Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт
Кафедра автомобильных дорог и городских сооружений

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.В. Серватинский
«____» _____ 2016г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

.

08.03.01 «Строительство»
08.03.01.00.15 «Автомобильные дороги»

На тему: «Подбор строительных материалов для осуществления ремонта покрытия автомобильных дорог»

Руководитель	_____	доцент, канд. техн. наук	В.Л. Сабинин
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		А.Р. Гиренко
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____		Т.А.Федорова
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Консультант по БЖД	_____		Е.Ю. Гуменная
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Введение……..….3
1. Дорожно-климатические условия Красноярского края…….……..5
2. Обзор нормативных документов регламентирующих ремонт покрытий автомобильных дорог……..……...……7
2.1 Документы регламентирующие порядок определения дефектов и методы проведения измерений……..….……...…...7
2.2 Нормативные документы на материалы, применяемые при ремонте покрытий…….....10
2.3 Нормативные документы, регламентирующие технологи производства работ по ремонту покрытий автомобильных дорог……....11
3. Работы выполняемы при ремонте покрытий автомобильных дорог…...13
4. Физико-механические показатели ремонтных смесей…….....14
4.1 Термины и определения……..…....14
4.2 Асфальтобетонные смеси и асфальтобетон…….....15
4.2.1 Классификация асфальтобетонных смесей…….....15
4.2.2 Физико-механические свойства асфальтобетона……..16
4.3 Полимерасфальтобетонные смеси и полимерасфальтобетон…….....18
4.3.1 Классификация полимерасфальтобетонных смесей…….....18
4.3.2 Физико-механические свойства полимерасфальтобетона……...19
4.4 Щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси……...…20
4.4.1 Классификация щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей.....20
4.4.2 Физико-механические свойства ЩМА.....21
4.5 Битумоминеральные открытые смеси…….…….22
4.5.1 Классификация битумоминеральных открытых смесей……..22
4.5.2 Физико-механические свойства БМО…….……..…….....23
5. Подбор материалов для ремонта покрытий……....24

5.1 Влияние условий производства работ на температурные режимы горячих асфальтобетонных смесей……..…….....25
6. Технология производства ремонта покрытий автомобильных дорог….27
6.1 Требуется повышенная шероховатость покрытия……..…….27
6.1.1 Поверхностная обработка……...…….27
6.1.2 Битумоминеральные открытые смеси……...…….29
6.2 Верхний слой покрытия разрушен, сетка трещин, колейность.....31
6.2.1 Устройство слоя ЩМА……...……..…31
6.3 Имеются значительные деформации, повышенные требования по износостойкости, плотности…….....34
6.3.1 Устройство слоя полимерасфальтобетона…….....…..34
6.4 Существующие слои покрытия разрушены, колейность более 45мм……..…….…….35
6.4.1 Устройство двухслойного покрытия из асфальтобетона.……....36
6.5 Расчет МДО……..…37
6.5.1 Устройство слоёв износа с применением БМО……...……..39
6.5.2 Восстановление покрытий с использованием ЩМА……....41
6.5.3 Устройство нового двухслойного покрытия из асфальтобетона……...…....44
6.6 Организация безопасности движения при производстве работ.....48
7. Новейшие разработки в области ремонта покрытий…….……51
8. Деталь проекта …….…….....53
8.1 Требование к материалам……..….53
8.2 Проектирование состава…….....53
8.3 Рекомендуемый тип смеси…….....55
8.4 Технология укладки……..…..55
8.5 Применение БМО смесей и их преимущества……..…...56
Заключение……..…...……...58
Список использованных источников……..…....59

Введение

Обеспечение требуемых эксплуатационных показателей автомобильных дорог достигается в процессе строительства и зависит от качества применяемых материалов и технологий. Сейчас при строительстве, ремонте и реконструкции покрытий нежесткого типа автомобильных дорог больше всего применение находят асфальтобетонные покрытия, доля которых составляет свыше 96% от общей протяженности дорог с твердым покрытием. Под действием нагрузок автомобилей, а также влияния погодных условий на поверхности дорожных покрытий возникают деформации и разрушения, что проявляется в виде различных выбоин, просадок, трещин и волн, что приводит к ухудшению транспортно - эксплуатационных показателей и снижению срока эксплуатации автомобильных дорог. Образование различных дефектов на поверхности дорожных покрытий происходит за счет нарушения технологий при устройстве земляного полотна и дорожных одежд. Для устранения таких дефектов проводят ямочный ремонт, который позволяет устранять образовавшиеся дефекты на дорожном покрытии и при своевременном качественном ремонте позволяет увеличить продолжительность эксплуатации автомобильных дорог с обеспечением требуемых транспортно-эксплуатационных показателей автодорог в течение нескольких лет. Такой вид работ производится при условии нецелесообразности устройства поверхностного слоя дорожного покрытия. Наиболее распространенным методом ремонта дорожных покрытий нежесткого типа является ремонт с использованием горячих асфальтобетонных смесей, который позволяет обеспечить заданный срок службы ремонтируемого участка покрытия и при условии соблюдения технологии характеризуется высокими потребительскими свойствами . Производство работ с применением битумных материалов, в зависимости от времени года, производится при температуре окружающего воздуха не ниже +5 °С и поверхность выбоины должна быть сухой, за исключением применения в качестве вяжущих материалов битумных эмульсий или на их основе других применяемых вяжущих материалов. В то же время, для обеспе-

чения безопасности движения транспорта, независимо от погодных условий и времени года, возникает необходимость выполнять работы по ямочному ремонту покрытий и при низких температурах окружающего воздуха. Практика производства ремонтных работ по устранению выбоин на дорожном покрытии нежесткого типа показывает, что нарушение технологии ремонтных работ способствует значительному снижению срока службы отремонтированных поверхностей дорожного покрытия, что приводит к дополнительным затратам для обеспечения безопасности движения транспортных средств.

