейшее содержание	Стоимость содержания	За частичное восстановление асфальто-бетона в 7,5 см (3")
5,40 (9 ш. 0 п.)	3 года	2 года	0,30 (0 ш. 6 п.)	9,3—15,6 (15 ш. 6 п.—20 ш. 6 п.)
5,70 (9 ш. 6 п.)	2 »	3 »	0,30 (0 ш. 6 п.)	21,6 (1 ф. 16 ш. 0 п.)
6,25 (10 ш. 5 п.)	5 »	—	—	18,3 (1 ф. 10 ш. 6 п.)
6,45 (10 ш. 9 п.)	5 »	—	—	18,0 (1 ф. 10 ш. 0 п.)
6,60 (11 ш. 0 п.)	5 »	—	—	18,3 (1 ф. 10 ш. 6 п.)



Фиг. 76. Двуслойная асфальто-бетонная одежда с применением тринидадского битума («литокрит» на крупнозернистом асфальтовом бетоне).

Цены на постройку одного участка площадью около 1700 м² (2000 кв. ярдов) уличной одежды из прессованного асфальта в Лондоне были следующие:

Цена	Гарантированный срок	Дальнейшее содержание	Стоимость содержания	За частичное восстановление прессованного асфальта в 5 см (2")
6,60 (11 ш. 0 п.)	3 года	7 лет	0,6 (1 ш. 0 п.)	17,4 (1 ф. 9 ш. 0 п.)
6,75 (11 ш. 3 п.)	3 »	7 »	0,6	18,0 (1 ф. 10 ш. 0 п.)
6,90 (11 ш. 6 п.)	2 »	8 »	0,6	18,3 (1 ф. 10 ш. 6 п.)
6,90 (11 ш. 6 п.)	2 »	8 »	0,6	18,0 (1 ф. 10 ш. 0 п.)

¹ Цены приведены в рублях за 1 м², а в скобках: в фунтах, шиллингах и пенсах— за 1 кв. ярд.

Требования к машинам. Производство асфальтовых смесей требует специальных машин и установок, причем для получения экономически выгодных результатов установки должны быть приспособлены для выработки самых разнообразных типов смесей.

Битумный макадам, состоящий из минерального материала крупностью например от 0,6 до 6,25 см ($1/4$ — $2\frac{1}{2}$ "'), асфальтовый бетон с значительно более тщательным подбором минеральных материалов, в смеси с песком, смесь типа топка, состоящая из песка и 20—30% мелкого каменного материала, и асфальтовый раствор, состоящий из тщательно подобранных песков и заполнителя,—представляют собой наиболее употребительные типы. Из этого перечня вполне ясно вытекает, что для того, чтобы быть экономичной, установка должна быть способна вырабатывать любую из перечисленных смесей. Так как все эти смеси изготавливаются на научной основе, точность в соблюдении пропорций чрезвычайно важна, а потому при выборе установки необходимо убедиться в том, что она снабжена всеми приспособлениями, которые обеспечат точное взвешивание составных частей смеси.

Другой важный фактор—это, чтобы сушильные и нагревательные приспособления были так устроены, чтобы они успешно выполняли свое назначение. Этот пункт требует самого тщательного внимания. Подбор высушенных и нагретых минеральных материалов не такое простое дело, как это кажется, так как содержание влаги в различных минеральных материалах весьма различно. В общем условия, которые надо иметь в виду при выборе асфальтовой установки, следующие.

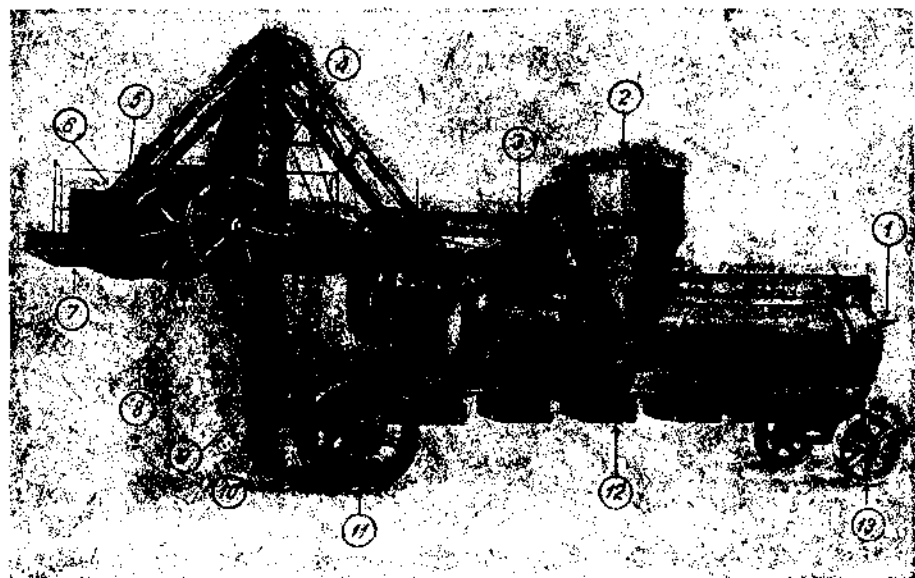
Портативность. Это условие требует особого внимания, и при выборе установки в общем предпочтительны средние размеры. При крупных работах это условие очевидно не может явиться очень важным, но, как правило, тяжелая и громоздкая установка неэкономична в виду больших расходов по ее перевозке и сборке. Время, которое потребуется на то, чтобы смонтировать и разобрать установку, не следует упускать из виду.

Простота механизма. Так как эти установки обычно управляются лицом, которое является полуквалифицированным рабочим, группирование рычагов управления в одном месте надо считать одним из самых желательных условий, причем простота механизма является основной целью, к которой надо стремиться. Действительно во всех дорожных установках и механизмах простота в соединении с прочностью конструкции являются двумя основными факторами, заслуживающими, чтобы на них остановиться. Прочность конструкции в асфальтовой установке особенно рекомендуется. Этим установкам приходится работать в пыльной атмосфере и пр., и так как они попеременно подвергаются действию нагрева и охлаждения, то эти факторы должны быть приняты во внимание наряду с обычным износом и порчей. Механически приводимые в движение части установки обычно следующие: 1) элеватор для холодного материала, 2) сушильный барабан, 3) элеватор для горячего материала, 4) смеситель, 5) бункеры для материалов, 6) отводные желоба. Все оборудование должно быть скомбинировано так, чтобы образовать удобную, и законченную машинную установку. Так как установки подобного типа теперь все больше и больше входят в употребление, то краткое

описание тех моделей, которые дают наиболее удовлетворительную работу, а также прочего оборудования представляет большой интерес.

Кузов грузовика для перевозки смеси должен быть покрыт железом. Перевозка смеси от установки до места работ обычно производится грузовиками, кузова которых выложены листовым железом, так как эта поверхность облегчает сыпку асфальта, а также способствует сохранению тепла во время перевозки.

Лопаты, которые употребляются для распределения смеси, должны иметь стальные втулки достаточной длины, чтобы избежать обгорания деревянных ручек, когда лопаты нагреты.

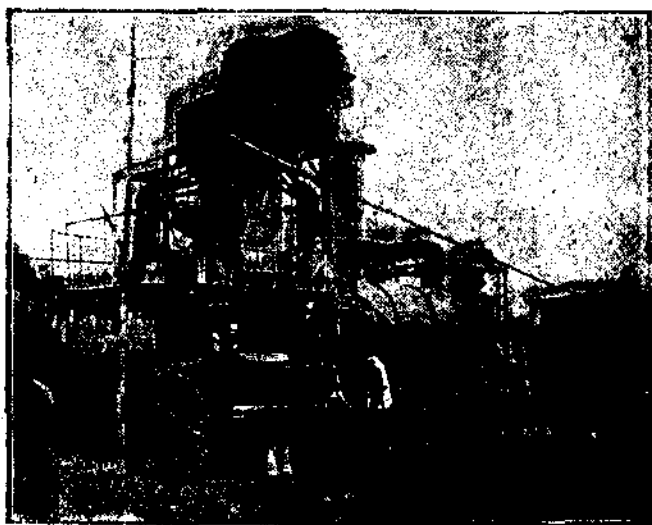


Фиг. 77. Передвижной асфальто-бетонный смеситель системы «Джакта».

Для уплотнения слоя в узких местах употребляются трамбовки, имеющие квадратное или удлиненное чугунное основание с гнездом для ручки. Для отделки поверхности употребляются специальные выглаживатели. Они делаются из чугуна, имеют кривое очертание и легко тянутся по поверхности одежды, уплотняя ее. Перед употреблением они нагреваются, но пользоваться ими надо с осторожностью, так как неопытный рабочий может ими сжечь асфальт.

Установка системы Миллерс. Наиболее употребительны из числа этих установок 2 типа производительностью в 5 и 10 т в час, фиг. 78. Порядок операций следующий для машин всех размеров: холодный минеральный материал доставляется черпаками элеватора в сушильный барабан. Высушенный и нагретый материал выгружается из барабана в нижнюю часть горячего элеватора, целиком закрытого кожухом. У верха горячего элеватора находится ряд отводных желобов, дающих возможность материалу поступать непосредственно в грохот или, если прогрохотка является ненужной, непосредственно в бункеры. Третий случай, возможный при отводных желобах,

состоит в том, что материал возвращается к снабжающему концу холодного элеватора (когда производится две сушки,) причем предварительная сушка совершается в конце рабочего дня с тем, чтобы материал был вполне готовым к началу работы на следующий день. Конструкторы завода утверждают, что только в их установках имеется иной путь для высушенного материала, чем через бункеры в мешалки. Это обстоятельство заслуживает внимания. При начале работ машины материал, пропущенный через сушильный барабан, может быть возвращен к снабжающему концу установки через обратный жолоб и снова пропущен



Фиг. 78. Асфальто-бетонный смеситель Миллера в работе.

через сушильный барабан, пока материал не достигнет требуемой температуры. Она проверяется термометром, который находится на нижнем конце обратного жолоба. Этим способом избегается наполнение бункеров недостаточно нагретым материалом. Обратный жолоб обнаруживает еще свою ценность, когда происходит задержка в транспорте смеси. Во избежание завала и переполнения бункеров или временной остановки работы установки, пускается в ход обратный жолоб до возобновления нормальной доставки материала.

Дальнейший порядок операций: материал выходит из бункера к взвешивающему аппарату, где он точно взвешивается, прежде чем перейти в соответствующий смеситель.

Другие специальные свойства установок Миллера. Выдающиеся особенности установок Миллера всех размеров заключаются, по мнению англичан, в полной изоляции сушильного барабана по патентованной системе, которая практически исключает потерю тепла через излучение и в результате дает замечательную экономию; высокий уровень выпуска из мешалки смешанного материала позволяет установке работать без всяких специальных подставок под колеса, служащих для поднятия машины в других типах; далее конструкция установки обеспечивает

быструю сборку и разборку для перевозки машины. Хорошо продуманные детали конструкции, по мнению английских строителей, обеспечивают быстрое выполнение операций, превращающих сырые материалы в законченную смесь. Полная регулировка температуры в сушильном барабане достигается легко доступными заслонками, и тем самым обеспечивается равномерность в температуре обрабатываемого материала. Прочность конструкции является отличительной чертой машин различных размеров и вполне обеспечивает непрерывность в работе, необходимую при строительстве дороги. Особое внимание уделено в этих установках точности взвешивания минерального материала и битума, и для работ с наиболее сложными смесями устроены весы с пятью коромыслами; однако пользоваться весами более чем с двумя коромыслами приходится лишь в редких случаях. Для взвешивания битума имеются отдельные весы. По своей общей конструкции установки производительностью в 5 т в час и более являются подобными, за исключением того, что в 5-т установке устроена только одна мешалка, имеющая двойной лопаточный вал; 10-т и 15-т машины снабжены двумя мешалками; одна мешалка с одиночным запасным валом для обработки смесей с крупным материалом, другая мешалка с двойным лопаточным валом для смесей с мелкими материалами. Наличие двух мешалок в установках Миллера является усовершенствованием, имеющим, по мнению английских дорожников, большое значение по целому ряду причин; во-первых потому, что обработка крупного материала в быстро действующей мешалке с двумя валами вызывает значительное изнашивание лопаток валов и самого кожуха мешалки во-вторых там где имеется отдельная мешалка для крупного материала, мешалка для мелкого материала может быть более производительной сконструирована для скорейшего смешивания; и в-третьих, когда имеется две мешалки, возможен быстрый переход от смесей с крупным материалом к смесям с мелким, потому что нет надобности в перемене лопаток. Наконец нагревательная способность установки больше при крупном, чем при мелком материале, т. е. время пребывания в барабане может быть меньше, причем этим преимуществом нельзя воспользоваться, если, имеется только одна мешалка (если, конечно, производительность этой одной мешалки не взята с запасом против производительности барабана, при мелком материале).

Мешалка с одиночным лопаточным валом в установке Миллера предназначен для использования более высокой производительности барабана при крупном материале, так как эта мешалка имеет большую производительность, чем мешалка с двумя валами.

Установка системы Куммер (Cummer). Среди них следует отметить четырехтонную машину со многими новейшими патентованными особенностями. Так например в машинах более крупного размера всегда необходимо при транспорте их снимать грохот, бункер, элеватор, что отнимает значительное количество времени, так же как и обратная установка этих частей при сборке машины на новом месте. На четырехтонной модели системы Куммер грохот снимается и помещается наверху сушильного барабана, бункер остается на своем месте, а элеватор для горячего материала, который вращается вокруг известного центра, переключается из вертикального действующего положения в горизонтальное положение для перевозки; таким образом нет надобности в какой-либо иной разборке частей.

Вместо того чтобы тратить несколько дней на разборку уста для ее перевозки на место работы и затем еще несколько дней на ее сборку на новом месте, двое людей могут разобрать эту установку в 3—4 часа и собрать ее приблизительно в такое же время. Эта модель отнесена к разряду производящих в час 4 *m* асфальтового раствора, но благодаря своей особой конструкции она способна на большую производительность, причем в одном случае по английским данным было в среднем получено в час 7 $\frac{1}{2}$ *m* асфальтового раствора. Условия, при которых был достигнут такой выпуск, были очень благоприятны; при обычных условиях не удастся получить столь хороших результатов; в общем при этой установке вполне возможно получить 50 *m* асфальтового раствора в день. Кроме перечисленных типов машин отмечается машина системы Ирокес (*Yroquois*), отличающаяся некоторыми специальными особенностями, отмеченными в следующих технических условиях для машин этого типа.

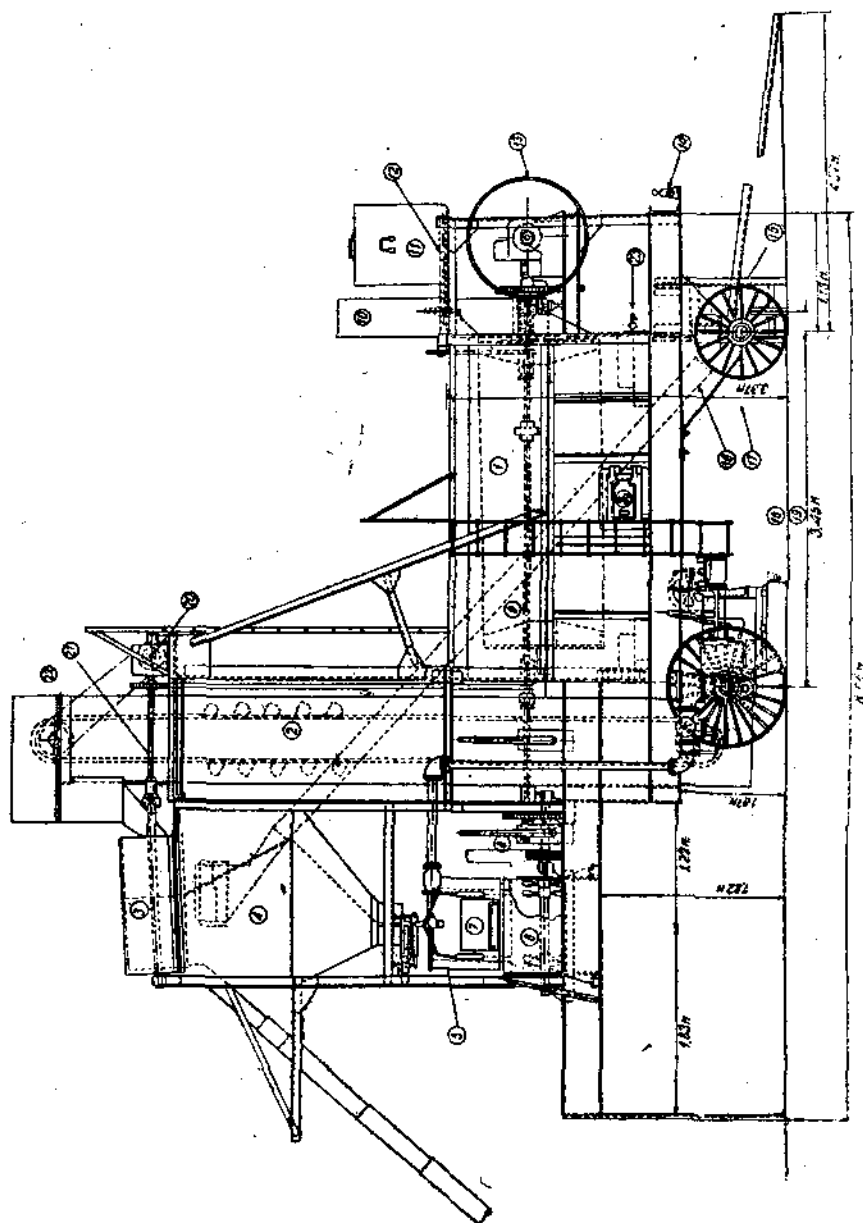
Установка системы Ирокес. Установка имеет производительность, соответствующую устройству 850 *m*² (1 000 кв. ярдов) однослойной асфальтовой одежды толщиной в 5 см (2") в 8-часовой рабочий день, т. е. выпуску 100 *m* в день. Эта производительность может изменяться соответственно изменению технических условий для асфальтовой смеси того или другого типа. Для управления установкой требуется один старший и 5 младших рабочих, из которых только старший должен быть квалифицированным, так как он является ответственным за работу мотора и топки. В собранном виде машина представляет собой установку общей длиной в 8,84 м (29' 1 $\frac{3}{8}$ ") и максимальной высотой до верха кожуха элеватора для горячего материала 7,55 м (25' 2"), фиг. 79.

Шасси. Шасси, несущее различные части установки, построено из мягкой стали на четырех стальных колесах. Передняя пара колес снабжена дышлом, необходимым для передвижения. Задние колеса снабжены сильными тормозами, которые приводятся в действие ручным штурвалом. Часть рамы шасси образует платформу для смесителя, находящуюся на высоте 1,80 м (6') над уровнем земли, что позволяет грузовикам и конным подводам подходить под мешалку для погрузки.

Вращающийся сушильный барабан. Вращающийся сушильный барабан представляет собой цилиндр из мягкой стали диаметром в 1,20 м (48") длиной 3,0 м (10') и толщиной стенок в 10 мм ($\frac{3}{8}$ "), снабженный внутренними распределительными лотками, которые перебрасывают материал во время сушки и нагревания. Этот цилиндр держится на валу из мягкой стали и чугунных опорах, причем вал надлежащим образом опирается на подшипники, один из которых спроектирован так, чтобы принять на себя продольные усилия. Барабан заключен в кожух из мягкой стали, частично выложенной внутри огнеупорным кирпичом. Этот кожух образует топочную коробку и камеру для горения и предназначается для жидкого топлива. Продукты сгорания уносятся дымовой трубой, верх которой возвышается на необходимую высоту, чтобы унести дым.