Цель данной работы заключается в подборе материалов для ремонта покрытий автомобильных дорог с учетом степени их разрушения, условий движения с применением современных дорожно-строительных материалов.

1 Дорожно-климатические условия Красноярского края

Красноярский край расположен в трёх дорожно-климатических зонах: I, II и III.

В связи с этим дорожно-климатические условия на территории Красноярского края сильно разнятся.

Дорожно-климатические условия представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Дорожно-климатические условия

Характеристика	Красноярск	Канск	Ачинск	Минусинск	Енисейск
1	2	3	4	5	6
Сред. температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью 0,98	-40	-45	-41	-40	-50
обеспеченностью 0,92	-37	-42	-36	-24	-46
Абсолютная минимальная температура, °С	-48	-51	-60	-52	-59
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, %	78	77	75	77	79
Количество осадков за ноябрь - март, мм	104	80	93	46	141
Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль	З	З	ЮЗ	ЮЗ	ЮВ
Абсолютная максимальная температура, °С	37	36	35	39	37
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее тёплого месяца, %	70	69	69	68	73
Количество осадков за апрель-октябрь, мм	367	279	348	306	360
Преобладающее направление ветра за июнь-август	З	З	ЮЗ	З	СЗ
Средняя месячная температура воздуха, °С:					
Январь	-16	-20,2	-16,1	-18,2	-22
Февраль	-14	-18,7	-14	-16	-19,5
Март	-6,3	-10,3	-6,7	-6,3	-10,7
Апрель	1,9	0,7	1,3	3,9	-0,9
Май	9,7	8,6	9,6	11,4	7,1
Июнь	16	16,0	15,9	17,5	15,1

Окончание таблицы 1.1 – Дорожно-климатические условия

Июль	18,7	18,8	18,8	19,9	18,5
Август	15,4	15,6	15,5	16,8	14,9
Сентябрь	8,9	8,8	9,1	10	8,2
Октябрь	1,5	0,4	1,3	2,2	-0,5
Ноябрь	-7,5	-10,2	-7,8	-7,3	-12,3
Декабрь	-13,7	-18,6	-13,7	-15,4	-20,7
Среднегодовая температура воздуха	1,2	-0,8	1,1	1,5	-1,9

Как видно из табл. 1.1 климат Красноярского края резко континентальный с довольно низкими зимними температурами, высокими летними и большой продолжительностью зимнего периода.

Поэтому дорожные покрытия работают в очень тяжелых климатических условиях и должны обладать высокой трещиностойкостью при отрицательных температурах и теплостойкостью при летних температурах.

2 Обзор нормативных документов регламентирующих ремонт покрытий автомобильных дорог

Все документы регламентирующие ремонт покрытий автомобильных дорог можно разделить на несколько категорий, это:

1) документы, регламентирующие порядок определения дефектов, методы проведения измерений;
2) документы, на материалы, применяемые при ремонте покрытий;
3) документы регламентирующие технологию производства работ.

2.1 Документы регламентирующие порядок определения дефектов и методы проведения измерений.

В настоящее время в этой области действует ГОСТ 32825-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Дорожные покрытия. Методы измерения геометрических размеров повреждений».

Виды дефектов дорожного покрытия представлены в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Виды дефектов дорожного покрытия

№ п.п	Наименование дефекта	Описание дефекта, метод измерения
1	2	3
1	волна (гребенка)	чередование впадин и выступов на дорожном покрытии в продольном направлении по отношению к оси автомобильной дороги; устанавливают трехметровую рейку на дорожное покрытие в направлении, параллельном оси автомобильной дороги таким образом, чтобы перекрыть измеряемое повреждение, измеряют клиновым промерником или металлической линейкой максимальный просвет под трехметровой рейкой с точностью до 1 мм.
2	Впадина	местная деформация, имеющая вид плавного углубления дорожных покрытий без разрушения материала покрытия

Продолжение таблицы 2.1 – Виды дефектов дорожного покрытия

3	Выбоина	местное разрушение дорожных покрытий, имеющее вид углубления с резко очерченными краями; устанавливают трехметровую рейку на дорожное покрытие в направлении, параллельном оси автомобильной дороги таким образом, чтобы перекрыть измеряемое повреждение, измеряют линейкой максимальный просвет под трехметровой рейкой с точностью до 1 мм.
4	Выкрашивание	поверхностное разрушение дорожных покрытий в результате отделения зерен минерального материала из покрытия; измерения проводят как у сетки трещин
5	Выпотевание	выступление излишка вяжущего на поверхность дорожных покрытий с изменением текстуры и цвета покрытия; измерения проводят как у сетки трещин
6	Выступ	местная деформация, имеющая вид плавного возвышения дорожных покрытий без разрушения материала покрытия
7	Колейность	плавное искажение поперечного профиля автомобильной дороги, вдоль полос наката; устанавливают трехметровую рейку на дорожное покрытие в направлении, перпендикулярном к оси автомобильной дороги таким образом, чтобы она перекрывала измеряемую колею на обеих полосах наката, измеряют клиновым промерником или металлической линейкой максимальный просвет под трехметровой рейкой с точностью до 1 мм
8	Неровность ямочного ремонта	возвышение или углубление ремонтного материала относительно поверхности дорожных покрытий в местах проведения ремонта; устанавливают трехметровую рейку на дорожное покрытие в направлении, параллельном оси автомобильной дороги в местах ремонта повреждений дорожного покрытия, измеряют линейкой максимальный просвет под трехметровой рейкой с точностью до 1 мм.
9	Повреждение дорожного покрытия	нарушение целостности или функциональности дорожных покрытий, вызванное внешними воздействиями, либо обусловленное нарушениями технологий строительства автомобильных дорог
10	Полоса наката	продольная полоса на поверхности проезжей части автомобильных дорог, соответствующая траектории движения колес транспортных средств, движущихся по полосе движения

Окончание таблицы 2.1 – Виды дефектов дорожного покрытия

11	Разрушение кром-ки покрытия	откалывание асфальтобетона или цементобетона от краев дорожного покрытия с нарушением его целостности; при проведении измерений измеряют рулеткой или другим устройством для измерения расстояния максимальный размер повреждения в направлении, параллельном оси автомобильной дороги с точностью до 10 см.
12	Просадка	деформация дорожной одежды, имеющая вид углубления с плавно очерченными краями, без разрушения материалов покрытия; измерения проводят как у выбоин
13	Сетка трещин	взаимопересекающиеся продольные, поперечные и криволинейные трещины, делящие поверхность ранее монолитного покрытия на ячейки; измеряют рулеткой или другим устройством для измерения расстояния максимальный размер повреждения в направлениях, параллельном и перпендикулярном к оси автомобильной дороги с точностью до 10 см.
14	Сдвиг	местные деформации асфальтобетонного покрытия, имеющий вид выступов и впадин с плавно очерченными краями, образовывающиеся вследствие сдвига слоев покрытия по основанию или верхнего слоя покрытия по нижележащему; измерения проводят как у волн(гребенок)
15	Сплошное разрушение дорожно-го покрытия	состояние дорожного покрытия, на котором при визуальной оценке площадь повреждений составляет более половины от общих площадей оцениваемого участка покрытия; при проведении измерений измеряют рулеткой или другим устройством для измерения расстояния максимальный размер повреждения в направлениях, параллельном и перпендикулярном к оси автомобильной дороги с точностью до 10 см.
16	Трещина	разрушение дорожного покрытия, проявляющееся в нарушении сплошности покрытия; определяют направление трещины относительно оси автомобильной дороги (продольная, поперечная, криволинейная), измеряют рулеткой или другим устройством для измерения расстояния длину повреждения с точностью до 10 см.

Измерительными приборами, предусмотренными этим документом являются:

- трехметровая рейка с клиновым промерником по ГОСТ 30412;
- линейка металлическая по ГОСТ 427 с ценой деления 1 мм;
- рулетка металлическая по ГОСТ 7502 с номинальной длиной не менее 5 м и классом точности 3;
- устройство для измерения расстояния с погрешностью измерения расстояний не более 10 см.

Допускается применение иных средств измерений с точностью, не уступающей указанным выше параметрам.

Также допускается применение автоматизированного оборудования для измерения колейности с точностью измерений, требуемой данным стандартом.

Для каждого из вида дефектов описана технология работ при проведении измерений.

2.2 Нормативные документы на материалы, применяемые при ремонте покрытий

Наиболее часто материалом применяемом при ремонте покрытий автомобильных дорог является асфальтобетонная смесь.

Требования к асфальтобетонным смесям регламентируется целым рядом нормативных документов:

ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные, полимеасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия.

ГОСТ 31015-2002 Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия.

ГОСТ Р 55419-2013 Материал композиционный на основе активного резинового порошка, модифицирующий асфальтобетонные смеси. Технические требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 52129-2003 Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия.

ГОСТ Р 54401-2011 Дороги автомобильные общего пользования. Асфальтобетон дорожный литой горячий. Технические требования.

Кроме этого, также имеются многочисленные документы и на другие материалы, используемые при ремонте дорожных покрытий:

ГОСТ 30491-2012 Смеси органоминеральные и грунты, укреплённые вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия.

ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний.

ГОСТ Р 55420-2013 Дороги автомобильные общего пользования. Эмульсии битумные дорожные катионные. Технические условия.

ГОСТ Р 52128-2003 Эмульсии битумные дорожные. Технические условия.

В данных документах рассматриваются вопросы по приготовлению, контролю качества материалов, а также их физико-механических характеристиках, которые будут рассмотрены в пункте 5 данной дипломной работы.

2.3 Нормативные документы, регламентирующие технологи производства работ по ремонту покрытий автомобильных дорог

Основным документом регламентирующим производство работ в дорожном строительстве является СП 78.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85.

Также информация о применяемых технологиях содержится в следующих документах:

Пособие по строительству асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов – И.А. Плотникова, В.Н. Сотникова и др. Москва 1991 г.;

Пособие по устройству поверхностных обработок на автомобильных дорогах – Э.М. Рвачева, И.А. Плотникова и др. Москва 1990 г.;

Пособие по приготовлению и применению битумных дорожных эмульсий – И.Д. Плотникова, Э.А. Казарновская и др. Москва 1987 г.

Методы управления технологическими процессами строительства асфальтобетонных покрытий – А. П. Прокопьев, Р. Т. Емельянов, В. И. Иванчура. СФУ 2012 г.