Элеватор для холодного материала. Элеватор для холодного материала цепного типа с черпаками служит для поднятия и погрузки минерального материала в сушильный барабан при помощи жолоба. Подъемник снабжен подшипниками и ковши ограждены фартуками, чтобы воспрепятствовать падению минерального материала на главный движущий вал.

Элеватор для горячего материала. Сушильный барабан выгружает нагретый материал в нижнюю часть элеватора для горячего материала, который поднимает нагретый материал и выгружает его в трубу, питающую



Фиг. 79. Асфальто-бетонный смеситель системы «Ирокез» производительностью 12,5 тонн в час.

щую грохот. Этот элеватор полностью заключен в кожух из мягкой стали и устроен по цепному типу с черпаками. Ведущий вал элеватора имеет в диаметре 5 см (2"), и привод осуществляется шпью с зубчатым

колесом. Кожух элеватора снабжен входной дверью для того, чтобы можно было легко произвести необходимую сборку и пригонку.

Грохот. Вращающийся грохот расположен над верхом бункеров и питается элеватором для горячего материала. Грохот длиной 1,24 м ($4' 1\frac{1}{2}''$) и диаметром 0,60 м (24") имеет две секции с отверстиями величины, соответствующей одна: 6 клеток на 25 мм (1"), другая: 1 клетка на 25 мм (1"). Прогрохоченный материал выходит в бункер, а ненужный—в открытый конец грохота через особый жолоб, который прикреплен сбоку бункера. Этот ненужный материал сбрасывается на землю. Грохот покрыт металлическим колпаком, установленным на верху бункера.

Бункер. Бункер сделан из мягкой листовой стали и снабжен разделительным листом, образующим два отделения,—одно для песка, другое для каменного материала. Рабочая емкость бункера—2 т. Каждое отделение снабжено выпускным приспособлением, состоящим из раздвижной дверцы и ручного рычага для открытия дверцы; бункер поставлен так, чтобы материал мог самотеком поступать в неподвижный мерительный ящик, помещенный под бункером и над мешалкой.

Мерительный ящик для минерального материала сделан из мягкой листовой стали и включен в весовой аппарат. Этот ящик наполняется из бункера и по взвешивании разгружается в мешалку при помощи откидывающейся на шарнирах дверцы, имеющейся на дне. Вместимость ящика около 0,20 м³ (7 куб. фут.).

Мешалка. Мешалка снабжена двойным валом и имеет емкость в 0,20 м³ (7 куб. фут.); валы снабжены лопатками из марганцевой стали со сменными концевыми частями и приводятся в движение передачей с цилиндрическими зубчатыми колесами и цепным приводом от главного вала. Рабочая скорость 75 оборотов в минуту. Мешалка разгружает смесь в грузовик через нижнюю дверцу раздвижного типа; эта дверца приводится в движение рычагом, находящимся на платформе мешалки.

Бадья для битума. Она сделана из мягкой стали и подвешена к особому весовому аппарату, расположенному впереди мешалки на противоположной стороне по отношению к мерительному ящику. Бадья разгружает свое содержимое в мешалку ручным опрокидыванием. Битум подается в бадью посредством специального насоса.

Насос. Насос для подачи битума горизонтального типа, приводимый в действие паром, снабжен паровой рубашкой и служит для подачи битума из битумного котла в бадью. Этот насос имеет размеры $\frac{12,5 \times 17 \text{ см}}{20 \text{ см}}$

$\left(\frac{5 \times 6,75''}{8''}\right)$. Весь трубопровод как всасывающий, так и распределительный снабжен паровой рубашкой, и рычаги для управления выпуском расположены на платформе мешалки так, чтобы управление было удобно для лица, производящего операцию.

Передвижной битумный котел. Этот котел емкостью 11 м³ (2 500 галл.) сделан из мягкой листовой стали и состоит из двух отделений для того, чтобы битум двух разных сортов мог нагреваться одновременно; он снабжен крышкой, выпускным краном и соединен с битумным насосом. Система решеток и змеевиков, через которые пропускается пар,

предназначена для нагревания и проветривания материала. Котел установлен на осях, снабженных прочными колесами.

Главнейшие особенности малых установок системы Ирокес. Имеется также малая установка этой системы с производительностью, соответствующей устройству 330 м² (400 кв. ярдов) однослойной асфальтовой одежды толщиной в 5 см (2") в 8-часовой рабочий день, т. е. с выпуском 40 т смеси в день. Эта производительность может изменяться соответственно изменению типа асфальтовой смеси.

В собранном виде машина образует установку общей длиной в 7 м (23'7¹/₄") и высотой 4,3 м (14'1¹/₂") до верха кожуха элеватора горячего материала. Для получения необходимого свободного пространства для проезда повозок под мешалкой установка помещается на бетонном или деревянном основании.

Вращающийся сушильный барабан. Сушильный барабан имеет в диаметре 1,05 м (3'6"42"), а в длину 2,4 м (8') и толщину стальных стенок в 0,6 см (1/4"), открытого типа, с наклоном по длине, так чтобы материал перемещался к нижнему горячему концу барабана. Сушильный барабан вращается со скоростью 9 оборотов в минуту через посредство кольцевого зубчатого колеса и шестерни. Шестерня помещается на контршафтом валу и приводится в действие цепью.

Сушильный барабан снабжен с внутренней стороны пятью лотками, которые идут во всю длину барабана; они поднимают материал со дна и постепенно бросают его с верхней части барабана через горячие топочные газы, обеспечивая таким образом максимально возможное нагревание и высушивание. Сушильный барабан вращается на четырех роликах, на которые он опирается через посредство двух стальных колец, обнимающих барабан. Ролики у холодного конца барабана снабжены ребордами, чтобы противодействовать угону барабана в направлении продольной оси, а у горячего конца имеют плоское очертание. Они все допускают некоторое перемещение, чтобы обеспечить возможность их пригонки. Топка построена из стальных листов толщиной 4,5 мм (3/16") с выкладкой огнеупорным кирпичом толщиной 11,25 см (4 1/2"), который закреплен на месте таким образом, что препятствует повреждению стальных топочных листов при транспорте; часть топки со стороны топочного отверстия и ее верхняя часть—съемного типа, чтобы иметь легкий доступ в топку для ремонта. Пространство для горения имеет следующие размеры: высота 52,5 см (1'9"), ширина 47,5 см (1'7"), длина 1,10 м (3'8"). Форсунка помещена в конце топки, противоположном тому концу сушильного барабана, из которого выходит нагретый материал. Сушильный (не форсуночный) конец топки сообщается с камерой, окружающей горячий конец сушильного барабана. Эта камера образует сообщение между топкой и сушильным барабаном. Форсуночный конец топки поддерживается вертикальными стойками, которые служат также для опоры бункера.

Горячие газы из топки проходят через сушильный барабан в трубу, находящуюся на противоположном конце. Труба снабжена паровым инжектором, чтобы получить усиленную в необходимой степени тягу. Подача горючего происходит под действием силы тяжести из бака, помещенного на раме сверху топки. Бак наполняется посредством небольшого поршневого насоса.

Элеватор для холодного материала. Элеватор для холодного мате-

риала опирается своим нижним концом на стальной башмак, который может быть связан с бетонным основанием или опорой из какого-либо другого материала. Верхний конец элеватора держится на валу и подшипниках, укрепленных к раме над сушильным барабаном. Верхний вал приводится в движение цепью. Цепь подъемника тянется по чугунным вращающимся колесам диаметром 30 см (12"); черпаки железные, размерами 12,5×8,7×8,1 см ($5 \times 3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{4}$ ").

Подшипники нижнего конца элеватора имеют возможность некоторого передвижения для того, чтобы сохранить нужное натяжение цепей, ослабляющееся с течением времени вследствие их вытягивания и изнашивания.

Элеватор для горячего материала. Горячий материал высыпается из барабана в башмак элеватора и поднимается им для разгрузки в грохот. Элеватор состоит из железных черпаков 12,5×8,7×8,1 см ($5 \times 3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{4}$ ").

Элеватор полностью заключен в кожух из листовой стали и снабжен у нижнего конца поддерживающими подшипниками; приводная цепь та же, что и для элеватора холодного материала.

Выгрузка из элеватора в грохот производится через жолоб; этот жолоб, как и жолоб, идущий от барабана к башмаку элеватора, снабжен подвижной стальной заслонкой.

Грохот. Грохот, состоящий из двух отделений, одно для песка, а другое для каменного материала, типа грохотов с предохранительной сеткой; секция грохота для песка защищается от крупных частиц камня предохранительной сеткой, которая уносит крупные частицы мимо секции для песка. Эта предохранительная сетка имеет в диаметре 48,5 см ($19\frac{3}{8}$ ") и состоит из сетки с отверстиями в числе 2,5 на 25 мм (1"). Она поставлена внутри секции для песка и имеет одинаковую длину с ней. Секция грохота для песка имеет в диаметре 59,5 см ($23\frac{3}{4}$ ") и длину в 90 см (36"); сетка с 6 отверстиями на 25 мм (1").

Секция грохота для каменного материала имеет одинаковый диаметр с предохранительной сеткой, т. е. 48,5 см ($19\frac{3}{8}$ "), а длину в 49,5 см ($19\frac{3}{4}$ "); число отверстий сетки одно на 25 мм (1"). Грохот приводится в действие контршафтным валом, который в свою очередь вращается при помощи цепи от главного приводного вала. Грохот установлен с уклоном в 5° ($\frac{1}{4}$ на 1 фут) для осуществления движения минерального материала вдоль грохота.

Над грохотом имеется съемный кожух из листовой стали, и в его верхней части сделана дверца для осмотра.

Бункер. Грохот разделяет минеральный материал и выгружает его в бункер с двумя отделениями; рабочая емкость бункера около 1,5 т. Он снабжен жолобами для выпуска материала, в предупреждение его чрезмерного переполнения, а также для выпуска ненужного слишком крупного материала, непроходящего через грохоты, предназначенного для каменного материала. Бункер снабжен раздвижной дверью в перегородке, так что оба отделения могут быть по желанию использованы как для песка, так и для каменного материала. Двое вращающихся дверок в бункере для разгрузки минерального материала позволяют выпускать нужное количество материала в измерительный ящик.

Мерительный ящик для минерального материала. Мерительный ящик стоит на платформе весов с тремя коромыслами, рассчитанными на

832 кг (1850 фнт.), и помещен на ней так, что его содержимое может быть выгружено в мешалку на полной ее длине через дверцы на шарнирах, приводимых в движение при помощи рычага.

Мешалка. Мешалка стандартного типа Ирокез (Iroquois) с двумя валами; приводится в движение цепным приводом от главного вала; мешалка снабжена паровой рубашкой и подвижными стальными заслонками. Зубчатая передача для приведения в движение валов сделана из чугуна. Валы изготовлены из стали с большим содержанием углерода. Полный вес одной порции загрузки мешалки около 180 кг (400 фнт.). Мешалка снабжена комбинацией лопаток, состоящих из стержней литой стали с наконечниками из марганцевой стали общепринятого типа, т. е. таких лопаток, которые пригодны для смешения любых стандартных смесей. Деревянная платформа для помещения управляющего работой машины устроена поперек концевой части мешалки и вдоль одного бока ее.

Бадья для битума и весовой аппарат. Бадья для битума подвешена к висячим весам с двумя коромыслами, рассчитанными на 90 кг (200 фнт.), и ее емкость равняется приблизительно 75 л ($16\frac{1}{2}$ галл.). Бадья и весы подвешены к рельсу таким образом, что бадья может перемещаться от своего нормального положения над мешалкой к пункту, где битум может быть вылит в нее из котла при помощи ковшей на длинных рукоятках. Бадья затем возвращается к своему нормальному положению и разгружается в мешалку; как разновидность устройства, котел может быть так поставлен, что битум может быть выпущен из любого отделения котла через кран на дне котла. Битум затем поднимается в бадьях через посредство блока и каната на платформу мешалки, где он выливается в мерительную бадью.

Насос для битума. Как разновидность, устройство машины снабжается битумным насосом с паровой рубашкой и необходимым трубопроводом также с паровой рубашкой, для подачи битума из котла для плавки битума паром—в битумную бадью, т. е. без применения ручной силы для подачи битума. Однако в стандартное оборудование насос и арматура не включаются, если о них не упоминается особо.

Передвижной битумный котел. Котел того же типа, который применяется в установках большого размера.

Двигатель. Энергия для приведения в действие сушильного барабана и мешалки получается от вертикального парового двигателя в 15 л.с., помещаемого на раме установки.

Котел. Котел с поверхностью нагрева в 46,4 м² (500 кв. фут.) с давлением в 8,7 атм. (125 фнт. на кв. дм.), требуется для снабжения паром двигателя, для питания паром котла, для плавки битума, для паровых рубашек трубопровода, для паровой рубашки мешалки и пр.

Кроме описанных типов установок ниже приводятся данные о машине системы Накопакс (Nacopak).

Производительность. Величина производительности—10 т смеси в час или 80 т в 8-часовой рабочий день.

Конструкция. Установка имеет размеры в плане 6,9×2,25 м (23'×7'6") и перевозится на специальной платформе. Для целей удобства транспорта установка так сконструирована, что она может быть почти целиком разобрана на малые части и снова собрана без клепальных работ.

Сборка. Все части, которые обычно снимаются и снова собираются при перевозке установки, соединяются болтами в небольшие группы, причем максимальный вес любой из них 100 кг (224 фнт.) за исключением топки. Имеется небольшой кран для облегчения сборки, который может быть в дальнейшем использован для подъема цемента, в качестве заполнителя и т. п. на платформу мешалки или для смены сетки грохота и т. д.

Подъемное приспособление. Это очень важное приспособление, которое характерно для установок Накопакс. Оно состоит из четырех легких треног, имеющих уравнивательные подъемные винты, и служит для подъема установки с повозки, на которой она перевозится и для постановки ее в рабочее положение с образованием под мешалкой пространства в 2,10 м (7') высотой для прохода грузовиков. Подъем до требуемой высоты совершается в очень короткое время в один прием. Когда установка поставлена, под ее раму подводятся стальные фермы, и весь подъемный прибор удаляется. Этот подъемный прибор служит для нескольких установок. Этим прибором можно при благоприятных условиях поднять установку и привести ее в действие в срок от 24 до 30 рабочих часов.

Основание. При сборке согласно вышеописанного метода единственное основание, которое потребуется под машину,—это поперечины на выровненной поверхности грунта. При этом осуществляется в полной мере устойчивость установки во время работы.

Элеватор для холодного материала. Вместо обычного одного элеватора имеются два элеватора для холодного материала. Это допускает лучшее расположение штабелей минерального материала и устраняет необходимость таченной возки материала из штабелей к элеватору.

Элеватор для горячего материала. Во избежание переполнения этот элеватор действует быстрее, чем элеваторы для холодного материала, и создает этим повышенную пропускную способность. Все три элеватора имеют одинаковые цепи, тяговые колеса и черпаки. Специальный стяжной прибор служит для увеличения натяжения ослабевшей подъемной цепи. Так как элеватор для горячего материала снимается для перевозки, то он сконструирован в виде отдельных секций, что не только даст возможность быстрой сборки, но и такую быструю упаковку для перевозки.

Сушильный барабан. Сушильный барабан отличается характерными особенностями. Барабан почти целиком заключен в выложенный кирпичом кожух, обнимающий также топку очень большого размера. Газы из топки не только обтекают барабан, но также проходят через него в двух направлениях, встречая минеральный материал, который пересыпаясь все время движется в обратном направлении, т. е. против течения газов. Этот барабан патентованной системы значительно короче (хотя расстояние, проходимое минеральным материалом, то же самое) при одинаковом диаметре, чем обычный барабан с той же номинальной (но с меньшей действительной) емкостью; так как барабан устроен на роликах и приводится в действие путем трения, он не требует ни дорого стоящего зубчатого кольца и прочих частей передачи, требующихся в этом случае, ни охлаждаемых водой подшипников. Везде употребляется стандартный огнеупорный кирпич.

Вентиляторно-циклонный пылесос. Пылесос хорошо известного типа Сирокко с внутренними подшипниками, охлаждаемыми водой. Тяга очень точно регулируется двойной заслонкой с ручными рычагами.

Бункеры. Они чрезвычайно большого размера для установки этой производительности и в особенности для такой, которая может столь легко быть собрана и разобрана.

Их обычно делают емкостью в 2 и 4 т, но это соотношение может быть легко изменено в соответствии с изменением размеров отверстий клеток грохота.

Грохот. Грохот очень простой конструкции, для которого пригодны как штампованные сетки, так и плетеные проволочные, причем сетка может легко сниматься и надеваться.

Весовой аппарат. Он так устроен, что могут быть последовательно взвешены три фракции минерального материала для каждой порции, причем взвешивание производится простым рычагом; после того как прибор установлен на требуемый вес, его действие является полуавтоматическим.

Мешалка. Мешалка с двумя валами высококачественного действия, с рабочей емкостью в 700 кг (1 570 фит.). Особое внимание было уделено необходимости смены лопаток для разных типов смесей нижнего и верхнего слоев; благодаря наличию набора из запасных валов с лопатками, приводными механизмами и подшипниками, а также благодаря особой конструкции мешалки—время, потребное для этой смены, доведено до минимума.

Приводное приспособление. Оно состоит из прочных зубчатых колес. За исключением ремня, ведущего к вентилятору, вся передача совершается валами на шарикоподшипниках типа Скефто (*Skefto*). Таким образом неудобства от разрыва цепей, что имеет место в некоторых других установках, здесь устранены, трение сокращено и благоприятные особенности шариковых подшипников обеспечивают всей передаче точность при сборке. Особое внимание уделено вопросу о запасных частях, причем число различных запасных частей доведено до минимума как в шкивах, так и в подшипниках элеваторов, так как везде по возможности применены одни и те же части.

Установка приводится в действие передвижным двигателем в 12 л. с.

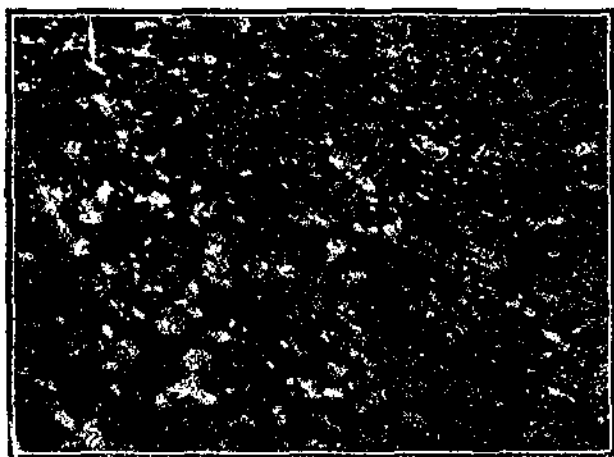
При составлении этой главы по асфальту широко использованы результаты ценных исследовательских работ, напечатанных в различных бюллетенях, изданных Американской асфальтовой ассоциацией (*American Asphalt Association*). Чтение этих изданий щедро вознаграждает за затрату времени всех интересующихся этой важной стороной дела современного дорожного строительства.