Технология производства работ по ремонту покрытий автомобильных дорог разбирается в пункте 6 данной работы.

3 Работы выполняемы при ремонте покрытий автомобильных дорог

В соответствии с классификацией работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования и искусственных сооружений на них работы по ремонту покрытий производят при производстве работ по капитальному ремонту, ремонте и содержании автомобильных дорог.

При ремонте производятся следующие работы:

1) восстановление дорожных одежд в местах ремонта земляного полотна;

2) устройство защитных слоев и слоев износа путем укладки выравнивающего (или фрезерования) и одного дополнительного слоя с обеспечиванием требуемой ровности и сцепных свойств или устройства поверхностной обработки;

3) восстановление изношенных покрытий, в том числе методами, обеспечивающими повторное использование материала старого покрытия; использование армирующих и трещинопрерывающих материалов при восстановлении изношенных покрытий;

4) устранение деформаций и повреждений (заделка выбоин, просадок, шелушения, выкрашивания и иных дефектов) покрытий, исправление кромок покрытий, устранение повреждений бордюров, заливка трещин на асфальтобетонных и цементобетонных покрытиях, восстановление и заполнение деформационных швов;

5) ликвидация колей глубиной до 45 мм и иных неровностей способами поверхностного фрезерования, укладки нового слоя покрытия или же поверхностной обработки.

4 Физико-механические показатели ремонтных смесей

4.1 Термины и определения

Асфальтобетонная смесь: рационально подобранная смесь минеральных материалов (щебня (гравия) и песка с минеральным порошком (или же без него)) с битумом, взятых в конкретных соотношениях и перемешанных в нагретом состоянии.

Асфальтобетон - уплотненная асфальтобетонная смесь.

Полимерно-битумное вяжущее, ПБВ - вяжущее на основе вязких дорожных битумов, полученное введением полимеров - блоксополимеров на подобии стирол-бутадиен-стирол, пластификаторов и поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Полимерасфальтобетонная смесь - рационально подобранная смесь минеральных материалов (щебня, песка и минерального порошка), взятых в регламен-тированных настоящим стандартом соотношениях, с ПБВ и перемешанных в нагретом состоянии.

Полимерасфальтобетон - уплотненная полимерасфальтобетонная смесь.

Щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь (ЩМАС) - рационально подобранная смесь минеральных материалов (щебня, песка из отсевов дробления и минерального порошка), дорожного битума (с полимерными или другими добавками или же без них) и стабилизирующей добавки, взятых в конкретных пропорциях и перемешанных в нагретом состоянии.

Щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА) - уплотненная щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь.

Битумоминеральная открытая смесь (БМО) - рационально подобранная смесь щебня с растворной частью, содержащей песок или отсевы дробления, минеральный порошок и дорожный битум (с добавками или без), перемешанная

в нагретом состоянии и образующая впоследствии укладки и уплотнения тонкий слой с открытой шероховатой поверхностью.

Поверхностная обработка - это способ создания шероховатой поверхности покрытия и устройства слоев износа и защитных слоев методом розлива на основание тонкого слоя органического вяжущего, распределения высокосортного щебня и его уплотнения.

4.2 Асфальтобетонные смеси и асфальтобетон

4.2.1 Классификация асфальтобетонных смесей

Асфальтобетонные смеси и асфальтобетоны в зависимости от вида минеральной составляющей подразделяют на:

-щебеночные;

-гравийные;

-песчаные.

В зависимости от вязкости применяемого битума и температуры при укладке подразделяют:

- на горячие, приготовляемые с внедрением вязких и жидких нефтяных дорожных битумов и укладываемые с температурой не менее 110 °С;

- холодные, приготовляемые с использованием жидких нефтяных дорожных битумов и укладываемые с температурой не менее 5 °С.

В зависимости от наибольшего размера минеральных зерен подразделяют на следующие виды:

-крупнозернистые с размером зерен до 40 мм;

-мелкозернистые с размером зерен до 20 мм;

-песчаные с размером зерен до 10 мм.

В зависимости от величины остаточной пористости подразделяют на следующие виды:

-высокоплотные с остаточной пористостью от 1% до 2,5%;

-плотные с остаточной пористостью от 2,5% до 5%;

-пористые с остаточной пористостью от 5% до 10%;

-высокопористые с остаточной пористостью 10%.

Щебеночные и гравийные горячие смеси и плотные асфальтобетоны в зависимости от содержания в них щебня (гравия) подразделяют на следующие типы:

А – с содержанием щебня выше 50% до 60%;

Б – с содержанием щебня (гравия) выше 40% до 50%;

В – с содержанием щебня (гравия) выше 30% до 40%.

Асфальтобетон подразделяется на марки: I, II, III в зависимости от качественных характеристик.

4.2.2 Физико-механические свойства асфальтобетона

Физико-механические свойства а/б представлены в таблице 4.2.2

Таблица 4.2.2 – Физико-механические свойства асфальтобетона

Наименование показателя	Значение для асфальтобетонов марки								
	I			II			III		
	Для дорожно-климатических зон								
	I	II, III	IV, V	I	II, III	IV, V	I	II, III	IV, V
Предел прочности при сжатии, при температуре 50°С, МПа, не менее, для асфальтобетонов									
- высокоплотных	1,0	1,1	1,2						
- плотных типов:									
А	0,9	1,0	1,1	0,8	0,9	1,0	-	-	-
Б	1,0	1,2	1,3	0,9	1,0	1,2	0,8	0,9	1,1
В				1,1	1,2	1,3	1,0	1,1	1,2

Продолжение таблицы 4.2.2 – Физико-механические свойства асфальтобетона

Г	1,1	1,3	1,6	1,0	1,2	1,4	0,9	1,0	1,1
Д	-	-	-	1.1	1,3	1,5	1,0	1,1	1,2
Предел прочности при сжатии, при температуре 20°С для асфальтобетонов всех типов, МПа, не менее	2,5	2,5	2,5	2,2	2,2	2,2	2,0	2,0	2,0
Предел прочности при сжатии, при температуре 0°С для асфальтобетонов всех типов, МПа, не более	9,0	11,0	13,0	10,0	12,0	13,0	10,0	12,0	13,0
Водостойкость, не менее:									
- плотных асфальтобетонов	0,95	0,90	0,85	0,90	0,85	0,80	0,85	0,75	0,70
- высокоплотных асфальтобетонов	0,95	0,95	0,90	-	-	-	-	-	-
- плотных асфальтобетонов при длительном водонасыщении	0,90	0,85	0,75	0,85	0,75	0,70	0,75	0,65	0,60
- высокоплотных асфальтобетонов при длительном водонасыщении	0,95	0,90	0,85	-	-	-	-	-	-
Сдвигоустойчивость по									
- коэффициенту внутреннего трения, не менее, для асфальтобетонов типов:									
высокоплотных	0,88	0,89	0,91	-	-	-	-	-	-
А	0,86	0,87	0,89	0,86	0,87	0,89	-	-	-
Б	0,80	0,81	0,83	0,80	0,81	0,83	0,79	0,80	0,81
В	-	-	-	0,74	0,76	0,78	0,73	0,75	0,77
Г	0,78	0,80	0,82	0,78	0,80	0,82	0,76	0,78	0,80
Д	-	-	-	0,64	0,65	0,70	0,62	0,64	0,66
- сцеплению при сдвиге при температуре 50°С, МПа, не менее, для асфальтобетонов типов:									
высокоплотных	0,25	0,27	0,30	-	-	-	-	-	-
А	0,23	0,25	0,26	0,22	0,24	0,25	-	-	-
Б	0,32	0,37	0,38	0,31	0,35	0,36	0,29	0,34	0,36
В	-	-	-	0,37	0,42	0,44	0,36	0,40	0,42

Окончание таблицы 4.2.2 – Физико-механические свойства асфальтобетона

Г	0,34	0,37	0,38	0,33	0,36	0,37	0,32	0,35	0,36
Д	-	-	-	0,47	0,54	0,55	0,45	0,48	0,50
Трещиностойкость по пределу прочности на растяжение при расколе при температуре 0°С и скорости деформирования 50 мм/мин для асфальтобетонов всех типов, МПа:									
- не менее	3,0	3,5	4,0	2,5	3,0	3,5	2,0	2,5	3,0
- не более	5,5	6,0	6,5	6,0	6,5	7,0	6,5	7,0	7,5

4.3 Полимерасфальтобетонные смеси и полимерасфальтобетон

4.3.1 Классификация полимерасфальтобетонных смесей

Полимерасфальтобетонные смеси и полимерасфальтобетоны в зависимости от вида минеральных составляющих подразделяют на: щебеночные и песчаные.

Смеси и полимерасфальтобетоны в зависимости от большего размера минеральных зерен подразделяют на следующие виды:

- мелкозернистые с размером зерен до 20 мм;
- песчаные с размером зерен до 10 мм.

Полимерасфальтобетоны из смесей в зависимости от значения остаточной пористости подразделяют на следующие виды:

- высокоплотные - с остаточной пористостью от 1,0% до 2,5%;
- плотные - с остаточной пористостью от 2,5% до 4,0%.

Полимерасфальтобетоны в зависимости от содержания в них щебня подразделяют на следующие типы:

- высокоплотные - с содержанием щебня св. 50% до 65% (допускается до 70%);

- плотные типы:

А - с содержанием щебня св. 50% до 60%,

Б - с содержанием щебня св. 40% до 50%,

В - с содержанием щебня св. 30% до 40%.

Песчаные смеси и соответствующие им полимерасфальтобетоны в зависимости от вида песка подразделяют на следующие типы:

Г - на песках из отсевов дробления, а еще на их смесях с природным песком при содержании последнего не больше 30% по массе;

Д - на природных песках или же смесях природных песков с отсевами дробления при содержании последних наименее 70% по массе.

4.3.2 Физико-механические свойства полимерасфальтобетона

Физико-механические свойства ПАБ представлены в таблице 4.3.2.

Таблица 4.3.2 Физико-механические свойства полимерасфальтобетона

Наименование показателя	Значение показателя для полимерасфальтобетонов марок:						Методы испытаний
	I			II			
	для дорожно-климатических зон						
	I	II, III	IV, V	I	II, III	IV, V	
1 Предел прочности при сжатии, при температуре 20 °С для полимерасфальтобетонов всех типов, МПа, не менее	1,9	2,0	2,0	1,8	1,8	1,8	ГОСТ 12801
2 Предел прочности при сжатии, при температуре 0 °С для полимерасфальтобетонов всех типов, МПа, не более	7,0	9,0	11,0	6,0	9,0	11,0	ГОСТ 12801