ГЛАВА XVI

ХОЛОДНЫЕ АСФАЛТЫ

Холодные асфальтовые одежды могут устраиваться в сырую погоду. В течение нескольких последних лет был введен новый метод устройства асфальтовых дорог. Этот метод исключает фактор нагревания смеси и последующую необходимость россыпи и укатки ее в сухую погоду. Этот процесс по сравнению с другими имеет много преимуществ, и нет сомнения, что эти одежды получают значительное распространение, как только они станут известны широким кругам строителей.

Из числа холодных асфальтов остановимся на смеси для верхнего слоя с пропорцией составных частей по типу толика под названием кольпровия (*Colprovia*), которая с успехом была использована в Англии на многих загородных дорогах с тяжелым проездом.



Фиг. 80. Холодный асфальт кольпровия. Обращается внимание на шероховатую поверхность.

Отсутствие нагревания. Асфальтовая смесь кольпровия может быть использована при сравнительно небольших затратах, получаемая при этом поверхность отличается отсутствием скользкости; показанная на фиг. 80 поверхность кольпровия дает ясное представление о плотной и вместе шероховатой коре, образовавшейся после укатки.

Благодаря отсутствию нагревания исключена возможность вредного влияния на связующие свойства битума, вследствие возможного перегрева. Вследствие отсутствия нагревания и благодаря тому что окончательное схватывание происходит лишь после уплотнения материала, с ним легко обращаться, и он может быть укатан тяжелым катком, причем поверхность не принимает волнообразного вида.

Большое содержание каменного материала. Вследствие того что эта смесь содержит значительное количество каменного материала, это считается весьма важным обстоятельством, так как благодаря ему отсут-

ствуется скользкость и имеет место хорошее зацепление для подков лошадей; это качество одежды удовлетворяет одному из важнейших требований современного транспорта.

В смеси кольпровия связующее вещество состоит из битума значительной твердости, обращенного механическим путем в мельчайший порошок.¹ В качестве минерального материала употребляются: гранит, некоторые базальтовые породы, известняк или же доброкачественный гравий вместе с подобранным песком или каменной мелочью, получающейся при бойке.

Смесь состоит из следующих составных частей (в процентах)	
Каменный материал: от 0,6 до 1,25 см ($\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ ")	50
Песок	10
Каменная мелочь	26
Заполнитель (портландцемент или известняковая мука)	5
Битум	9
	100%

Употребляемый для составления смеси битум представляет собой стандартный твердый сорт битума, соответствующий установленным испытаниям.

Одежда с минимальным количеством пустот. Минеральный материал, смешанный в указанных выше пропорциях с битумом, образует после укатки кору, обладающую минимальным количеством пустот.

Минеральный материал обрабатывается специальным разжижающим маслом, полученным из асфальтовой нефти, а затем к этой смеси добавляются измельченный в порошок битум и заполнитель. Масло обволакивает каждую частицу камня и песка, а распыленный битум растворяется маслом, образуя связующее вещество требуемой степени проникания; вся смесь, будучи уплотнена, дает слой максимальной плотности.

Метод устройства. Материал в холодном виде распределяется по дороге граблями с требуемым профилем; вес катка определяется вязкостью камня, употребленного в асфальтовую смесь. Для полного уплотнения необходима повторная укатка в дальнейшем при службе.

Стоимость одежды. Стоимость слоя в 5 см (2") толщиной заключается между 3 руб. 45 коп. и 4 руб. за 1 м² (5 ш. 9. п. и 6 ш. 6 п.—за 1 кв. ярд), в зависимости от вида употребленного минерального материала, дальности возки и т. д. То обстоятельство, что эта смесь никогда не требует поверхностной обработки, должно быть принято во внимание при расчете первоначальной стоимости и сопоставлении ее с расходами по содержанию дороги при службе.

Холодная асфальтовая смесь карпев (Carpeve). Материал, под названием «Карпев», представляет собой другой вид холодной асфальтовой смеси. Для употребления в нижний слой смесь составляется из минерального материала, проходящего через грохот в 4,5 см ($1\frac{1}{4}$ ") и задерживающегося на грохоте в 1,5 см ($\frac{5}{8}$ "). Этот материал обрабатывается особым способом чистым битумом, укладывается в холодном виде слоем в 5 см (2") толщиной и затем укатывается. Смесь для верхнего слоя обрабатывается таким же способом, причем

¹ Получение такого порошка и предохранение частиц его от слияния составляют одну из интересных сторон, подлежащих раскрытию.

минеральный материал употребляется крупностью от 0,3 до 1,5 см ($\frac{1}{8}$ — $\frac{3}{8}$ "), она укладывается слоем в 2,5 см (1") толщиной и плотно укатывается. После укатки из двух слоев образуется один общий слой в 5 см (2") толщиной, причем считается, что он лишен пустот. Получается кора с мозаичной по виду поверхностью, превращающаяся под действием проезда в некоторое плотное вещество, связанное битумом.

Одежда карпёв обладает нескользкой поверхностью. Так как одежда дороги состоит из частиц минерального материала, взаимно заклиненных между собой под разными углами, она представляет автомобильным шинам сопротивление движению, достаточное для отсутствия скольжения. Один минеральный материал, даже хорошего качества, не может быть уложен плотным слоем, так что необходимо ввести цементирующее вещество для связи щебня; при этом он должен быть так подобран, чтобы после укатки катком соответствующего веса образовался слой с минимумом пустот. Особое внимание, уделяемое гранулометрическому подбору минерального материала, является отличительным свойством дорог с одеждой карпёв.

Количество битума, требуемое для постройки одежды карпёв, не превышает 7%, так что на минеральном материале получается тонкая пленка связующего вещества.

В виду того, что битум и каменный материал смешиваются при низкой температуре, отсутствует возможность повреждения материала вследствие возможного перегрева.

Отсутствие надобности в ежегодной поверхностной обработке. Приблизительная стоимость устройства одежды этого типа 4 руб. за 1 м² (6 ш. 6 п. за 1 кв. ярд), причем заводы гарантируют бесплатное содержание дороги в течение известного срока. Ежегодная поверхностная обработка не нужна, и одежда сразу покрывается новым слоем по прошествии известного числа лет, если это окажется желательным.

Устройство одежды карпёв на старых одеждах. При укладке карпёв старая дорога любого типа может быть использована в качестве основания, так как неровности ее могут быть отремонтированы этим материалом до укладки нового слоя на всей площади.

Карпёв может быть также уложен непосредственно на износившуюся торцовую мостовую и гранитную каменную мостовую, ставшую непригодной для дальнейшей службы вследствие износа и обульживания шашек.

Быстрота работы и большая производительность. Считается, что карпёв может быть уложен со скоростью, превышающей в два раза укладку тармакадама; это не только уменьшает стоимость рабочих рук и укатки, но и ускоряет выполнение плана дорожного строительства.

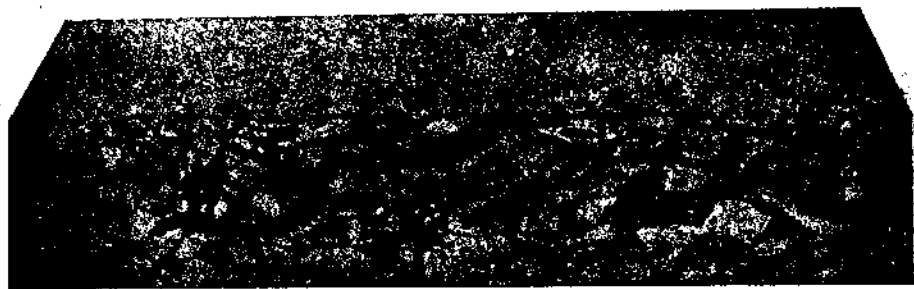
Кроме того нет надобности в закрытии дороги для проезда на время укладки этого материала, так как он не отстаёт, а наоборот уплотняется под действием проезда.

Заводы утверждают, что в нормальный рабочий день, при одном катке и соответствующем количестве рабочих материалом карпёв можно покрыть до 600 м² (700 кв. ярдов) поверхности.

Одежда из дамман-асфальта. Дамман-асфальт (Damman) представляет собой материал, с которым в течение последних 10—12 лет были произведены в Европе многочисленные испытания и который лишь недавно введен в употребление в Англии. Он обладает несколькими

отличительными] чертами, которые не могут не быть оценены дорожными строителями.

Этот материал является результатом многолетней исследовательской работы, произведенной с целью выработки нового типа асфальтовой одежды, причем в основу были положены оригинальные принципы. Обычная практика установила, что тротуар из шлака или подобного материала при большом движении становится твердым, несмотря на отсутствие связующего вещества, вызывающего уплотнение или способствующего таковому. Эта твердость является результатом одного лишь постоянного уплотнения и последующего сцепления отдельных частиц. Стремление частиц к сцеплению под действием давления было усилено в дамман-асфальте путем покрытия каждой частицы тонким слоем специально приготовленного битума, действующего как смазочное, но не как связующее вещество.



Фиг. 81. Образец холодного асфальта Коласкрит.

В качестве минерального материала употребляется шлак или другой минеральный материал, предпочтительно содержащий значительное количество углекислого кальция, но не содержащий материала стекловидной структуры.

Минеральный материал дробится, сушится и строго подбирается таким путем, чтобы в нем было достаточное количество мелочи для заполнения всех пустот. Затем посредством интенсивного механического перемешивания вводится смазочный материал. Весь процесс производства протекает при сравнительно низкой температуре, благодаря чему отсутствует возможность изменения составных частей.

Для уплотнения достаточно укатки вручную. Дамман-асфальт представляет черный рассыпчатый порошок, готовый для укладки без какой-либо другой дальнейшей обработки; кроме того он может сохраняться в течение многих месяцев без риска испортиться. Этот асфальт может быть уложен слоем толщиной от 2,5 до 5 см (11—2") в зависимости от предполагаемого проезда. Он укладывается одним слоем, причем этот слой в виду свойственной ему способности сжиматься должен быть в два раза толще требуемой законченной толщины. Для уплотнения достаточно укатки вручную; для этой цели имеется специальный тип катка весом около 600 кг (1 340 фнт.), фиг. 81, причем края должны быть тщательно затрамбованы для обеспечения водонепроницаемости. Эта укатка вручную производит уплотнение, достаточное для открытия движения, каковое довершает окончательное уплотнение.

Дамман-асфальт для сухой пропитки. Необходимо признать, что более простого процесса устройства одежды не существует.

Помимо его употребления в качестве самостоятельной одежды этот материал может быть использован для сухой пропитки любого вида щебня, необработанного дегтем, пригодного для постройки дороги. В данном случае процесс также прост: на подготовленное основание рассыпается слой асфальта толщиной около 2 см ($\frac{3}{4}$). Затем рассыпается до требуемой толщины щебень и на нем распределяется лопатами дамман-асфальт. Уплотнение производят паровым катком, ведя работу так, как и в случае постройки обыкновенного щебеночного шоссе, причем во время укатки должен добавляться асфальт до тех пор, пока не будут заполнены все промежутки. При этом методе одежда становится водонепроницаемой как снизу, так и сверху, и вследствие наличия этого асфальтового порошка устраняется возможность внутреннего трения и образования пыли. Так как дамман-асфальт состоит из 95% чистого каменного материала и не содержит подверженных распаду материалов, то связующая часть одежды столь же прочна, как и минеральная часть.

Таким способом были удачно построены дороги на значительном протяжении; в частности в Игхеме (*Egham*) была построена такая дорога при стоимости 2 руб. 70 коп. за 1 м² (4 ш. 6 п. за 1 кв. ярд) и после годичной службы—в течение этого срока дорога неоднократно находилась под водой при глубине до 1,20 м (4') и была покрыта толстым слоем льда—она хорошо сохранилась и находится в вполне удовлетворительном состоянии.

На дорогах с тяжелым проездом, как например на дороге Бальгам Хай Род (*Balkam High Road*), дамман-асфальт был подвергнут серьезным испытаниям в качестве верхнего слоя.

В виду легкости обращения с этим материалом он в особенности пригоден для ремонтных работ. Ремонтируемым участкам придают прямоугольную форму в плане, вычищают и, смазав края ям дегтем для образования водонепроницаемых швов, засыпают дамман-асфальтом, слоем, превышающим в два раза требуемую толщину законченного слоя. Так как достаточно укатки вручную или же трамбования, то для производства этих работ нет надобности в доставке на место сложного оборудования.

Коласкрит (*Colascrete*) является также одним из типов холодного асфальтового бетона.

Коласкрит делается в бетономешалке из подобранного соответствующим образом минерального материала и особой эмульсии коласмикс (*Colasmix*). Он распределяется по основанию слоем толщиной, установленной техническими условиями, и после его схватывания под действием воздуха укатывается до полного уплотнения. Обыкновенная мешалка и каток составляют все механическое оборудование, необходимое для укладки коласкрита.

Благодаря этому процесс дешевле и проще, чем при смешивании и распределении горячего асфальта. Коласкрит может быть уложен при любых условиях погоды и образует зернистую, несколькокую поверхность, даже когда последняя несколько влажна.

Коласкрит обыкновенно укладывается слоем от 5 до 7,5 см (2—3") толщиной на бетонном или щебеночном основании и образует прочную, хотя и достаточно пластичную поверхность, могущую выдержать

современный проезд как в отношении веса, так и количеств проезжающих повозок, фиг. 82.

Так как в настоящее время эксплуатируются быстроходные автобусы значительного веса, многие загородные дороги должны выдерживать такой проезд, который раньше имел место лишь на небольшом расстоянии от крупных городов. Для производства коласкрита местные минеральные материалы испытанного качества могут быть смешаны при дороге в любой обыкновенной бетономешалке, что имеет большое значение для дорожных строителей, на обязанности которых лежат работы по устройству дорог, необходимых для проезда такого рода.

Легкость, с которой поверхность коласкрита восстанавливается после разрытия ее для починки канализации и пр., представляет собой важное преимущество этого материала. Считается, что эмульсия коласмикс специального типа для приготовления коласкрита и соответствующий каменный материал, смешанные в холодном виде машиной или вручную и утрамбованные на месте, легко сливаются в одно целое с соседней старой частью одежды.

Необходимость дальнейших исследовательских работ. Кроме различных видов холодных материалов, упомянутых в этой главе, были испробованы и другие эмульсии для устройства битумного макадама; хотя несомненно, что холодные материалы имеют большую будущность, тем не менее полученный до настоящего времени опыт слишком мал для того, чтобы можно было составить себе определенное мнение об их относительных преимуществах и окончательных возможностях. Однако нет сомнения, что этот метод работы не остановился в своем развитии и что в ближайшем будущем мы будем свидетелями новых достижений в этой области.

ГЛАВА XVII

ЦЕМЕНТ И БЕТОН

Широкое и все увеличивающееся применение бетона в дорожностроительных работах поставило цемент по значению на ряду с другими стандартными материалами, необходимыми при выполнении сколько-нибудь обширной программы дорожного строительства.

Производство портландцемента. Развитие и улучшение производства и состава портландцемента, производимые на основе уменьшения времени его твердения, привели к так называемым сортам быстротвердеющих портландцементов, как феррокрит (*Ferrocrete*), и глиноземистые, как лайтнинг (*Lightning*) и плавный цемент (*Ciment Fondu*).

Портландцемент производится из различных известняковых и глинистых материалов. Характер предварительной обработки сырья зависит от применяемого материала. Согласно методу, применяемому на Темзенских объединенных заводах портландцемента (*Associated Portland Cement Manufacturers Thames Works*), — мергель и глина смешиваются в сыром виде и мелко измельчаются в специальных смесительных резервуарах; затем смесь поступает в большие вращающиеся печи, в которых она обжигается приблизительно при температуре 1480° (2500° Ф); во время обжига происходит химическая реакция, в результате которой образуется смесь силикатов и алюминатов кальция в виде мелкого клинкера. Последний измельчается в тонкий порошок, который и является окончательным продуктом, фиг. 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88 и 89. Ниже приводится перечень стандартных британских технических условий для портландцемента.

а) Тонкость помола. Остаток на сите № 200 ¹ не должен быть больше 10%, а остаток на сите № 80 не должен быть больше 1%.

б) Химический состав. 1) Гидравлический модуль (отношение извести к сумме кремнезема и глинозема) должен быть не больше 2,9 и не меньше 2,0.

2) Потеря при прокаливании не должна превышать 3%.

3) Нерастворимый остаток не должен быть больше 1,5%.

4) Содержание магния не должно быть больше 4%.

5) Полное содержание серы, пересчитанное на серный ангидрид, не должно превышать 2,75%.

в) Сопротивление на разрыв (чистый цемент). Сопротивление на разрыв не должно быть меньше 42 кг/см^2 (600 фунт. на кв. дюм.) через 7 дней.

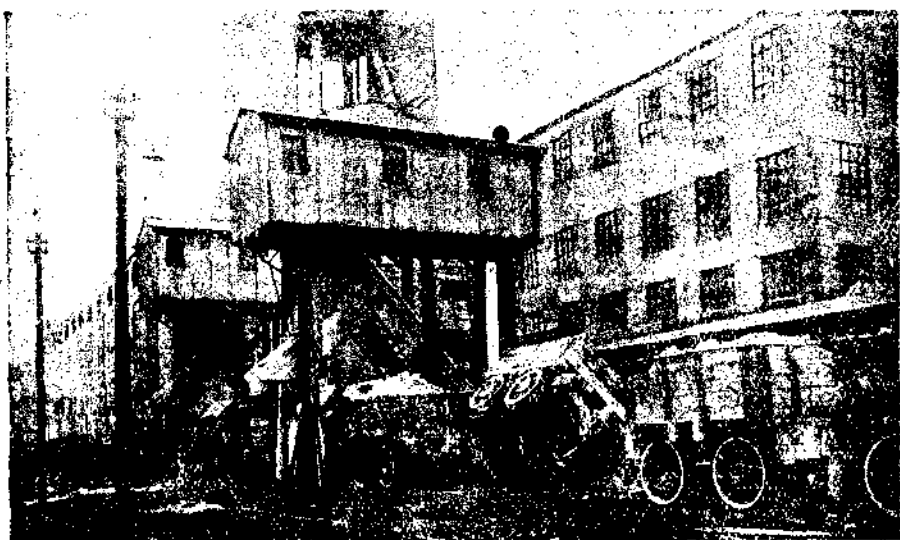
¹ Сито № 200 по общепринятому американскому международному стандарту почти одинаково с ситом, имеющим 180×180 отверстий на 1 кв. дюйм. Сито № 80 почти одинаково с ситом 76×76 (почти 80×80 отверстий на 1 кв. дюйм).



Фиг. 82. Общий вид современного цементного завода.



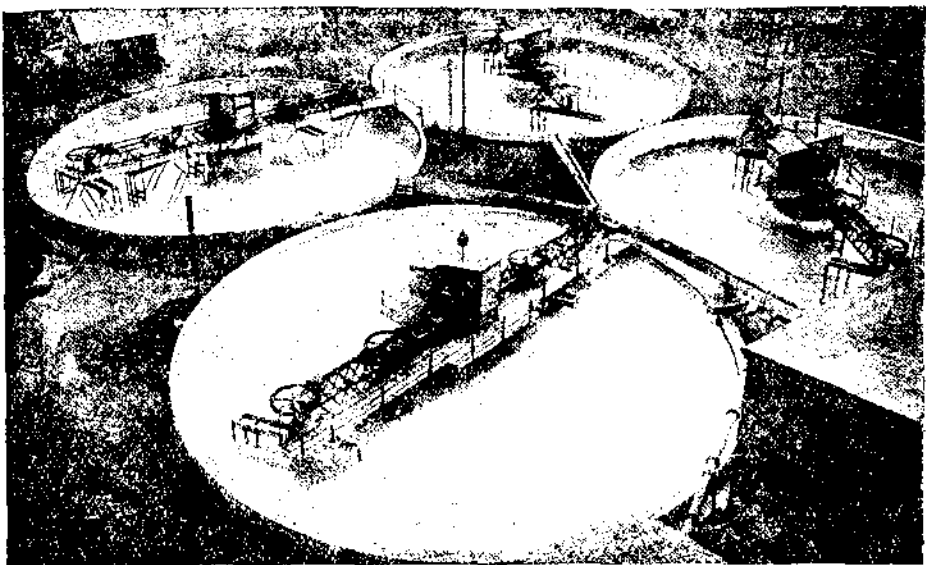
Фиг. 83. Разработка мергелистой породы как сырья для производства порландцемента.



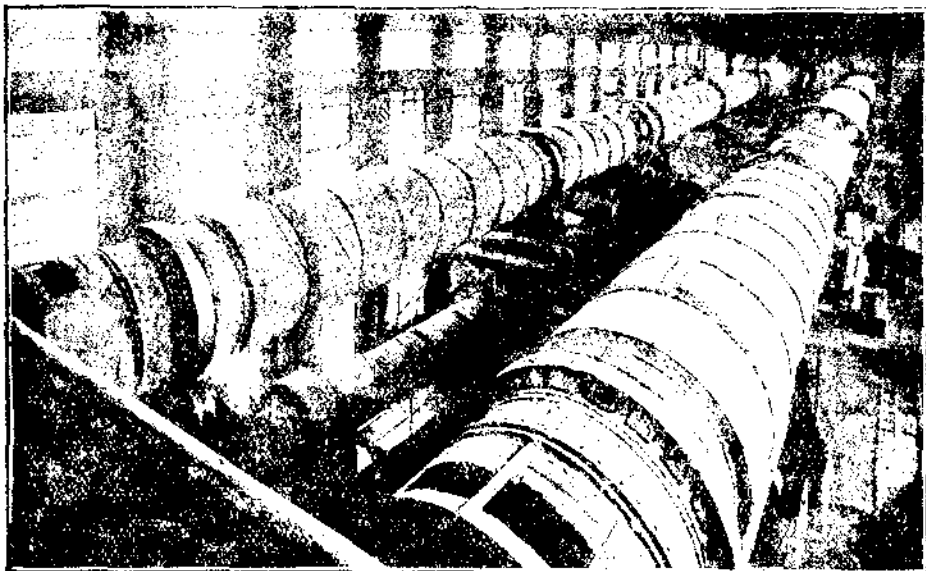
Фиг. 84. Разгрузка сырых материалов (мергеля и глины) в мельницы.



Фиг. 85. Мельницы для измельчения и перемешивания мергеля и глины.



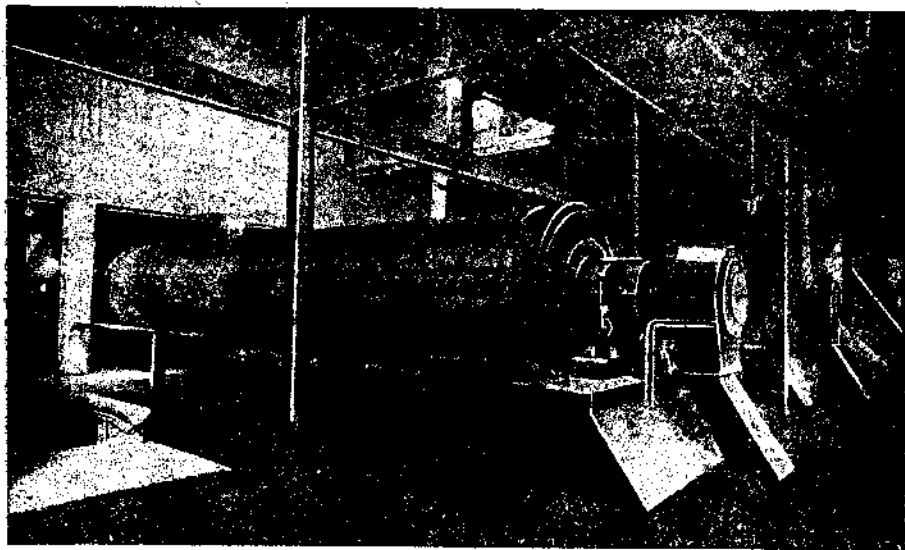
Фиг. 86. Баки для окончательного измельчения и перемешивания материалов.



Фиг. 87. Вращающаяся печь для сжигания смеси на клинкер портландцемента.

г) Сопротивление на разрыв (смесь цемента и песка). Смесь цемента и песка в пропорции 1 : 3 должна дать сопротивление на разрыв не меньше 23 кг/см^2 (325 фнт. на кв. дм.) через 7 дней и 25 кг/см^2 (356 фнт. на кв. дм.) через 28 дней, с уменьшением роста сопротивления в сроки более 28 дней по скользящей шкале, по особой формуле, в случае если через 7 дней сопротивление окажется больше 23 кг/см^2 .

д) Сроки схватывания. Для нормально схватывающегося цемента начало схватывания не меньше чем через 30 мин., а конец схватывания не более чем через 10 час. после затворения. Для быстро схватывающегося цемента начало схватывания не меньше чем через 5 мин.,



Фиг. 88. Мельница для измельчения клинкера портландцемента.

а конец схватывания не больше чем через 30 мин. после затворения. (Обозначение «быстротвердеющий цемент» не означает, что цемент является «быстротвердеющим»).

е) Изменение объема.¹ Расширение, определяемое методом Лешатель, не больше 10 мм (0,4") после 25-часового выдерживания на воздухе, или 5 мм (0,2")—после 7-часового выдерживания на воздухе.

Бетонные смеси. Для составления бетонных смесей цемент должен удовлетворять стандартным техническим условиям, но кроме этого большое значение для качества бетона имеют и другие составные части, а именно: вода и минеральные материалы; ниже приводятся выдержки из доклада проф. Абрамса V Международному дорожному конгрессу, в каковых отмечаются новейшие данные о роли этих факторов, т. е. воды и минеральных материалов.

¹ В британских технических условиях это свойство характеризуется как «доброкачественность».

Сопротивление износу зависит от количества цемента и воды. Минеральный материал в обычных бетонных смесях составляет 75—85% всей смеси; следовательно характеристика минерального материала имеет известное значение. Новейшие исследования показывают, что качество бетона, измеряемое его прочностью и сопротивлением износу, в большой мере зависит от отношения между количеством воды и цемента, т. е. от водо-цементного фактора, и в меньшей степени от качества минерального материала, т. е. от его чистоты, доброкачественности и правильного подбора по крупности.

Гранулометрический анализ (на ситах), сопротивление износу (в барабане Деваля), влагоемкость, содержание пыли, удельный и объемный вес, а также сопротивление сжатию раствора или бетона через 7 или 28 дней обычно являются критерием для оценки качества минеральных материалов.

Так как эти испытания не всегда могут установить различие между материалами, годными и негодными для бетона, подвергающегося при службе в дороге влиянию атмосферных реагентов,—применяются специальные испытания для определения присутствия слабых минеральных частиц, как например: замораживание и оттаивание, обработка серноокислым натрием, ударные испытания для гравия, специальные испытания на износ в барабане Деваля и исследования содержания примесей в песке и гравии (сляда и пр.). Минеральные материалы для бетонных одежд применяются разной крупности от самых мелких до 5—7,5 см (2—3"). При установлении правильного соотношения крупных и мелких материалов обычно границей между крупным и мелким материалом принимается размер в 6 мм ($\frac{1}{4}$ ").

Прочность бетона и связь ее с свойствами минерального материала. Тщательно произведенные исследования показывают, что прочность бетона и сопротивление его износу зависят только в небольшой степени от удельного веса, сопротивления сжатию или вязкости минерального материала, если только временное сопротивление сжатию минерального материала не меньше чем самого бетона. Другие испытания показывают, что бетон с применением известняка, гравия, базальта, порфира, песчаника и доброкачественного доменного шлака дает в общем одина-



Фиг. 89. Автоматическое наполнение готовым цементом мешка со взвешиванием.

ковую степень прочности, если только подбор по гранулометрическому составу одинаков и учтено количество воды, поглощаемой минеральным материалом, при расчете пропорций смеси.

Опыт показал, что породы, которые дают сравнительно большую потерю при испытании на износ в барабане Деваля, дают удовлетворительные результаты в верхнем слое бетонной дороги.

Слабые известняки и некоторые песчаники дают прекрасные результаты. Большая часть технических условий в различных штатах Сев. Америки устанавливает предел износа в барабане Деваля в 5%, максимум износа разрешается в 8%. В районах, бедных каменным материалом, с удовлетворительными результатами строят бетонные дороги с применением только песка; если климат мягкий, т. е. без морозов, иногда в качестве минерального материала применяется морская ракушка.

Условия механического проезда и слабые минеральные материалы. Мотивом для решительного понижения требований в отношении прочности минерального материала для бетонной дороги в течение последних нескольких лет послужило отчасти изменение самого характера проезда. Механические повозки с резиновыми шинами не производят или производят небольшой износ поверхности хорошо построенной бетонной дороги. Подковы лошадей и железные ободья колес конных повозок фактически исчезли с английских дорог, за исключением некоторых городских улиц.

Прочность и срок службы бетона в значительной мере зависят от качества бетона и только в небольшой степени от характера минерального материала. Другими словами, если применяются правильные приемы приготовления бетона, укладки и ухода (во время периода твердения), бетон хорошего качества может быть получен даже при минеральном материале, считающемся вообще невысокого качества; с другой стороны, может получиться плохой бетон при употреблении составных минеральных частей лучшего качества, если допущены неправильные методы работы. Строгое недопущение избытка воды в смеси, соответствующий подбор минерального материала по крупности, и меры ухода во время твердения являются наиболее важными факторами для производства прочного бетона.

Вода для бетона. Большое количество исследований прочности сжатия бетона было проделано с употреблением воды различных свойств, причем многие образцы воды были даже неподходящими для бетона. Несмотря на большое разнообразие в качестве воды и в противоположность установившимся ранее мнениям большая часть образцов нечистой воды дает хорошие результаты в бетоне, что объясняется наличием в воде лишь небольших количеств вредных примесей. Качество испытуемой нечистой воды в бетонной смеси хорошо определяется отношением временного сопротивления сжатию бетона (через 28 дней) к таковому для бетона, приготовленного с употреблением чистой воды. Если это отношение меньше 80%, таковая вода считается неудовлетворительной. Вода, годная для питья, может быть употреблена для бетона без всякого испытания. Сущность этого дела заключается не в самом факте присутствия в воде примесей, но в факте присутствия их в таком количестве, которое может быть вредно.

Наибольшая прочность бетона достигается при употреблении строго определенного количества воды, и всякое отступление от нормального

количества вызывает уменьшение прочности бетона. Если пропорция воды остается неизменной, гранулометрический состав минерального материала может в известных пределах меняться без влияния на прочность бетона.

Проф. Абрамс установил, что причина, по которой жирная смесь дает большую прочность, чем тощая, состоит не в том, что употребляется больше цемента, но в том, что бетон может быть достаточно хорошо перемешан при употреблении меньшего количества воды в случае жирной смеси, чем при тощей; если же не используется преимущество того факта, что для жирной смеси количество воды может быть взято меньше, никакой пользы не достигается сравнительно с тощей смесью.

Простое употребление жирных смесей создает впечатление надежности работы, тогда как в действительности во многих случаях увеличения прочности не получается, а создается лишний расход цемента; это объясняется именно употреблением избытка воды в смеси.

Следующая таблица дает приблизительное количество воды согласно исследованиям проф. Абрамса для различных смесей.

Пропорция смесей				Количество воды в л на 1 м ³ цемента ¹	
Цемент	Мелкий материал	Крупный материал	Минимум	Максимум	
1	1 1/4	2 1/2	669 (5)	735 (5 1/2)	
1	1 1/8	3	735 (5 1/2)	802 (6)	
1	2	3	768 (5 3/4)	835 (6 1/4)	
1	2	4	802 (6)	869 (6 1/2)	
1	2 1/2	5	968 (7 1/4)	1 035 (7 3/4)	
1	3	6	1 068 (8)	1 168 (8 3/4)	

Наибольшая прочность бетона получается при правильной пропорции воды. Для получения бетона максимальной прочности всегда выгоднее применение правильного количества воды, чем употребление лишнего количества цемента. Слишком малое количество воды в бетоне дает тот результат, что частички песка недостаточно хорошо смазываются для того, чтобы легко скользить друг по другу и стать на место таким образом, чтобы получить бетон с максимальной прочностью. Эти частицы остаются при этом в таком положении, что они касаются друг друга только в отдельных точках и между ними остаются значительные воздушные пустоты, а следовательно таким путем образуется относительно пористый бетон; если уменьшение количества воды идет еще дальше, то ее может быть даже недостаточно для течения той химической реакции, которая происходит в цементном бетоне при твердении.

Совершенно таким же образом избыток воды вреден, потому что бетон, который, допустим, с минимумом воды может занимать объем в 1 м³ будет при некотором избытке воды занимать объем, допустим, в 1,2 м³. С течением времени избыток воды испарится и на ее место станет воздух, так что в этом случае опять бетон станет относительно пористым с частичками, касающимися друг друга только в отдельных точках, вместо соприкосновения по полной поверхности. Испарение избытка воды вызывает

¹ Американский галлон—3,785 л. В скобках дано количество в галлонах на 1 куб. фут.

кроме того усадку бетона. Вдобавок к указанному, во время уплотнения бетона вода выносит цемент на поверхность, где он является бесполезным для дела. В нижеприведенной таблице указаны результаты испытаний, произведенных в целях определения влияния того или другого количества воды, причем сорта минеральных материалов, их пропорция и крупность, а также количество цемента в этих испытаниях оставались одни и те же.

Консистенция бетонной смеси	Количество воды на 1 м ³ цемента кг	Временное сопротивление сжатию через 28 дней кг/см ²
Сырой бетон, воды взято максимум, лишь бы бетон не сполз	944 (59) ¹	134 (1 908)
Сухой бетон, воды взято минимум, только достаточно для получения плотной смеси (массива)	688 (43)	108 (1 550)

Из приведенной таблицы видно, что увеличение содержания воды на 256 кг на 1 м³ (16 фнт. на 1 куб. фут) вызывает увеличение прочности бетона на 23%.

Основной принцип подбора состава бетона. Следует иметь в виду, как принцип, что прочность бетона зависит от отношения количества воды к цементу,—при этом надо еще наблюдать, чтобы бетонная смесь обладала консистенцией, позволяющей употребить бетон в дело или, как говорят, она имела бы «рабочее состояние», минеральный материал должен быть доброкачественных сортов. Увеличение пропорции воды за пределы, требуемые условиями получения рабочего состояния, уменьшает прочность бетона. Поэтому устранение избытка воды имеет очень большое значение.

Выбор и испытание песка. Выбор песка для бетона имеет большое значение. Хороший песок должен быть чистым, т. е. свободным от глины или землистых примесей, а также от растительных и животных остатков. Он должен быть тверд и иметь размеры от 3 мм ($\frac{1}{8}$ ") и ниже, причем в песке должны преобладать крупные фракции.

Глинистая или грязевая пленка, облегающая частицы песка, препятствует сцеплению цемента с песком. О чистоте песка можно судить путем увлажнения его и растирания в руке—при этом рука должна оставаться чистой; лучше производить испытания с помощью воды. Для этого в колбу помещают песок и наливают воду в пропорции 1 : 3; закупоренную колбу хорошо встряхивают и оставляют стоять до тех пор, пока частицы песка, как наиболее тяжелые, осядут вниз, а глинистые и илистые частицы останутся наверху. Если глины и других примесей будет более 5%, песок должен быть промыт перед употреблением в дело.

Следующее испытание может ориентировочно показать присутствие вредных органических веществ в песке для бетона. Около 200 г ($\frac{1}{2}$ фнт.) песка тщательно встряхивается в прозрачной стеклянной колбе вместе с 3% раствором едкого натрия, причем количество раствора должно быть таково, чтобы слой раствора над песком в колбе был примерно равен слою песка. Колба закупоривается и оставляется на 24 часа, после чего замечается цвет жидкости над песком. Если цвет не темнее, чем светло-желтый, песок может считаться практически свободным от вредных орга-

¹ В скобках 1-й графы: фнт. на куб. фут; 2-й графы: фнт. на дм³.

нических примесей; если цвет желтый, или светлорыжий, — количество органических веществ достаточно, чтобы сделать песок неподходящим для употребления на ответственных бетонных работах; но если цвет рыжий или темный, то песок содержит столько органических веществ, что он является безусловно непригодным для бетона. Главное значение этого испытания состоит в том, что оно дает предупреждение в необходимости последующих испытаний песка при употреблении его в бетон.

Песок может быть промыт посредством движения его в воде, заставляя грязную воду стекать время-от-времени и заменяя ее чистой по мере надобности. Если песок может передвигаться в текущей воде, промывка будет идти скорее и лучше.¹

Промытый песок должен быть сложен в кучи для высыхания.

Крупность песка. Не рекомендуется применять песок с частицами одной и той же или почти одной и той же крупности: частицы должны быть разной крупности от большой до малой и чем более песок остроганный, тем лучше; однако почти все натуральные пески имеют округленные зерна; чем крупнее и чище пески, тем более они подходящи. Если крупный песок не может быть получен, употребляется мелкий, но вследствие более значительной удельной поверхности мелкого песка в этом случае идет больше цемента, что делает работу более дорогой, часто не улучшая ее качества. Песок должен быть совершенно свободен от гипса в какой бы то ни было форме. Морской песок может употребляться, если он крупный; небольшое количество соли, присутствующей в песке, не вредно, но при высыхании она образует на поверхности песка белый слой, каковой невидим для глаза и затруднителен для очистки. Морской песок должен быть промыт для освобождения его от всякого ила и от разложений морских растений.

Пропорции материалов. Пропорции материалов имеют большое значение, как в отношении стоимости работы, так и с точки зрения прочности. Работа, исполненная с хорошими материалами, но взятыми в неправильных пропорциях, будет плоха, наоборот работа, исполненная с дешевыми материалами, но взятыми в правильных пропорциях, может быть ценнее, чем работа с дорогими материалами, взятыми в неправильных пропорциях.

Необходимость подбора минерального материала по гранулометрическому составу. Минеральный материал, как щебень, каменная мелочь или песок, содержит между частицами промежутки, называемые пустотами. При проектировании бетона стремятся подобрать материалы так, чтобы все пустоты были заполнены в целях получения непроницаемого тела. Для этого все частицы крупного материала должны быть покрыты раствором (цемент + песок) и все промежутки между ними должны быть также заполнены раствором; в свою очередь, каждая частица песка в растворе должна быть покрыта пленкой, состоящей из цемента и воды. Первый необходимый этап проектирования бетонной смеси — это определение процента пустот в крупном минеральном материале; объем пустот в нем тем больше, чем частицы однообразнее по размеру, и тем меньше, чем тщательнее подобраны пропорции фракций от наиболее крупного раз-

¹ Промывка песка вручную почти никогда не достигает цели. Для действительности промывки необходимо движение встречным потоком: песок навстречу воды, — это осуществимо в специальных машинах-гравеомках.