Окончание таблицы 4.3.2 Физико-механические свойства полимерасфальтобетона

3 Предел прочности при сжатии при температуре 50 °С для полимерасфальтобетонов, МПа, не менее:							ГОСТ 12801
высокоплотный	0,9	1,0	1,1	-	-	-	
плотный типов:							
А	0,8	0,9	1,0	-	-	-	
Б	0,9	1,1	1,2	-	-	-	
В	-	-	-	1,0	1,1	1,2	
Г	1,0	1,2	1,4	-	-	-	
Д	-	-	-	1,0	1,2	1,4	
4 Водостойкость высокоплотных полимерасфальтобетонов, не менее	0,95	0,95	0,90	-	-	-	ГОСТ 12801
5 Водостойкость плотных полимерасфальтобетонов, не менее	0,95	0,90	0,85	0,90	0,85	0,80	ГОСТ 12801
6 Водостойкость высокоплотных полимерасфальтобетонов при длительном водонасыщении, не менее	0,95	0,90	0,85	-	-	-	ГОСТ 12801
7 Водостойкость плотных полимерасфальтобетонов при длительном водонасыщении, не менее	0,90	0,85	0,75	0,85	0,75	0,70	ГОСТ 12801
8 Трещиностойкость по пределу прочности на растяжение при расколе при температуре 0 °С и скорости деформирования 50 мм/мин для полимерасфальтобетонов всех типов, МПа,							ГОСТ 12801
не менее	2,4	2,8	3,2	2,0	2,4	2,8	
не более	5,5	6,0	6,5	6,0	6,5	7,0	

4.4 Щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси

4.4.1 Классификация щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей

Щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси и щебеночно-мастичный асфальтобетон в зависимости от крупности использующегося щебня подразделяют на виды:

ЩМА-20 – с наибольшим размером зерен до 20 мм;

ЩМА-15 – с наибольшим размером зерен до 15 мм;

ЩМА-10 – с наибольшим размером зерен до 10 мм.

4.4.2 Физико-механические свойства ЩМА

Физико-механические свойства ЩМА представлены в таблице 4.4.2.

Таблица 4.4.2 Физико-механические свойства щебеночно-мастичного асфальтобетона

Наименование показателя	Значение показателя для дорожно-климатических зон		
	I	II, III	IV, V
Пористость минеральной части,%	От 15 до 19	От 15 до 19	От 15 до 19
Остаточная пористость,%	От 1,5 до 4,0	От 1,5 до 4,5	От 2,0 до 4,5
Водонасыщение,% по объему:			
образцов, отформованных из смесей	От 1,0 до 3,5	От 1,0 до 4,0	От 1,5 до 4,0
вырубок и кернов готового покрытия, не более	3,0	3,5	4,0
Предел прочности при сжатии, МПа, не менее:			
при температуре 20 °С	2,0	2,2	2,5
при температуре 50 °С	0,60	0,65	0,70
Сдвигоустойчивость:			
коэффициент внутреннего трения, не менее	0,92	0,93	0,94
сцепление при сдвиге при температуре 50 °С, МПа, не менее	0,16	0,18	0,20
Трещиностойкость - предел прочности на растяжение при расколе при температуре 0 °С, МПа:			
не менее	2,0	2,5	3,0
не более	5,5	6,0	6,5
Водостойкость при длительном водонасыщении, не менее	0,90	0,85	0,75

4.5 Битумоминеральные открытые смеси

4.5.1 Классификация битумоминеральных открытых смесей

Битумоминеральные открытые смеси следует подразделять в зависимости:

а) марок вязкого нефтяного битума по ГОСТ 33133-2014 и температуры его нагрева при приготовлении смеси на:

горячие (Г):

БНД 100/130

БНД 70/100

БНД 50/70

БНД 35/50

БНД 20/35

140-160 °С;

теплые (Т):

БНД 130/200

110-130 °С;

б) содержания щебня, % по массе, на:

БМО 75/85,

БМО 65/75,

БМО 55/65;

в) максимального размера щебня, мм, на:

К - крупнозернистые до 25;

С - среднезернистые -"- 20;

М - мелкозернистые до 15 (10);

г) консистенции в технологическом состоянии на:

пластичные - более 0,9;

сыпучие - более 0,7 до 0,9;

д) величины остаточной пористости материала из БМО смесей, % объема, на типы:

ВП - высокой плотности - 1,5-3,0;

СП - средней -"- - 3,0-5,0;

МП - малой плотности - 5,0-7,0.

4.5.2 Физико-механические свойства БМО

Физико-механические свойства БМО представлены в таблице 4.5.2.

Таблица 4.5.2 Физико-механические свойства БМО

Свойства	Показатель для смесей			Методика определения свойств
	ВП	СП	МП	
Водонасыщение под вакуумом, % объема, не более	3	5	7	п.4.2.3 ТУ*
Набухание после 15 сут выдерживания в воде после вакуума, % объема, не более	0,5	1,0	1,5	п.4.8 ГОСТ 12801-84
Коэффициент водоустойчивости при длительном водонасыщении по прочности на растяжение при расколе, не менее	0,9	0,8	0,7	п.4.2.5 ТУ*
Предел прочности при сжатии, МПа (кгс/см), не менее, при температуре, °С*:				
20	2,4-2,0	2,2-1,8	2,0-1,8	ГОСТ 12801-84
50	0,9-0,8	0,8-0,7	-	
Коэффициент длительной водостойкости при водонасыщении по прочности при сжатии, не менее	0,85-0,80	0,75-0,60	0,70-0,60	п.4.10 ГОСТ 12801-84
Сцепление битума с минеральной частью смеси	Выдерживает			

5 Подбор материалов для ремонта покрытий

В настоящий момент времени для содержания и ремонта дорожного покрытия автомобильных дорог используются различные материалы и технологии. Ключевая задача этих работ – обеспечивание безопасного движения автомобильного транспорта с установленным скоростным режимом. Выбор определенной технологии ориентируется конструктивными параметрами дороги, материалом покрытия, погодными условиями, объемами работ и видами дефектов. Нормативными документами установлено, что производство ремонтных работ на покрытиях нежесткого типа надлежит производиться с наступлением устойчивой теплой и сухой погоды при температуре окружающего воздуха не ниже +5 ° С. Однако на практике возникает потребность в проведении срочного внепланового или же аварийного ремонта практически в любое время года и при любых погодных условиях.