мера и до самого мелкого. Поэтому лучше и дешевле применить подбор материалов, так как таковой материал будет иметь меньше пустот, подлежащих заполнению более дорогим материалом—цементным раствором. Определив нижеописанным способом процент пустот в крупном материале, мы будем знать, какое количество песка потребуется взять для бетонной смеси. По определении, в свою очередь, количества пустот в песке будет известно, какое количество цемента в уплотненном виде следует взять для заполнения этих пустот в песке.

Определение количества пустот в минеральных материалах. Для определения пустот надо взять сосуд, достаточно большой, и тщательно определить количество воды, которое он может вместить до краев. Далее вода выливается и сосуд наполняется крупным минеральным материалом, который предварительно напityвается водой, после чего видимая влага с поверхности материала удаляется при помощи полотенца; затем сосуд встряхивается возможно тщательнее. Когда материал заполнит сосуд до краев, в него вливается вода, также до краев. Количество воды, потребовавшейся для этого второго наполнения, и представляет объем пустот в материале. Например: если емкость сосуда 50 л (около 100 пинт), а количество воды, которое необходимо для заполнения пустот в крупном минеральном материале,—20 л (около 40 пинт), то это значит, что в каждой 100 частях крупного материала содержится 40 частей пустот, которые должны быть заполнены для получения плотного тела. Отсюда следует, что на 100 частей крупного материала требуется 40 частей песка (все по объему).

Для определения пустот в сухом песке поступают также, но с употреблением сосуда меньших размеров. Если установлено, что в каждой 100 частях песка заключается 30 частей пустот, то в 40 объемах песка, необходимых для составления бетонной смеси,—количество пустот будет равно $\frac{40}{100}$ от 30 частей, т. е. 12 частей; эти 12 частей должны быть заполнены плотным цементом.

Из опыта установлено, что из 4 частей рыхлого цемента получается 3 части плотного цемента, поэтому 16 частей рыхлого цемента дадут 12 частей плотного.

Окончательные пропорции на основании приведенных данных будут: 100 частей крупного минерального материала (включая 40 частей пустот), 40 частей песка (включая 12 частей пустот) и 12 частей плотного цемента, т. е. 16 частей рыхлого цемента. Пропорции смеси поэтому будут (по объему):

Цемент	Песок	Крупный материал
16	40	100
1	2,5	6,25

На практике берут цемента и песка несколько больше, чем следует по расчету, т. е. смесь в данном случае может быть взята в пропорции: 1 : 2 : 5 с уверенностью в хорошем результате. Количество пустот изменяется в зависимости от типа материала и должно всегда определяться. Всякий раз, когда имеет место изменение формы и размеров материала, может быть очень большая разница в количестве пустот, и если это упущено, очень легко впасть в ошибку. Для железобетона обычно употребляется несколько большее количество цемента, чем требуется по количеству имеющихся пустот; это обеспечивает более жирный

и пластический мягкий раствор, который позволил бы бетону потечь во все промежутки и углы между арматурой и заполнить формы до плотного состояния.

Уменьшение количества пустот понижает стоимость. Описанный выше метод дает минимальное количество цемента, которое может быть употреблено для получения хорошего результата. В тех случаях, когда объем пустот в крупном материале очень велик, он может быть уменьшен смешением его с мелким гравием, или каменной мелочью, полученной посредством бойки; этот подбор часто и служит для удешевления дорогого бетона, так как заполнение большого количества пустот цементным раствором является более дорогим делом.

Пустоты и заполненные объемы для различных сыпучих материалов (в процентах)

Материалы	Объем, запол- ненный мате- риалом	Объем пустот
Песок сырой, мелкий, проходящий через сито № 18 (324 отверстий на 1 кв. дм.)	57	43
Песок сырой, крупный, задерживающийся на сите № 18	65	35
» » смесь крупного и мелкого, обычного качества	62	38
» сухой, смесь крупного и мелкого	70	30
Каменная мелочь и каменная мука	58	42
Гравий песчанистый, от 20 мм (3/4") и ниже, содержащий 6% крупного песка	67	33
Каменная мелочь от 25 мм (1") и ниже	54	46
Щебень крупностью 62 мм (2 1/2") и ниже, не содержащий каменной муки	59	41
Щебень крупностью 50 мм (2") и ниже, почти не содержащий каменной мелочи	55	45
1 м³ (1 куб. фут) портландцемента идет на приготовление бетона		
В количестве	Состав	
4,1 м³ (4,1 куб. фут)	1:2:4	
5,0 м³ (5,0 » »)	1:2 1/2:5	
5,8 м³ (5,8 » »)	1:3:6	
7,5 м³ (7,5 » »)	1:4:8	

Количество материалов, требующихся на 1 м³ (1 кв. ярд) бетонного слоя (пропорции 1:2:4)

Толщина слоя см	15 (6")	16,5 (6,5")	17,5 (7")	19 (7,5")	20 (8")	22,5 (8,5")	22,5 (9")
Материал							
Цемент в кг (фнт.)	48,15 (89,00)	52,16 (96,42)	56,17 (103,83)	60,18 (111,25)	64,19 (118,66)	68,21 (126,08)	72,22 (133,5)
Песок в м³ (куб. фут.)	0,06 (1,98)	0,06 (2,15)	0,07 (2,31)	0,07 (2,48)	0,08 (2,64)	0,08 (2,81)	0,09 (2,97)
Крупный материал в м³ (куб.фут.)	0,12 (3,96)	0,13 (4,29)	0,14 (4,62)	0,14 (4,95)	0,16 (5,28)	0,16 (5,61)	0,18 (5,94)

В приведенной ниже таблице даны количества материалов, требующихся на 1 м³ (1 куб. ярд) бетона, считая портландцемент в рыхлом виде

весом 1440 кг в 1 м³ (90 фнт. в 1 куб. фт.); песок в рыхлом и влажном состоянии, крупный), весящий в высушенном виде 1424 кг, в 1 м³ (89 фнт. в 1 куб. фт.):

Пропорции	Сорт крупного минерального материала	Количество цемента кг	Количество песка м ³	Количество крупного материала м ³
1:1:2	Гравий	513 (869)	0,36 (0,36)	0,71 (0,71)
То же	Щебень	532 (902)	0,37 (0,37)	0,74 (0,74)
1:1½:3	Гравий	393 (666)	0,41 (0,41)	0,82 (0,82)
То же	Щебень	411 (697)	0,43 (0,43)	0,86 (0,86)
1:1¾:3	Гравий	360 (610)	0,42 (0,42)	0,84 (0,84)
То же	Щебень	378 (640)	0,44 (0,44)	0,88 (0,88)
1:2:4	Гравий	307 (520)	0,43 (0,43)	0,86 (0,86)
То же	Щебень	323 (548)	0,45 (0,45)	0,90 (0,90)
1:2½:5	Гравий	254 (430)	0,44 (0,44)	0,88 (0,88)
1:2¾:5	Щебень	265 (450)	0,46 (0,46)	0,92 (0,92)
1:3:6	Гравий	215 (364)	0,45 (0,45)	0,90 (0,90)
То же	Щебень	226 (383)	0,47 (0,47)	0,94 (0,94)
1:4:8	Гравий	165 (280)	0,46 (0,46)	0,92 (0,92)
То же	Щебень	173 (294)	0,48 (0,48)	0,97 (0,97)

Примечание. Объем пустот для гравия—40%, для щебня—45%.

Испытание на спływ. Для установления правильной консистенции бетона служит испытание на спływ. Посредством этого простого испытания может быть правильно определено количество воды, требующееся для получения желаемой консистенции бетона.

Порция свежесготовленного бетона помещается в форму, имеющую вид усеченного конуса (без дна), высотой 30 см (12"), диаметром нижнего основания 20 см (8") и диаметром верхнего основания в 10 см (4") с ручками по сторонам.

При заполнении формы бетоном он слегка штыкуется стержнем; затем форма поднимается и замечается величина осадки, или спływ бетона. Испытание должно быть произведено с бетоном, из первого замеса, и если величина спływ не соответствует нормам приведенным в следующей таблице, то количество взятой воды соответственно изменяется; затем величину спływ измеряют снова, повторяя эту процедуру, если потребуется, с последующими замесами; по достижении правильной консистенции испытание должно затем повторяться несколько раз в день в обеспечение того, что требуемая консистенция все время действительно соблюдается.

Характер работы	Максимальная величина спływ	
	(в см)	(в дюймах)
Бетонная кладка (вообще)	5	(2")
Железобетонные конструкции		
(подпорные стенки, мосты и пр.)		
а) Тонкие вертикальные части и колонны	15	(6")
б) Крупные части	5	(2")
в) Тонкие горизонтальные части	20	(8")
Дорожные одежды:		
а) Ручная отделка поверхности бетона	5	(2")
б) Машинная » » »	2,5	(1")

Эта таблица указывает максимальные величины сплыва, желательные для различных видов работы, выведенные как средние для обычных минеральных материалов и пропорций.

Установить одно и то же количество воды нельзя, так как необходимое количество ее различно почти для каждого замеса, а также меняется в зависимости от типа работы. При некоторой опытности можно судить по виду бетона о правильности количества воды; консистенция контролируется регулярным применением этого испытания.

В нижеприведенной таблице даны относительные величины в процентах временного сопротивления сжатию для бетона с применением портландцемента и цемента «Феррокрита» (*Ferrocrite*) при различных возрастах бетона; сопротивление через 1 год принято за 100%.

В о з р а с т:	Портландцемент	Феррокрит
1 день	—	25
4 »	—	60
28 »	60	90
2 месяца	75	90
3 »	85	90
4 »	90	90
6 »	95	95
1 год	100	100

Допускаемое безопасное временное напряжение на сжатие для бетона состава 1 : 2 : 4—42 кг/см² (600 фнт. на кв. дм.). Портландцемент современного производства дает коэффициент безопасности 6, а феррокрит еще выше, так как фактически величина временного сопротивления бетона 1 : 2 : 4 на портландцементе через 28 дней достигает 280 кг/см² (4 000 фнт. на кв. дм.), а на цементе Феррокрит—около 490 кг/см² (7 000 фнт. на кв. дм.).

Допускаемое безопасное напряжение на сцепление бетона с арматурой (из литого железа) = 7 кг/см² (100 фнт. на кв. дм.); допускаемое безопасное напряжение на растяжение железа 1 120 кг/см² (16 000 фнт. на кв. дм.) при временном сопротивлении на разрыв в 4 200 кг/см² (60 000 фнт. на кв. дм.).

Ниже приведены технические условия Британского об-ва постройки бетонных дорог, которые характеризуют новейшие данные постройки двуслойных бетонных дорог. Они содержат много сведений, имеющих практическое значение (вместе с примечаниями, данными в приложении к этим техническим условиям).

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ДВУХСЛОЙНОЙ БЕТОННОЙ ДОРОГИ

Общее примечание к техническим условиям. На эти технические условия следует смотреть только как на общую основу для бетонных работ, причем допустимы необходимые отступления от них в зависимости от местных условий, особенно от требований движения как существующего, так и ожидаемого характера подстилающего грунта, минеральных материалов для работ (крупных, мелких и пр.)

1. Цемент

Цемент должен быть английского производства, испытанных марок, и должен соответствовать требованиям последних британских стандартных технических условий, установленных для портландцемента. Начало схватывания должно быть не раньше чем через час при температуре 15° (60°F) (см. приложение 1).

Между контрагентом и заводом должен быть заключен соответствующий договор, обеспечивающий поставку цемента надлежащего качества.

2. Хранение цемента

Весь цемент, доставленный на работу, должен быть помещен в соответствующий склад и защищен от сырости по указанию производителя работ, и если цемент будет поврежден от сырости или от других причин, он должен быть тотчас свезен со склада.

3. Минеральный материал крупный (см. приложение п. 17).

Нижний слой. Минеральный материал, употребляемый в нижний слой бетона, должен представлять собой чистый гравий или щебень из кремнистых, базальтовых или других надежных пород. Он должен иметь размеры от 5 см ($2''$) до 3 мм ($1/8''$) и не должен содержать частиц крупнее 6,2 см ($2 1/2''$) и мельче 3 мм ($1/8''$).

Верхний слой. Минеральный материал для верхнего слоя бетона должен представлять собой каменную мелочь базальтовых пород или лейчестерского или гернсейского гранита (Leicester, Guernsey), дробленый гравий или другой доброкачественный материал. Он должен иметь размеры от 20 мм ($3/4''$) до 3 мм ($1/8''$) и должен быть по возможности кубоватой формы (см. приложение п. 2).

Подбор минеральных материалов. Подбор материала, от крупного до мелкого, должен быть правильный и однообразный; причем не должен применяться материал, содержащий большое количество фракций примерно одного и того же размера.

4. Песок

Песок должен быть чистый и крупный, полученный из карьера, одобренного производителем работ; песок должен быть совершенно свободен от примесей глины, органических или других вредных веществ.

Он должен быть такой определенной крупности, т. е. должен проходить через сито в 3 мм ($1/8''$), и при просеивании через сито № 50 должно проходить не более 20%.

5. Вода

Для бетонной смеси и для пропитки щебеночного шоссе цементным раствором идет только пресная чистая вода из водопровода или из другого источника, одобренного производителем работ.

6. Пустоты в минеральном материале

При производстве работ время-от-времени, по требованию производителя работ, делаются испытания с целью определения количества пустот в крупном минеральном материале и песке. Количество песка для смеси должно превышать объем пустот в крупном минеральном материале на 10%, а количество цемента должно превышать объем пустот в песке на 15%.

7. Пропорции материалов

Пропорции, устанавливаемые в результате определения пустот в минеральном материале, должны быть приблизительно следующие:

Нижний слой: 4 части крупного минерального материала,
2 > песка,
1 > портландцемента,
Верхний слой: 3 > мелкого минерального материала,
от $1\frac{1}{2}$ до 2 частей песка и
1 части портландцемента.

8. Образцы материалов

Правильно взятые образцы всех материалов, предположенных к применению в работу, должны быть представлены контрагентом на одобрение производителя работ, и все доставляемые на работу материалы должны быть по крайней мере не хуже по качеству образцов или быть лучше их.

9. Железная арматура

Вся арматура должна быть из литого железа, и поверхность ее не должна быть покрыта маслом, краской, значительной ржавчиной, и вообще не должна быть покрыта ничем, что могло бы препятствовать сцеплению между арматурой и бетоном.

Получение арматуры. Арматура должна быть уложена в расстоянии не более 5 см (2") и не менее 3,7 см ($1\frac{1}{4}$ ") от нижнего края бетона, причем эти же расстояния, но измеряемые от верхнего края бетона, соблюдаются в тех случаях, когда арматура укладывается сверху бетонного слоя.

Укладка арматуры. Вся арматура должна быть аккуратно соединена и приложена перед укладкой бетона, и должны быть приняты все предосторожности, чтобы не имел места сдвиг арматуры и чтобы прутья оставались в правильном положении во время укладки бетона. Ни в каких частях плиты не разрешается оставлять прутья арматуры незакрепленными.

Осмотр. Арматура не должна бетонироваться до осмотра и разрешения производителя работ или его представителя.

10. Обработка подстилающего грунта

Важно, чтобы подстилающий грунт был тверд и имелся бы хороший водотвод. Если подстилающий грунт способен впитывать сильно влагу в сырую погоду, он должен быть соответственно дренирован путем устройства в нем диагональных траншей поперек дороги через интервалы около 3 м (10"). Эти траншеи должны быть сечением около 45×45 см (18×18") и заполнены гравием или другим соответствующим материалом, который допускал бы быстрое дренирование и удаление влаги.

Щебень из клинкера или обыкновенного топочного шлака должен быть рассыпан поверх подстилающего грунта слоем толщиной 7,5 см (3"), с тщательным уплотнением его (приложение п. 4). В случаях, когда подстилающий грунт сухой и может впитывать в себя воду из уложенного на него свежего бетона, он должен быть тщательно полит водой для предупреждения такового действия на бетон.

11. Ф о р м ы

Все формы должны иметь глубину, соответствующую толщине плиты, и если они сделаны из дерева, толщина стенок их должна быть по крайней мере равна $\frac{1}{4}$ глубины. Они должны быть настолько хорошо закреплены, чтобы они не были сдвинуты с места каким бы то ни было образом при укладке и уплотнении бетонной смеси.

Разборка форм. Формы не должны удаляться раньше истечения 24 час. после укладки бетона, причем снятие их должно производиться весьма тщательно, чтобы не повредить каким бы то ни было образом бетон. Формы должны быть тщательно очищены перед употреблением вновь.

12. Измерение количества материалов

Все материалы должны тщательно отмериваться по весу или объему в соответствующих мерительных ящиках, одобренных производителем работ. Считая, что цемент доставляется в мешках, причем на 1 м идет 11 мешков, объем цемента в одном мешке будет 0,07 м³ ($2\frac{1}{4}$ куб. фут.); если на 1 м идет 20 мешков цемента, то объем цемента в одном мешке будет 0,035 м³ ($1\frac{1}{4}$ куб. фут.) (см. приложение п. 5).

13. Измерение количества воды

При измерении воды должна применяться большая тщательность. Должно быть сделано несколько проверочных смесей, и содержание воды приравнивается так, чтобы получающийся бетон имел среднюю консистенцию, т. е. чтобы он только ложился слоем во время укладки, но не имел бы способности к текучести. Следует избегать слишком влажной смеси.

Работа вручную. При работе вручную составные части бетона перемешиваются на гладком, не протекающем бойке соответствующих размеров, расположенном в соответствующем месте. Каждый боек должен иметь закраину не менее 7,5 см (3") высотой, с трех сторон, и должен быть соответствующим образом закрыт от действия ветра для предупреждения уноса мелких частиц цемента. На бойке рассыпается ровным слоем песок и каменный материал в количестве, соответствующем одному замесу. Затем сверху насыпается и разравнивается соответствующее количество цемента, и все дважды перемешивается в сухом состоянии. Далее соответственно отмеренная вода дается при помощи лейки с наконечником снабженным мелкими отверстиями, причем смесь перемешивается во время поливки в третий раз, или перемешивается до тех пор, пока вся вода не поглотится смесью. Затем весь замес снова перемешивается дважды в сыром состоянии.

Машиная работа. При машинном смешении бетономешалка должна быть испытанного качества. Смешение должно продолжаться минимум 1 мин., после чего составные части считаются перемешанными и затем добавляется вода. Барабан должен делаться по крайней мере 12 и не больше 18 оборотов в минуту. Смесью не должна выпускаться из машины до тех пор, пока она соответственно не перемешана, причем применяются все предосторожности, обеспечивающие бетону однообразную консистенцию. Если бетономешалка прерывного действия, то до полного опорожнения содержимого барабана не дается материалов для последующего замеса.

Барабаны должны быть тщательно промыты водой перед тем, как начинать готовить смесь для верхнего слоя, а также перед всякими перерывом в работе продолжительностью больше 1 часа.

14. Укладка бетона

Бетон должен по возможности быстро укладываться на место после смешения, причем верхний слой должен устраиваться не позже чем через полчаса после устройства нижнего слоя.

Весь бетон должен быть уложен непрерывным слоем, и в местах примыкания к ранее уложенному слою он должен быть обработан уступами для образования плотного и гладкого соединения, за исключением тех случаев, когда желают иметь всю поверхность бетона шероховатой.

15. Уплотнение бетона (см. приложение п. 12)

Нижний слой. После укладки бетона на достаточной ширине он должен быть уплотнен посредством трамбовки (шаблона), сделанной по проекту и размерам, приведенным в фиг. 1.¹ Эта трамбовка должна иметь вес не меньше 10,5 кг на 1 п. м (7 фнт. на 1 пог. фт.) при ширине уплотняющей поверхности не меньше 50 мм (2"), и должна быть снабжена металлической полосой.

Трамбование продолжается до тщательного уплотнения, но не следует трамбовать до появления мелкого минерального материала на поверхность.

Верхний слой. Затем, кладется верхний слой, который должен быть частично уплотнен тем же самым способом и той же трамбовкой, как и нижний слой, и отделен финишером, указанным на фиг. 2¹.

Уплотнение в стыках. Для получения ровной поверхности и предупреждения собирания мелких частиц смеси у линии швов, трамбование прекращается в расстоянии 60—90 см (2—3') от шва; и шаблон около шва работает в направлении от шва, а не к шву.

16. Отделка поверхности

В целях получения необходимой гладкой и ровной поверхности она должна проверяться рейкой длиной от 1,8 до 2,7 м (6—9'), которая прикладывается к поверхности тотчас по окончании уплотнения. Все понижения должны быть тотчас же заполнены свежим бетоном, и поверхность должна быть снова утрамбована и отделана при помощи отделочной доски или ремня.

Типы отделочных досок и реек, которые должны быть одобрены производителем работ, указаны в фиг. 2¹ (приложение А), и всякое отступление от этих чертежей может быть сделано лишь с разрешения производителя работ.

¹ В книге этот чертеж не приводится.

17. Бетонные работы при морозах

Бетонные работы не должны производиться при температуре ниже 3° (35° F); при применении специальных предосторожностей, одобренных производителем работ, бетонные работы могут производиться при морозах.

Независимо от этих предосторожностей контрагент принимает на себя всю ответственность за работу, произведенную в таких условиях, и производитель работ имеет право забраковать ее, если по его мнению она не будет удовлетворительна.

18. Меры против действия морозов и сильной жары

В зимние и летние месяцы, когда могут быть резкие влияния температуры, должны быть приняты одобренные производителем работ соответствующие меры предосторожности для защиты свежеуложенного бетона против влияния морозов и жары, которые по его мнению могут мешать нормальному схватыванию бетона.

19. Поперечный скат

Отделанная поверхность бетона должна соответствовать в продольном и поперечном профиле проектным чертежам (см. приложение п. 8).

20. Конструктивные швы

Эти швы должны по возможности избегаться; при устройстве их необходимо, чтобы они были вертикальны и прямолинейны. При этом должны быть применены, как указано в чертежах, в каждом шве стыковые стержни для связи концов смежных плит и в целях противодействия перерезывающим усилиям. Перед укладкой нового бетона старой поверхности торца должен быть придан шероховатый вид и она должна быть очищена немного ниже верха и покрыта тонким слоем чистого цемента. Затем укладывается свежий бетон и хорошо притрамбовывается к торцу старой плиты, причем верхний край плиты в шве закругляется, как описано ниже, и полученный таким образом промежуток заполняется соответствующим заполняющим материалом.

21. Швы расширения

Эти швы должны устраиваться через 15 м (50') или меньше, по указанию производителя работ.

Заполняющий материал для швов. При расстоянии между швами в 15 м (50') ширина шва должна быть 10 мм ($\frac{3}{8}$ "); швы устраиваются на полную толщину плиты; они заполняются каким-нибудь упругим волокнистым материалом, пропитанным битуминозным веществом одобренным производителем работ. Если употребляется готовый заполняющий материал, он должен быть уложен заподлицо с прилегающими бетонными поверхностями и должен быть тщательно и прочно закреплен на месте в тех случаях, когда бетонирование идет непрерывно и оканчивается у шва (см. приложение п. 9).

Закругление ребер. Ребра бетонных плит по обеим сторонам шва должны быть закруглены радиусом в 10 мм ($\frac{3}{8}$ ") при помощи металлического шаблона, закругленного с одной стороны соответствующим радиусом (см. приложение п. 10).

Выверка уровня по сторонам шва. Поверхность бетона по обеим сторонам шва должна быть выверена при посредстве рейки длиной 1,8 м (6'), причем принимаются все меры в обеспечении однообразного уровня бетона по обеим сторонам шва.

Арматура в швах. Арматура плит должна оканчиваться стыковыми стержнями диаметром 5 см (2"), соединяющими плиты подвижной связью, и никакой другой связи ни бетоном, ни железом не должно быть между соседними плитами.

22. Устройство бетонной одежды из продольных плит

Бетонная одежда, устраиваемая из продольных плит, делается длиной, равной расстоянию между поперечными швами расширения, и шириной—м (фт.), или же шириной, равной половине ширины всей проезжей части, причем продольный шов заполняется упругим волокнистым материалом, пропитанным битуминозным веществом, одобренным производителем работ (см. приложение п. 14).

Продольные и поперечные швы должны быть строго вертикальны и устроены по принятому обычному типу швов в стыках плит с краями, закругленными радиусом в 10 мм ($\frac{3}{8}$ "), как указано выше.

23. Постройка бетонной одежды по половинам

Если местные условия таковы, что необходимо работу вести без перерыва движения по дороге, работы ведутся по половинам и делается шов посредине дороги или в расстоянии от середины не более 0,6 м (2'), причем продольный шов обрабатывается как конструктивный шов. В этих случаях следует работу по устройству продольных плит вести, имея в виду образование шва.

24. Уход (см. приложение п. 15)

Как только бетон затвердеет настолько, что человек может ходить по его поверхности, он должен быть тщательно покрыт и поверхность его должна держаться влажной, путем поливки водой или покрытия землей, глиной, песком или другим подходящим материалом, на период по крайней мере в 14 дней (см. приложение п. 15).

25. Открытие движения по законченной одежде

Движение не допускается в течение 28 дней по окончании работ; ранее этого срока оно может быть допущено лишь с особого разрешения производителя работ (см. приложение п. 16).

26. Соединение новой бетонной одежды с существующей одеждой

В стыке новой бетонной одежды с существующей дорогой устраивается двойной слой из гранитной шашки высотой 10 см (4") на бетонном основании 1 : 2 : 4 (на портландцементе), толщиной 15 см (6"); при соединении дороги с дворовыми въездами или выездами устраивается одиночный ряд брусчатой мостовой на бетоне вышеуказанного состава.

27. Бордюры

Бордюры могут укладываться прямо на дорожную одежду с утрамбовкой бетоном состава 1 : 3 : 5 с наружной стороны; размеры и отметки видны на чертежах.¹ Другой способ состоит в укладке бордюра на особое основание из бетона состава 1 : 2 : 4, глубиной не меньше 24 см ($9\frac{1}{8}$ "), шириной, соответствующей ширине бордюра. Бордюр затем загравировывается бетоном состава 1 : 3 : 5, как указано на чертежах. Между плитой проезжей части и бордюром оставляется промежуток в 2,5 см (1") для заполнения его впоследствии битумным материалом.

28. Обработка отделанной поверхности

Когда бетон достаточно отвердеет и высохнет и после окончания ухода, поверхность должна быть хорошо выметена до полного удаления с нее пыли и других рыхлых материалов.

Затем поверхность бетона в сухое время поливается жидким стеклом (силикат-натрия, крепостью Р. 84°), разбавленного водой в пропорции 1 : 4; далее раствор ровнцо размазывают по поверхности мягкой щеткой или шваброй, стараясь, чтобы силикат не стек и пропитал бетон.

После этого дают бетону высохнуть в течение 24 час., затем процесс снова повторяется и после просушки производится третья обработка таким же способом.

ПРИЛОЖЕНИЕ К ТЕХНИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ

1. Очень важно не смешивать два выражения: быстрое схватывание и быстрое твердение, употребляемые при описании различных цементов. Быстротвердеющий цемент отличается тем, что начало схватывания наступает через несколько минут по затворении с водой. Быстротвердеющий цемент, как феррокрит и др., схватывается сравнительно медленно, но твердеет быстро, после того как произошло начальное схватывание.

2. Опыт показал, что округленный минеральный материал, если он не очень чист, часто разрыхляется под ударами тяжелого проезда и вследствие этого выскакивает из верхнего слоя одежды. Поэтому он более подходит для нижнего слоя или для верхнего слоя при небольшом движении (жилые улицы и пр.).

3. При употреблении железа для арматуры какой бы то ни было марки оно должно по прочности по крайней мере быть эквивалентно арматуре из мягкого литого железа, указанной на чертежах.

4. Рекомендуется покрывать глинистый или скалистый подстилающий грунт слоем клинкера или шлака из котельных топок слоем толщиной 7,5 см (3") с укаткой, в целях предупреждения всякого движения грунта, могущего передаться на вышележащий слой бетона. Если эти материалы не могут быть применены, они заменяются слоем песка в 5 см (2") с укаткой. В случае гравийного подстилающего грунта такой обработки его не требуется.

5. Количество материалов для бетона на 1 бочку (мешок) цемента. ¹

Пропорция смеси	Щебень м ³	Песок м ³	Цемент кг	Вода ² л	
				при сухом материале	при влажном материале
1 : 2 : 4	0,45(9,00)	0,22(4,500)	164(204)	104 (13,0)	72 (9,00)
1 : 1,5 : 3	0,34(6,75)	0,17(3,375)	164(204)	92 (11,5)	70 (8,25)

6. Обычно употребляемые меры при производстве бетонных работ в морозы: а) нагревание воды и минеральных материалов с соответствующим поддержанием температуры в течение периода схватывания; б) употребление специальных противозамораживающих веществ.

В отношении первого метода можно отметить, что несомненно он является лучшим, так как при этом цемент схватывается при более или менее обыкновенных условиях температуры, и эта температура может поддерживаться в течение всего периода схватывания. В отношении второго метода можно отметить, что основными противозамораживающими средствами являются поваренная соль (NaCl) и хлористый кальций (CaCl₂).

Лучшим веществом в этом отношении является поваренная соль в количестве 2—3% по весу взятой воды, но при устройстве железобетонной одежды она не применяется вследствие разъедающего действия на железную арматуру.

Хлористый кальций, употребляемый в пропорции 4% по весу от взятого цемента, является наиболее безопасным веществом, так как ускоряет схватывание цемента и увеличивает прочность бетона; больше указанной нормы в 4% его брать не следует.

7. Важно, чтобы свежесложенный бетон был защищен от прямого действия солнечных лучей, сухих ветров или других факторов, могущих вызвать слишком быстрое испарение воды, которая необходима для соответствующего схватывания цемента.

8. Поперечный скат в 2,5% (1/40) найден вполне подходящим и рекомендуется вообще для дорожных одежд.

9. Наиболее подходящий метод удержания на месте заполняющего материала шва, во время укладки бетона по обе стороны шва, состоит во временном укреплении заполняющего материала к вертикально поставленной на ребро прочной доске, которая, в свою очередь, прочно закрепляется на месте. Затем тотчас укладывается бетон по обе стороны шва до достижения назначенного уровня. Далее доска осторожно вынимается, оставляя заполняющий материал на месте, после чего бетон затрамбовывается в промежутке, получившийся от вынутой доски.

10. Простое приспособление, описанное здесь, с размерами, указанными на эскизе, ³ было найдено вполне пригодным для отделки ребер бетонных плит в швах. Работа с ним очень проста, стоимость его невелика, и поверхность его защищена от истирания.

11. Если применяется ременный финишер, ремень движется вперед и назад по бетонной поверхности, причем концы ремня остаются на деревянных боковых стенках форм.

¹ Чистый вес цемента в бочке считается в 164 кг. Данные в метрических мерах отнесены к 1 бочке цемента. Данные в английских мерах, в скобках, отнесены к 1 мешку цемента. Один имперский галлон принят в 4,54 л.

² Подлежит проверке испытанием.

³ Эскиз не приводится в настоящей книге.

12. В случаях, когда дорожная одежда имеет неодинаковую ширину по всей длине устраиваемой дороги, применение описанной трамбовки шаблона неудобно; удовлетворительные результаты получаются при употреблении трамбовки в виде таза, она устраивается из тонкого металлического листа толщиной около 5 мм ($\frac{1}{16}$ "') в форме квадрата со стороной в 35 см (14"), с вывернутыми углами, к которым прикрепляется наклонная рукоятка около 1,5 м (5') длиной. Эти трамбовки употребляются почти так же, как и металлические шаблоны.

13. В случае плохого грунта, когда одна плита может подняться выше другой или надвинуться на соседнюю, рекомендуется устраивать арматуру так, чтобы она противодействовала этим явлениям.

14. Ширина продольных полос бетонной одежды зависит от полной ширины одежды; в общем они должны быть не меньше 2,4 м (8') и не больше 3,6 м (12'). Рекомендуются следующие размеры:

Ширина одежды м (фут)	Число и ширина полос в м (фут.)
4,8 (16)	2 полосы по 2,4 (8)
6,0 (20)	2 » » 3,0 (10)
7,2 (24)	2 » » 3,6 (12)
9,0 (30)	3 » » 3,0 (10)

В числе преимуществ, которые имеет этот метод, можно привести следующие:

- а) устраняются конструктивные швы;
- б) вследствие небольшой ширины полосы легче укладывать бетон, почему работы можно вести быстрее и лучше;
- в) продольный шов, если он правильно сделан, служит хорошим указателем для направления движения.

15. Испытания показали, что бетон, за которым производился уход в сырую погоду, подобно тому как указано в технических условиях, на 20—30% прочнее (на 28-й день), чем бетон, за которым уход производился в сравнительно сухую погоду, даже если последний поливался водой в течение первых 7 дней.

16. Период в 28 дней может быть установлен при работах, производимых от октября до апреля включительно, и период в 21 день—для остальных месяцев.¹ В случае производства работ с быстро твердеющим портландцементом дорога может быть открыта для движения по истечении срока в 5 дней летом и 7 дней зимой.

17. Многие минеральные материалы, хотя и не соответствуют техническим условиям, однако пригодны для бетонных работ при условии соответствующего подбора или смешения с другими материалами.

Типичный пример американских технических условий на минеральные материалы для бетонных дорог приведен ниже.

Мелкий минеральный материал. Весь материал должен проходить через грохот с круглыми отверстиями в 10 мм ($\frac{3}{8}$ "').

Проходит через грохот № 4 не меньше	85%
» » сито № 50 » »	30%
» » » № 100 » »	6%

Указанные цифры дают содержание в процентах по весу. Материал не должен содержать более 3% по весу пылевых и других посторонних веществ.

Крупный минеральный материал

Проходит через грохот в 70 мм ($2\frac{3}{4}$ "')	100%
» » » 62 » ($2\frac{1}{2}$ "')	95—100%
» » » 30 » ($1\frac{1}{2}$ "')	0
» » » 15 » ($\frac{5}{8}$ "')	0
» » » 10 » ($\frac{3}{8}$ "')	0—8%

В случае каких-либо сомнений образцы минеральных материалов, предположенных к употреблению, должны быть подвергнуты лабораторным испытаниям и подбору в лаборатории Ассоциации заводов поргандцемента. Результаты исследований образцов даются бесплатно.

¹ Для условий Великобритании.

Материалы для заполнения швов. Давно ощущалась необходимость в хорошем материале для заполнения швов в бетонной дороге; первоначально швы заполнялись песком или битумом, причем последний наливался в горячем состоянии и затем охлаждаясь застывал. Часто для заполнения применялось дерево, но в настоящее время считается необходимым применение специально для этой цели приготовленных материалов.

В последнее время выработался ряд материалов, которые обещают дать хорошие результаты. Они обладают достаточной упругостью и следуют за движениями, происходящими при расширении и сжатии плит.

Быстротвердеющие цементы. Из числа цементов этого типа наиболее известен феррокрит (*Ferrocrite*), фиг. 90, 91 и 92. Интересны подробности, характерные для цементов этого типа, указанные ниже по данным английских строителей:



Фиг. 90. Железобетонная дорога, построенная с применением высокодействующего цемента «Феррокрит» и рулонной арматуры «Экспамет».

а) В течение 4 дней он достигает той же самой прочности, какую имеет обыкновенный портландцемент через 28 дней; эта разница во времени дает экономию в расходах на охрану, освещение и пр.

б) Через 28 дней он приблизительно на 50% прочнее, чем обыкновенный портландцемент того же возраста.

в) Увеличение прочности во времени идет непрерывно.

г) Бетон состава 1 : 3 : 6 с употреблением феррокрита по прочности равен бетону состава 1 : 2 : 4 с употреблением обыкновенного портландцемента, при одинаковом возрасте обоих бетонов в 28 дней.

д) В железобетонных конструкциях при феррокрите допускаемые напряжения могут быть по крайней мере на 25% выше, чем при обыкновенном портландцементе, что позволяет уменьшить размеры конструкции и количество бетона.

е) Феррокрит создает водонепроницаемый раствор и такой же бетон.

ж) Во всех отношениях он превышает требования, предъявляемые Британскими стандартными техническими условиями для портландцемента.

- з) При быстром твердении он обладает медленным схватыванием.
- и) Он исключительно однороден и абсолютно надежен.
- к) Он является экономичным во всех бетонных работах.
- л) При употреблении в верхний слой не следует уменьшать количества цемента, но следует целиком использовать присущее ему большое сопротивление истиранию.



Первый день.

- а) Участок улицы взломан при помощи пневматических ломов, и получившиеся отбросы удалены.



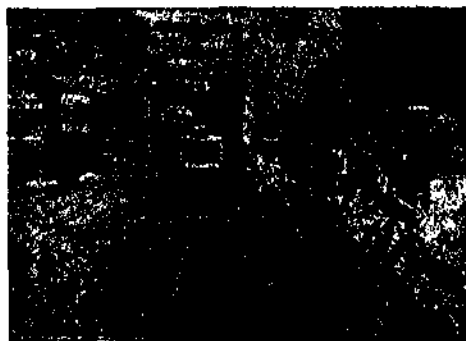
Второй день.

- б) Устраивается цементно-бетонное основание.



Третий день.

- в) Поверх цементно-бетонного основания устроена одежда.



Четвертый день.

- г) По новой одежде открыто движение.

Фиг. 91. Рисунки (а), (б), (в) и (г) показывают, с какой быстротой производится постройка цементно-бетонного основания в случае применения быстротвердеющих цементов. Минимум стеснения движения и экономичность всей работы.

Получение быстротвердеющего бетона при употреблении обыкновенного портландцемента. В американском журнале *Good Roads* содержится выдержка из журнала *Contract Record and Engineering Rewlew Toronto* с описанием метода, применяемого для получения бетона с высокой прочностью (в сроки, меньшие чем обыкновенно) при употреблении обыкновенного портландцемента путем принятия следующих мер:

- 1) уменьшение количества воды в смеси,
- 2) увеличение времени для производства смещения составных частей бетона,

- 3) увеличение количества цемента,
- 4) укладка бетона при температуре по крайней мере в 21° (70° Ф),
- 5) поддержание температуры бетона в 21° (70° Ф) по крайней мере 1 день,
- 6) поддержание бетона сырым,
- 7) употребление хлористого кальция в количестве, равном 2% от взятого цемента (по весу).