При выборе технологии для ремонта дорожных покрытий нужно принимать во внимание надлежащие аспекты:

-достижение высокого качества работы с обеспечением требуемых показателей плотности, прочности, водонепроницаемости, ровности и шероховатости по отношению к основной части покрытия;

-обеспечения заданного срока службы отремонтированного участка покрытия;

-наличия требуемых материалов и механизмов по выбранной технологии; вероятность реализации принятой технологии ремонта с учетом погодных условий;

-оперативность открытия движения транспорта по месту ремонта;

-высокая экономичность ремонтных работ.

Совместное решение по обеспечению обозначенных критериев определяет эффективность применяемой технологии для ремонтных работ.

Следует заметить, что ремонт, произведенный без тщательной подготовки места к производству работ и соблюдения требований технологии к выполнению ремонтных работ, снижает срок службы отремонтированной поверхности покрытия в 2 – 4 раза. Принято считать, что ремонтные работы дорожных покрытий нежесткого типа относятся к сезонным работам , зависимым от температуры воздуха и влажности дорожного покрытия . В следствии этого актуальной задачей в настоящее время считается разработка такой технологии ремонта асфальтобетонных дорожных покрытий, которая позволяет проводить эти работы в любое время года с обеспечением требуемого срока службы и качества . Из применяемых технологий ремонта дорожных покрытий нежесткого типа наибольшее распространение получили технологии с применением горячих асфальтобетонных смесей , литого асфальтобетона, ЩМА, БМО и поверхностной обработки. Каждый способ проведения ремонтных работ имеет свои особенности, достоинства и недостатки . В следствие этого выбор конкретной технологии находится в зависимости от множества факторов, которые нужно принимать во внимание при подготовке и производстве ремонтных работ .

5.1 Влияние условий производства работ на температурные режимы горячих асфальтобетонных смесей

Производство работ с горячей асфальтобетонной смесью находится в зависимости от температуры окружающего воздуха и их выполнение допускается при температуре воздуха весной и летом не ниже +5 º С и осенью +10 º С. С учетом особенностей эксплуатации автомобильных дорог и обеспечения безопасности движения транспортных средств рекомендациями допускается, при соблюдении особых условий , производство работ с горячей смесью при температуре воздуха до –10 º С. Это условие на производство работ разъясняется большим воздействием температуры воздуха на температурные режимы горя-

чей смеси, от которых зависит качество работ по устройству и ремонту дорожных покрытий нежесткого типа в процессе эксплуатации автомобильной дороги. Интенсивность охлаждения горячей асфальтобетонной смеси находится в зависимости от температуры воздуха, и в отличие от устройства дорожного покрытия, производство ремонтных работ содержит кое-какие особенности, влияющие на качество работы по устранению выбоин на поверхности покрытия. При производстве работ по устранению выбоины на поверхности дорожного покрытия, после проведения подготовительных работ, горячая асфальтобетонная смесь укладывается и распределяется по объему выбоины. Установлено, что после укладки смеси, одновременно с совокупным процессом охлаждения горячей смеси, происходит интенсивное охлаждение небольших объемов горячей смеси по периметру выбоины. Образование зоны асфальтобетонной смеси с пониженной температурой смеси по периметру выбоины в процессе уплотнения содействует образованию объемов смеси с низкими эксплуатационными параметрами. Проведенными исследованиями установлено, что температура воздуха влияет на общий темп охлаждения горячей смеси, особенно в зоне контакта горячей смеси с боковой поверхностью выбоины. Это способствует повышению темпа охлаждения горячей смеси в пограничной зоне горячей смеси, за счет чего образуется зона горячей смеси с пониженной температурой по отношению к общему объему уложенного горячего материала, которую можно охарактеризовать шириной зоны смеси с пониженной температурой.

6 Технология производства ремонта покрытий автомобильных дорог

6.1 Требуется повышенная шероховатость покрытия

Важнейшей задачей службы эксплуатации автомобильных дорог является поддержание высоких сцепных качеств дорожных покрытий. Сцепные качества дорожных покрытий меняются в течение эксплуатации автомобильных дорог, поэтому наряду с обеспечением шероховатости нового дорожного покрытия применяют методы, позволяющие повысить шероховатость находящихся в эксплуатации дорожных покрытий.

6.1.1 Поверхностная обработка

Поверхностные обработки устраивают преимущественно на участках дорог с опасными и затрудненными условиями движения на дорогах I - III категорий.

Для устройства поверхностных обработок применяют щебень марки не ниже 1200 по ГОСТ 8267-82 из трудношлифуемых изверженных и метаморфических горных пород для автомобильных дорог I и II категорий, марки 1000 - для дорог III категории и марки не ниже 800 - для дорог IV категории фракций 5 - 10, 10 - 15, 15 - 20 мм, содержание пылеватых, глинистых и илистых частиц в щебне не должно превышать 1 % массы.