Эти методы были найдены не только в лаборатории, но и подтверждены на работах, произведенных в восточной части Канады. Некоторые результаты, полученные при постройке бетонных дорог в Восточном Монреале и Бельвиле (*Montreal East, Belleville*), даны в нижеприведенной таблице тр. (с228).



Фиг. 92. Уширение существующей магистральной дороги. Применение быстротвердеющего цемента обеспечивает быстрое окончание работы и минимум стеснения проезда.

Эти результаты были получены при обыкновенном оборудовании и при техническом надзоре, не обладающем особой опытностью. Они показывают увеличенную прочность, которую и можно было ожидать для менее влажных смесей, причем разница между образцами № 1 и № 1А через 1 день— 24 кг/см^2 (315 фнт. кв. дм.), а между образцами № 2 и № 2А также через 1 день— 28 кг/см^2 (392 фнт. на кв. д.). Единственным фактором, изменяемым в этих случаях, было содержание воды. Значительный промежуток времени для смешения (больше чем обычный) также несомненно оказал большое влияние на увеличение прочности. Метод употребления хлористого кальция заключался в следующем: приготовлялся раствор в пропорции $45,3 \text{ кг}$ хлористого кальция на $113,5 \text{ л}$, теплой воды (100 фнт. на 25 галл.); $2,27 \text{ л}$ ($1\frac{1}{2}$ галл.) этого раствора употреблялось на каждый мешок цемента при изготовлении бетонной смеси.

Результаты, полученные при постройке бетонных дорог в Монреале и Бельвилле
(время перемешивания во всех случаях 2,5 мин.)

№№	Добавка хлор- кальция	Количество воды в л на 1 б. це- мента (в галл. на 1 канад. мешок) ¹	Осадка конуса в см (дм.)	Временное сопротивление сжатию в кг/см ² (фнт./кв. дм.) через:			
				1 день	2 дня	3 дня	28 дней
1	1:1 $\frac{1}{2}$:2	52,5 (3,00)	5—6,25 (2—2 $\frac{1}{2}$)	145 (2114)	246 (3521)	292 (4174)	331 (4729)
1A	1:1 $\frac{1}{2}$:2	48,1 (2,75)	3,1—4,4 (1 $\frac{1}{4}$ —1 $\frac{3}{4}$)	169 (2429)	267 (3818)	326 (4655)	336 (5232)
2	1:1:1 $\frac{1}{2}$	54,2 (3,10)	4,4—5 (1 $\frac{3}{4}$ —2)	122 (1744)	160 (2292)	263 (3762)	285 (4073)
2A	1:1:1 $\frac{1}{2}$	50,7 (2,90)	2,5—3,7 (1—1 $\frac{1}{2}$)	150 (2136)	178 (2547)	273 (3900)	348 (4967)
3	1:1:2 $\frac{3}{4}$	61,2 (3,50)	2,5—3,1 (1—1 $\frac{1}{2}$)	87 (1250)	187 (1269)	291 (4165)	316 (4519)

ПЛАВЛЕННЫЙ ЦЕМЕНТ

Прочность плавленого цемента. Этот цемент дает возможность приготовить бетон, который в возрасте одного дня дает прочность больше, чем портландцемент через 3 месяца. Эта прочность, так быстро достигаемая, становится еще больше с течением времени. Она практически удваивается через год, и согласно произведенным опытам бетон в дальнейшем становится еще прочнее.

Высокие свойства плавленого цемента, как результат основательной исследовательской работы. Небезынтересно отметить, что предметом исследований было не только свойство плавленого цемента быстро твердеть, но также влияние на бетон сернистой, а также морской воды и других вод. Этот цемент был открыт в 1908 г., но потребовалось 10 лет напряженной исследовательской работы, прежде чем плавленый цемент был доведен до такой степени совершенства, при которой он мог употребляться для работ; в течение всего этого периода плавленый цемент подвергался испытаниям и изучались его свойства при различных условиях, тщательно отмечаемых.

Главный вопрос исследований, т. е. устойчивость против действия серы, был доведен до конца. Это было доказано обширными опытами. Кубики из тощего раствора погружались в насыщенный раствор сернистого кальция и в раствор сернистого магния крепостью 18 г на 1 л. Этот раствор был особенно активен, и многие из испытанных обыкновенных цементов обнаруживали явные знаки разрушения в конце периода в несколько месяцев. Никаких знаков распада не было обнаружено при употреблении плавленого цемента, так что можно было заключить, что эти растворы на него не действуют.

Интересный анализ. Плавленый цемент отличается от портландцемента своим химическим составом и способом производства. Материал

¹ Канадский мешок цемента весит 42,5 кг.

содержит много глинозема. Результаты анализа его (результаты анализа разных образцов могут несколько колебаться) следующие:

**Результаты химического анализа плавного цемента
(в процентах)**

Кремнезем SiO_2	7, 8
Нерастворимый остаток	0, 8
Глинозем Al_2O_3	36, 23
Окись железа Fe_2O_3	2, 34
Закись железа FeO (и железо, пересчитанное на закись железа)	5, 83
Окись титания TiO_2	3, 92
> кальция CaO	41, 97
> магния MgO	0, 47
Серный ангидрид SO_2	0, 22
Сера	0, 11
Углекислый газ (CO_2)	0, 36
Вода (H_2O)	—
Щелочи и потеря	—
Итого	100,05
Вычитая кислород, эквивалентный хлору	0,05
Итого	100,00%

По началу схватывания плавного цемента, которое наступает через 3 часа после затворения, этот цемент считается медленно схватывающимся; он дает достаточно времени для употребления в дело раствора и бетона.

В среднем начало и конец схватывания по опытам инженеров Девей и Белл (*Davey, Bell*), производимым в течение значительного периода времени, дают следующие результаты: начало схватывания через 3 час. 55 мин., конец схватывания через 4 час. 15 мин. (чистый цемент).

По окончании периода схватывания твердение его идет столь быстро, что после 24 часов бетон состава 1 : 2 : 4 дает высокое сопротивление сжатию в 560 кг/см^2 (8 000 фнт./кв. дм.). Через 7 дней прочность образцов 617 кг/см^2 (8 810 фнт./кв. дм.). Эти цифры относятся к лабораторным данным, но вероятно в полевых условиях они не могут быть получены. Прочность плавного цемента в дальнейшем увеличивается вместе с возрастом. Бетон состава 1:5,14,¹ исполненный в полевых условиях, дает через 1 год сопротивление в 784 кг/см^2 (11 200 фнт. кв. дм.) по данным заводов.

Плавный цемент и работа зимой. Вследствие быстрого течения химического процесса во время твердения бетона с применением плавного цемента, имеет место повышение температуры. Это предупреждает действие мороза на бетон во время критического периода, следующего за началом схватывания. Вследствие быстрого твердения и большой прочности, плавный цемент представляет многие преимущества в работах по устройству бетона в формах. Любое бетонное изделие может быть выпущено через 24 часа после изготовления. Формы могут быть разобраны и снова употреблены в чрезвычайно короткий срок, вследствие чего получается значительная экономия в рабочей силе и оборудовании.

¹ Пропорция 1:5,14 означает 1 часть цемента на 5,14 частей по объему песка и щебня.

Быстрота постройки. Плавленный цемент особенно ценен в свайных работах, так как сваи могут быть сделаны на месте, формы разобраны через 24 часа и забивка свай может начаться по истечении этого периода.

Потеря времени и материала, обычная при устройстве подвесных железобетонных конструкций в мостах и перекрытиях, полностью устраняется при употреблении быстро твердеющего цемента. Например, через 24 часа после укладки бетона с плавленным цементом кружала могут быть сняты и арочные перекрытия могут принять свою нагрузку, так что преимущества употребления этого материала в дорожных работах очевидны. Устройство каждой следующей части может производиться тотчас после устройства предыдущей с переносом подмостей и кружал с одной на другую.

Сцепление с металлом. Для производства опыта сцепления применялся такой прием: половина стандартного брикета для разрыва (восьмерка) делалась из металла, причем эта часть была снабжена прутком диаметром 7 мм, длиной 3,5 см, который выходил из нее, входя в другую половину. Во вторую половину набивался раствор 1 : 3 с применением портландского цемента или плавленного цемента. Полученный составной брикет помещался в машину для разрыва, и отмечалось разрывающее усилие, отнесенное на 1 см² поверхности прута. Полученные данные помещены ниже:

Через	Плавленный цемент				
	7 дней	28 дней	84 дня	6 мес.	1 год
Сцепление на 1 см ² в кг	34,04	34,17	29,54	36,25	37,57
	Портландцемент				
	7 дней	28 дней	84 дня	6 мес.	1 год
Сцепление на 1 см ² в кг	13,34	21,57	23,19	26,59	31,61

Применение плавленного цемента допускает укатку бетона. Если бы бетон мог быть удовлетворительно укатан, то с дорожной точки зрения получившаяся бетонная одежда была бы плотнее и прочнее. Однако вообще эта укатка невозможна, так как при портландцементе результат был бы сомнителен вследствие очень быстрого наступления начала схватывания и краткости периода схватывания; с введением плавленного цемента (начало схватывания последнего не ранее 3 час.) осуществляется возможность укатки бетона катками. Преимущества укатанного бетона (с плавленным цементом) очевидны не только с точки зрения увеличения прочности, но также по нижеуказанным причинам.

а) Когда такой бетон уплотняется, количество пустот уменьшается примерно на 20%, и количество раствора может быть уменьшено.

б) Он дешевле, чем обычный бетон с применением портландцемента, особенно если принять во внимание расходы на охрану, освещение и пр. накладные расходы.

в) Наконец, он твердеет значительно быстрее, чем бетон с обыкновенным портландцементом.

КРАТКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРИ ПОСТРОЙКЕ ДОРОГИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЛАВЛЕННОГО ЦЕМЕНТА

Минеральные материалы. Минеральные материалы должны быть совершенно чисты и твердых сортов.

Подбор минеральных материалов. Имея в виду уплотнение укаткой, подбор материалов должен быть приблизительно следующий:

Материал крупностью	37—62 мм ($1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ ")	6 частей
"	20 мм ($\frac{3}{4}$ ")	1 $\frac{1}{2}$ части
"	10 мм ($\frac{3}{8}$ ")	$\frac{1}{2}$ "

Эти материалы в указанных пропорциях должны быть смешаны с $1\frac{1}{2}$ частями песка и $\frac{3}{4}$ частями плавленого цемента.

Перемешивание и укладка бетона. Перемешивание и укладка производится насколько возможно быстро; толщина россыпи на 20% больше в расчете, что при укатке получится соответствующее уплотнение.

Уплотнение. Укатка должна производиться паровым катком, причем вес катка определяется согласно величине сопротивления сжатию употребляемого камня; трехвальцовым катком весом 8—10 т обычно можно достигнуть хороших результатов.

Для устройства щебеночного шоссе с применением плавленого цемента в смеси с песком для поверхностей связи коры могут служить в качестве полезного руководства нижеприведенные технические условия.

Щебень. Щебень должен быть из вязких пород, кубоватой формы крупностью от 37 до 62 мм; он не должен содержать более мелких частиц, должен быть чистый и свободен от всяких землястых примесей.

Песок. Должен применяться только лучший, чистый песок, свободный от грязи и глины. Высокая цена такого песка оправдается тем, что при употреблении его получится более значительная прочность раствора и соответствующее сопротивление.

Приготовление связующего материала. Связующий материал готовится из смеси одной части плавленого цемента и четырех или пяти частей песка, каковая пропорция определяется характером песка, движения, величиной уклона дороги и пр.

Песок и цемент должны быть тщательно перемешаны до полной однородности цвета, вручную или, что предпочтительнее, в бетономешалках.

Укатка. Укатка должна производиться паровым катком весом 8—10 или 10—12 т, который должен быть снабжен поливальным приспособлением, если это возможно, чтобы предупредить приставание материала к вальцам. Россыпь и укатка могут продолжаться не более 3 часов с момента приготовления смеси.

Вода. Вода должна быть чистая, т. е. свободная от примесей химических или органических веществ.

Метод работы

Применение связующего материала. Щебень рассыпается ровным слоем толщиной 10 см (4") и укатывается в целях его закрепления. фиг. 93. Если старое основание слишком сухое, то применяется небольшая поливка водой.

Далее поверх укатанного слоя рассыпается тонкий слой сухого связующего материала, каковой вметается в промежутки между щебенками. Если песок сырой и раствор (песок+цемент) прилипает к щебню, верхушки щебня слегка шевелятся вилами, чтобы встряхнуть раствор в промежутки. Далее поверхность слегка поливается водой из леек с ситкой, и затем снова рассыпается тонкий слой сухого раствора и снова он вметается метлами до полного видимого заполнения всех пустот.

Каток с поливкой снова начинает укатку; во время укатки рассыпается еще раствор и разметается для заполнения пустот. Следует избегать россыпи сразу чрезмерно большого количества раствора, так как это мешает ему проникнуть свободно в промежутки между щебенками.

Укатка должна продолжаться до полного тщательного уплотнения; больше раствора следует вметать в места, где есть пустоты, до тех пор, пока вся поверхность полностью не будет заглажена им. В местах, где недостает щебня, следует рассыпать дополнительное количество его с последующей россыпью сухого раствора, а затем произвести поливку и укатку до желаемого уровня. Каток после этого должен быть удален, и после того как излишек воды испарится и стечет (примерно через полчаса), рассыпается очень тонкий слой сухого раствора и разметается по поверхности мягкими щетками. Эта пленка влажного раствора, равномерно распределенная по поверхности, образует окончательный верхний слой, фиг. 94, 95 и 96.

УСТРОЙСТВО БЕТОННОЙ ДОРОГИ МЕТОДОМ ПРОПИТЫВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА.

Нижеуказанные технические условия могут с успехом применяться для постройки бетонной дороги методом пропитывания; эти условия составлены Британской ассоциацией портландцемента; они пригодны для дорог с средним движением.



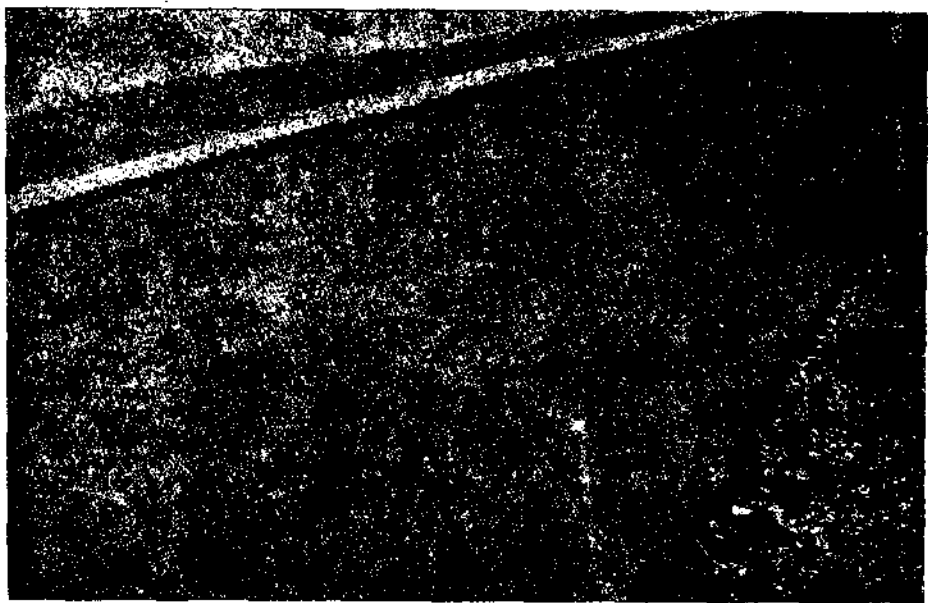
Фиг. 93. Устройство цементно-щебеночного шоссе. Слегка укатанная россыпь щебня перед пропитыванием сухим цементным раствором



Фиг. 94. Устройство цементно-щебеночного шоссе. Вид указанной поверхности после частичной россыпи сухого раствора с показанием мест, требующих дополнительной порции раствора.



Фиг. 95. Устройство цементно-щебеночного шоссе. Вид после окончательной укатки по сухому раствору до поливки водой.



Фиг. 96. Устройство цементно-щебеночного шоссе. Вид законченной поверхности; движение может быть открыто на следующий день утром (быстротвердеющий цемент).

Обработка старого основания. Если необходимо, надо вскирковать и снять верхний слой старого основания на толщину 7,5 см (3"). Полученное основание должно быть укатано и тщательно уплотнено с приданием ему надлежащего поперечного ската и ширины.

Бордюры. В случае среднего или слабого основания следует предвидеть бетонное укрепление обочин состава 1 : 8—1 : 9 в целях обеспечения неподвижности основания. Эти бетонные полосы, образуя бордюры, устраиваются на глубину приблизительно в 45 см (18") с слегка уширенным основанием для увеличения боковой устойчивости; верх этих бордюров делается заподлицо с поверхностью дорожной одежды. Было найдено полезным делать эти бетонные бордюры заранее, чтобы они успели хорошо затвердеть до начала работ по устройству одежды.

Щебень. Щебень должен быть из гранита, базальта или других подходящих пород, кубовой формы крупностью от 37 до 62 мм ($1\frac{1}{2}$ "— $2\frac{1}{2}$ "'). Важно, чтобы щебень был указанных размеров и не имел плиток и частиц менее 37 мм ($1\frac{1}{2}$ "').

Песок. Песок должен быть чистый, подобранный, от 3 мм ($\frac{1}{8}$ "') до мелкого, и свободен от глины и прочих загрязняющих примесей.

Цемент. Цемент должен быть британского производства, предпочтительно быстро твердеющих сортов, как например феррокрит,¹ но могут применяться и обыкновенные марки порландцемента, соответствующие новейшим британским стандартным техническим условиям. При заказе необходимо указать, что цемент требуется для устройства дороги методом пропитывания и потому должен удовлетворять условию большого срока начала схватывания.

Связующий материал. Он состоит из смеси песка и цемента в пропорции: 1 части быстро твердеющего цемента феррокрита и 2 частей песка. Принимается, что цемент доставляется в мешках, причем на 1 т идет 11 мешков, и 1 мешок вмещает 0,07 м³ ($2\frac{1}{2}$ куб. фут.) цемента. Если на 1 т идет 20 мешков, то 1 мешок может быть принят в 0,035 м³ ($1\frac{1}{4}$ куб. фут.) цемента.

Каток должен быть весом 8 т, предпочтительно типа тандем. В случае трехвального катка, передний валец должен перекрывать задние.

Период, допускаемый для укатки. Укатка ни в каком случае не должна допускаться в течение больше чем 2 часов для феррокрита или лайтинга. Важно, чтобы этот период тщательно соблюдался и чтобы время считалось от момента приготовления смеси.

Швы. Конец каждого укатываемого участка должен быть отделен посредством деревянного бруса или доски, в целях указания длины, подлежащей укатки, и в целях обеспечения неподвижности щебня укатываемого участка.

Полосы-промежутки, прилегающие к швам. Щебень должен быть рассыпан на полную длину укатываемого участка, за исключением полос, прилегающих к вышеуказанным доскам, шириной 0,3 м (1'), для того, чтобы при укатке избыток щебня, сдвигаемый действием катка, занял оставленную полосу.

Уплотнение. Так как невозможно уплотнить катком всю площадь участка, все не могущие быть укатанными места должны быть покрыты щебнем, политы водой таким же образом, как и остальная площадь, и затем эти места основательно уплотняются ручной трамбовкой. Важно, чтобы в бетоне не образовалось швов и чтобы вся поверхность была по возможности однообразна.

Отделка краев. Перед началом устройства следующего участка все свободные щебенки должны быть вынуты из торца предыдущего участка, и торец должен быть заделан бетоном, так чтобы получился чистый, прямой шов.

Закрытие дороги во время работы. Если возможно, дорога должна быть закрыта во время периода постройки, и пропитываться должна вся ширина одежды с избеганием таким образом продольного шва. Если обстоятельства не допускают этого, работа ведется по половинам, оставляя между половинами полосу шириной в 0,30 м (1') или больше. Когда закатывается эта средняя полоса, нужно следить, чтобы только передний валец укатывал эту полосу (если употребляется трехвальный каток). Важно, чтобы работа была защищена от мороза, сильной жары, сухих ветров и т. п. тотчас же после окончания участка; поверхность должна держаться в сыром состоянии для предупреждения быстрого высыхания.

Открытие движения. Нельзя установить строго определенного периода, после которого дорога может быть открыта для движения, так как это зависит от условий погоды во время постройки. Морозная, холодная или сырая погода, сырые условия и т. п. могут замедлить период схватывания цемента на значительное время, так

¹ Т. е. содержал бы фракции всех крупностей, от крупной до мелкой.

что в этих обстоятельствах целесообразно осматривать работу время-от-времени и открывать дорогу тогда, когда она достаточно затвердеет.

Нижеуказанные промежутки могут приблизительно быть приняты для различных цементов¹.

	От мая до сентября	От октября до апреля ¹
Обыкновенн. портландцемент	2 недели	3 недели
«Феррокрит»	5 дней	7 дней

Расход материалов на площадь в 100 м² * (200 кв. ярдов) идет приблизительно нижеуказанное количество материалов:

Обыкновенный портландцемент и «Феррокрит»	Лайтнинг
Щебня 15,5 т (26 т)	Щебня 15,5 т (26 т)
Песка 2,25 м ³ (5 куб. ярд)	Песка 2,25 м ³ (5 куб. ярд).
Цементы 1 579 кг (5 824 фун.)	Цементы 1 108 кг (4 088 фунт.)

При производстве работ по описанному методу выяснилось, что 1 м³ (1 куб. ярд) связующего материала (песок + цемент) идет приблизительно на 35 м² (35 кв. ярдов) при толщине коры в 7,5 см (3"), считая смесь 1 : 5 с употреблением 1,6 бочки (4 мешка), т. е. $1,6 \times 64 = 264$ кг ($4 \times 112 = 448$ фунт.) плавного цемента на 1 м³ (1 куб. ярд) песка.

При примыкании нового участка к участку предыдущего дня, рекомендуется, чтобы каток не проходил по вновь устроенной одежде до тех пор, пока она хорошо не затвердеет. По крайней мере 24 часа должно быть дано для того, чтобы это твердение имело место.

Если возможно, то между участками дневной работы должен быть оставлен разрыв. Этот разрыв может заделываться на третий день.

Этот метод устройства одежды специально подходит для случаев больших уклонов, не подходящих для тармакадама и асфальта. Уплотненный таким образом щебень даст шероховатую одежду, представляющую замечательно хорошую поверхность для конной езды без скольжения подков.

Материалы употребляются в дело согласно детально изложенному на стр. 233 способу производства работ.

Инструменты и оборудование, требуемые для работ. Следующие принадлежности требуются на артель из 1 десятника и 8 рабочих, какое число достаточно для ведения работы (за исключением катка и водяных бочек):

- 1 ящик мерный для песка и цемента, емкостью 0,20 м³ ($\frac{1}{4}$ куб. ярда);
- 3 жестких щетки. Они должны тщательно мыться после работы для предупреждения схватывания цементом;
- 4 поливальных лейки с ситками емкостью в 18 л (4 галл.);
- 4 вил с расстоянием между рожками не больше 37 мм ($1\frac{1}{2}$ ");
- 1 грохот с отверстиями в 3 мм ($\frac{1}{8}$ "), (если употребляется гравелистый песок—требуется просеивание его);
- 3 рейки;
- 2 бойка для перемешивания составных частей бетона;
- 3 тачки;

¹ В условиях климата Англии.

* 100 м² в переводе на английские меры составит 119,6 кв. ярд.

- 3 лопаты для перемешивания;
- 2 кирки;
- 1 кувалда весом 6 кг (14 фнт.);
- 1 остроконечное зубило, оканчивающееся алмазом;
- несколько обрезков дерева, например $10 \times 7,5$ см ($4\frac{3}{4} \times 3$ "), для указания линии работы;
- 3 трамбовки, предпочтительно квадратной формы;
- 36 железных шпилек длиной 30 см (12"), толщиной 20 мм ($\frac{3}{8}$ ");
- брезенты для защиты цемента от дождя и для защиты готовой поверхности бетона в течение первых 24 часов.

Способ производства работ

1. Обработка старого основания на проектном уровне с приданием ему соответствующего поперечного ската, с тщательным уплотнением. Если основание чрезмерно сухо и дает пыль, следует его слегка полить.

2. Россыпь слоя щебня в 5 см (2") толщиной и укатка катком не больше двух раз. Необходима легкая поливка для удаления пыли и других мелких частиц.

3. Смещение песка и цемента для образования сухого раствора в пропорции 2 части песка и 1 часть цемента, и равномерная россыпь смеси поверх щебня толщиной примерно около 37 мм ($1\frac{1}{2}$ ").

4. Поверх слоя раствора делается вторичная россыпь щебня толщиной 5 см (2") и производится тщательная укатка до тех пор, пока раствор не выйдет на поверхность. Во время этой операции производится тщательное разметание до тех пор, пока все промежутки не заполнятся раствором. Поливка не должна делаться во время этой работы, за исключением случаев, когда щебень начинает прилипать к вальцам и вырываться; во всяком случае поливка должна быть сведена к минимуму.

5. По прошествии получаса по окончании работы следует осмотреть поверхность и заполнить все необработанные места, где потребуется, раствором. Этих необработанных мест, как правило, не должно быть; они происходят главным образом от излишка воды.

6. Тотчас по окончании этой работы поверхность следует покрыть сырым песком, мешками или другими материалами, причем следует поддерживать влажность защитного слоя в течение 24 часов.

Непригодность округленного гравия для верхнего слоя. Было установлено, что округленный гравий не дает хороших результатов вследствие способности округленных частиц выпадать из коры под действием проезда. Гравий однако может с успехом применяться, если разлить тонким слоем битум или деготь по поверхности одежды, как только она высохнет. Ниже приводится стоимость различных опытных участков вместе с кратким описанием примененных методов, данных С. Чедвик (Chadwick) заведующим дорожным отделом округа Мартлей (Martley).

Участок № 1. Площадь 189 м² (226 кв. ярдов). Стоимость за 1 м² 0 руб. 84 коп. (1 ш. $5\frac{1}{2}$ п. за 1 кв. ярд). Слой гравия из местных источников толщиной 62—75 мм ($2\frac{1}{2}$ —3"), крупностью от 25 до 62 мм (от 1 до $2\frac{1}{2}$ "), рассыпается и слегка укатывается. По поверхности щебня рассыпается слой сухого раствора в пропорции 1 часть феррокрита на 4,5 части гравийных высевок мельче 6 мм ($\frac{1}{4}$ "), который поливается и укаты-

вается, причем все необработанные места заполняются дополнительными порциями раствора. Россыпь укатывается в течение 2 часов.

Участок № 2. Площадь 249 м² (298 кв. ярдоз). Стоимость 1 руб. 72 коп. за 1 м² (3 ш. за 1 кв. ярд.) Здесь применяется слой гравия, как и для участка № 1, причем сухой раствор рассыпается на рыхлый основной слой. Основной слой поливается и укатывается, затем в дальнейшем добавляется сухой раствор в количестве, достаточном для заполнения основного слоя на половину его толщины. Устраиваемая кора просушивается, и делается обработка эмульсией Колас (четырёхкратная) в количестве 8 л на м² (1,5 галл. на 1 кв. ярд); при первой обработке употребляется каменная мелочь крупностью 20 мм ($\frac{3}{4}$ "), и крупностью 10 мм ($\frac{3}{8}$ ") при второй обработке.

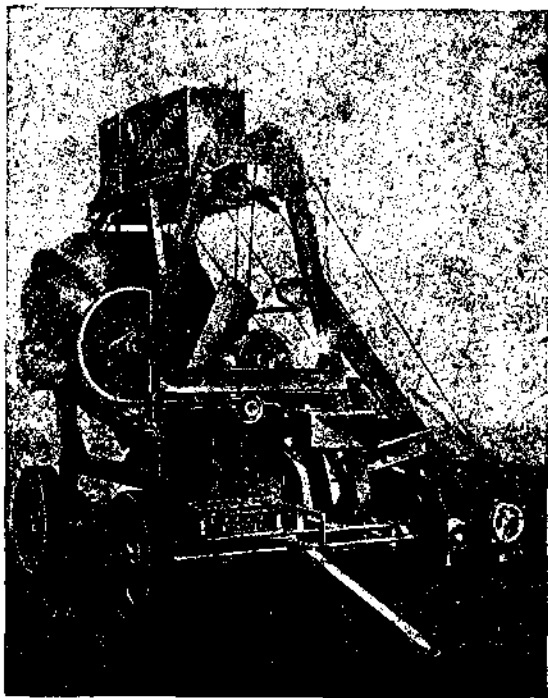
Участок № 3. Площадь 146 м² (175 кв. ярдоз). Стоимость 1 руб. 33 коп. за 1 м² (2 ш. 4 п. за 1 кв. ярд).

Слой сухого раствора толщиной 20—25 мм ($\frac{3}{4}$ —1") рассыпается по основанию, до россыпи основного слоя гравия. После россыпи гравия таковой укатывается с поливкой водой; далее тотчас же добавляется сухой раствор слоем в 12,5 мм ($\frac{1}{2}$ "). После просушки применяется одиночная обработка эмульсией Колас в количестве 5,33—10,66 л на 1 м² (1—2 галл. на 1 кв. ярд). Каменные высевки применяются крупностью 10 мм ($\frac{3}{8}$ "), каковые после россыпи укатываются.

Участок № 4. Площадь 222 м² (266 кв. ярдов). Стоимость 1 руб. 34 коп. на 1 м² (2 ш. 4 п. за 1 кв. ярд). Россыпь щебня слоем в 75 мм (3") из известняка ручной бойки; метод работ тот же, что и на участке № 3, но в этом случае был применен глиноземистый цемент марки «Лайтнинг».

Бетономешалки. Развитие и распространение применения бетона произошло в результате работ по производству оборудования машин для приготовления и обработки бетона.

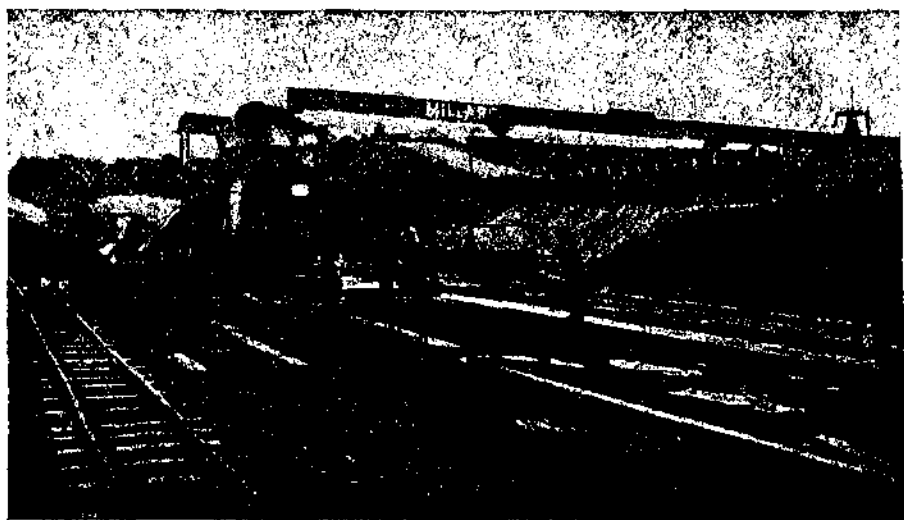
Применение хорошей бетономешалки скоро окупит себя на работе любого значения; она дает возможность аккуратного отмеривания материалов для смеси в течение всего времени исполнения работы. Применяется два типа оборудования для работ: большие установки и лег-



Фиг. 97. Бетономешалка с опрокидывающимся барабаном системы Эвелинг.

кие передвижные машины, фиг. 97, каковые вообще найдены наилучшими в дорожных работах; однако в последние годы на больших дорожных работах, производимых в связи с осуществлением большой реконструктивной дорожной программы, применяются центральные бетонные установки, устраиваемые в таком месте, куда легко подвести материалы по железной дороге; бетон, изготавливаемый на такой установке и перевозимый на работы, дает хорошие результаты как с точки зрения стоимости, так и с точки зрения качества работы.

Бетономешалки системы Миллерс, по мнению английских строителей, являются удобными в обращении и достаточно прочными, чтобы хорошо служить в трудных условиях производства работ, фиг. 98.



Фиг. 98. Бетономешалка и оборудование для подачи готового бетона при устройстве дороги.

В этой машине барабан опрокидывающегося типа; он приводится в движение посредством нефтяного двигателя Листер (Lister). Следующая таблица дает сравнение между стоимостью машинного и ручного изготовления бетона.

МАШИННОЕ СМЕШЕНИЕ

Подсчет стоимости смешения на 1 м³ (1 куб. ярд) при бетономешалке Миллер, тип 4 L. Цифры заработной платы, стоимости горючего и самой машины, принятые для подсчета, являются средними.

Операционные расходы

Рабочая сила. 3 рабочих для загрузки материалов и 1 рабочий для отмеривания цемента с платой 0 р. 60 к. в час (1 ш. 3 п.) за 8-часовой рабочий день, всего.

19 р. 20 к. (2 ф.).

1 механик, управляющий машиной, с платой 0 р. 72 к. в час (1 ш. 6 п.), за 8-часовой рабочий день.

5 » 76 » (12 ш.).

Горючее. 6,8 л (1,5 галл.) нефти по 0 р. 14 к. за л (1 ш. 4 п. за 1 галл.)

0 » 96 » (2 ш.).

Масло и тавот примерно по 0 р. 12 к. в день (3 п.).

0 р. 12 к. (3 п.).

А всего операционных расходов в день
Средняя производительность за 8-часовой день при нахождении машины на одной работе исчисляется в 30,4 м³ (40 куб. ярдов). Средняя величина операционных расходов на 1 м³ (1 куб. ярд).

26 » 04 » (2 ф. 14 ш. 3 п.).

0 » 84 » (1 ш. 4,5 п.).

Постоянные расходы

Процент на капитал из 6% при стоимости машины в 1536 руб. (160 ф.).

92 » 16 » (0 ф. 12 ш. 0 п.).

Амортизация и ремонт в 20% от стоимости в 1536 руб. (160 ф.).

307 » 20 » (32 ф.).

А всего постоянных расходов на год

399 » 36 » (41 ф. 12 ш.).

Средняя производительность машины в год при работе в течение 200 дней — 6080 м³ (8000 куб. ярдов). Средняя величина постоянных расходов на 1 м³ (1 куб. ярд)

0 » 06 » (1¼ п.).

Полная стоимость (операционные и постоянные расходы) на 1 м³ (куб. ярд)

0 » 90 » (1 ш. 5½ п.).

Ручное смешение.

16 рабочих в 8-часовой день изготовляют 30,4 м³ (40 куб. ярдов) с платой по 0 р. 60 к. в час (1 ш. 3 п.), всего 76 р. 80 к. (8 ф.). Стоимость на 1 м³ (1 куб. ярд) 2 р. 50 к. (4 ш.).

Экономия при машинном смешении сравнительно с ручным 1 р. 60 к. (2 ш. 6,5 п.).

При больших типах машин экономия на единицу объема бетона еще больше.

Из приведенных цифр видно, что употребление машины имеет результатом значительную экономию.

Другие типы бетономешалок. Смесители системы Р а н с о м (*Ransomes*) строятся как с вращающимися, так и с опрокидывающимися барабанами.

Смесители фирмы У н н г е т (*Winget*) производятся различных размеров, причем эти типы заслуживают внимания как имеющие специальное приспособление для непосредственной разгрузки бетона при радиусе 2,4 м (8'); для многих работ они оказались экономическими. Смесители типа В и к т о р и я (*Victoria*), а также смесители П а р к е р (*Parker*) пользуются всеобщим распространением; система В е с т о н (*Weston*) снабжена распределителем бетона для обслуживания всей ширины дорожной одежды.

Готовые бетонные шашки для одежды. Эти шашки имеют известные характерные особенности, которые в отношении применения для дорог создают следующие преимущества:

1) дорога может быть открыта для движения тотчас по укладке шашек, так как бетон шашек полностью затвердел ранее;

2) отсутствие трудностей, иногда встречающихся при обычных бетонных работах и связанных с получением воды и материалов на месте работ;

3) для твердения бетона могут быть созданы наилучшие условия, причем изготовление шашек на прессах фабричным способом дает бетон, значительно более плотный, чем тот, который получается на месте работ.

Из числа различных типов шашек назовем шестиугольные шашки, которые конкурируют по прочности с прямоугольными, так как тупые

углы менее подвержены износу и шашки не способны к принятию наклонного положения. Эта система носит название Гексакрит (*Hexacrite*) и была запатентована инж. Кардель (*Cardel*).

Новый американский метод производства бетона. В последние годы¹ два американских инженера применили доставку свежееизготовленной бетонной смеси с центральной смесительной установки на дорожные работы с транспортом по узкоколейной жел. дороге, или грузовиками.

Произведенные опыты показывают, что предел расстояния возки около 8 км (5 миль) и что бетон при доставке имеет свойства не хуже, чем бетон, изготовленный на месте. По некоторым данным доставленный на расстояние бетон даже прочнее, чем сделанный на месте, что вероятно объясняется большей тщательностью и точностью, применяемой при отмеривании составных частей на центральной стационарной установке.

Развитие этого дела привело к созданию специальных опрокидывающихся грузовиков с стальным кузовом в форме смесителя, в которых материал перемешивается во время перевозки. Смешение происходит особыми лопатками, насаженными на вращающийся вдоль кузова грузовика вал, приводимый в движение от мотора. Эти смесители вмещают $1,9 \text{ м}^3$ (2,5 куб. ярда) смешиваемых материалов и снабжены водяным баком и автоматическим контрольным аппаратом для отмеривания воды. Экономичность этого метода объясняется тем, что не требуется частых разборок и сборок бетономешалки для передвижения ее при длинных участках дороги; кроме этого получают удобства для лучшего хранения материалов и возможность более тщательного наблюдения за работой центральной установки. Однако при таком методе требуется очень хорошая организация работы и рабочих артелей на самой дороге; идея этого метода заслуживает внимания при необходимости организации быстрой работы.