В качестве вяжущих используют вязкие битумы, битумы с добавками дегтей, битумы и дегти с добавками полимеров, битумные эмульсии.

Марку битума выбирают по ГОСТ 22245-90 с учетом дорожно-климатической зоны.

Работы по устройству одиночной поверхностной обработки производят в следующем порядке:

- подготовка поверхности (очистка от пыли и грязи) и ремонтные работы;

- розлив вяжущего;

- распределение щебня;

- укатка;

- уход в период формирования.

Очистку покрытия от пыли и грязи выполняют механическими щетками, наиболее загрязненные участки промывают с помощью поливомоечной машины.

Розлив вяжущего производят автогудронатором.

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

Распределение щебня производят самоходным щебнераспределителем, автомобилем-самосвалом с навесным приспособлением или другим механизмом, обеспечивающим быстрое и равномерное распределение щебня. На дорогах низких категорий допускается использование автогрейдера.

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

В течение первых дней эксплуатации необходимо осуществлять уход за формирующимися слоями. Незакрепившийся щебень должен быть удален с покрытия не позднее чем через 1 сут после открытия движения. Скорость движения автомобилей ограничивают 40 км/ч и регулируют по ширине проезжей части.

При устройстве поверхностной обработки на катионных битумных эмульсиях следует использовать не обработанный органическим вяжущим щебень, на анионных эмульсиях - преимущественно черный щебень.

Поверхностную обработку с использованием битумных эмульсий выполняют в следующем порядке:

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

Срок службы поверхностной обработки 1-2 года

6.1.2 Битумоминеральные открытые смеси

Открытые битумоминеральные смеси (БМО) отличаются повышенным содержанием щебня (55—85%), обеспечивающим каркасную структуру слоя и возможность создания поверхности с высокими параметрами шероховатости.

Слой устраивают в сухую теплую погоду при температуре воздуха не ниже 5°С на тщательно очищенном от пыли и грязи сухом покрытии.

На асфальтобетонное или другое черное покрытие непосредственно перед укладкой наносят подгрунтовку жидким битумом марок СГ 70/130 или МГО 70/130 по ГОСТ 11955 при норме 0,2–0,3 л/м2 или вязким битумом марок БНД 90/130 по ГОСТ 22245 при норме 0,3–0,4 л/м2.

Смесь следует распределять асфальтоукладчиком с выключенными трамбующим брусом и виброплитой толщиной в зависимости от максимального размера щебня в смеси.

Для сокращения количества и улучшения качества, поперечных сопряжений необходимо обеспечивать непрерывную в течение смены или циклическую загрузку смеси в асфальтоукладчик, ее распределение и уплотнение.

Циклическая загрузка смеси состоит в доставке по 5–10 и более машин и непрерывной загрузке смеси в асфальтоукладчик.

Уложенную смесь незамедлительно уплотняют самоходными катками на пневматических шинах (рекомендуется также использовать гладковальцовые катки с обрезиненными вальцами), обеспечивающими необходимую глубину укатки и требуемую шероховатость поверхности, а также снижающими дробимость щебня.

Порядок уплотнения рекомендуется следующий.

При температуре воздуха 16 °С и выше и скорости ветра не более 5 м/с:

- 10–14 проходов по одному следу легких катков на пневматических шинах (например, ДУ-311А) при температуре смеси 120–140 °С (меньшее число проходов относится к смеси пластичной, большее – к смесям сыпучей консистенции);

- 6–10 проходов тяжелых катков на пневматических шинах (например, ДУ-29) при температуре смеси 90–120°С (меньшее число проходов относится к смесям пластичной, большее – к смесям сыпучей консистенции).

- После первого уплотнения параметры макрошероховатости составляют 0,8-0,9 от требуемых, после уплотнения тяжелыми катками макрошероховатость, а также плотность и водостойкость слоя достигают требуемых значений. Минимальная температура уплотнения слоев из горячих (теплых) смесей 50 (40)°С.

При температуре воздуха 5–15 °С, скорости ветра не более 10 м/с:

- 5–8 проходов по одному следу легких катков на пневматических шинах при температуре смеси 130–150°С;

- 14–18 проходов тяжелых катков на пневматических шинах при температуре смеси 100–130°С (катки в процессе уплотнения необходимо смачивать водой).

- После уплотнения легкими катками и половины проходов тяжелых катков параметры макрошероховатости составляют 0,8—0,9 от требуемых. После завершения укатки макрошероховатость, а также плотность и водостойкость слоя достигают требуемых значений.

Готовый слой должен иметь однородную поверхность без раковин и дефектных мест.

При выборе способа повышения шероховатости покрытия, что слои износа из БМО лучше:

- для поверхностной обработки t^0 укладки должна быть не ниже 15^0С, должна быть сухая, жаркая погода, чтобы разлитый битум как можно дольше оставался горячим, если битум остынет, щебень не втопится;

- ПО значительно дешевле, но по сроку службы уступаем слоям из БМО в 2-3 раза;

- коэфициент сцепления БМО смесей выше, чем у ПО;

- ПО менее прочная, менее долговечная, чем слои из БМО смесей

6.2 Верхний слой покрытия разрушен, сетка трещин, колейность

При таких дефектах ремонт производится путем удаления верхнего слоя покрытия фрезерованием и укладкой нового, прочного слоя покрытия.

6.2.1 Устройство слоя ЩМА

ЩМА применяется для верхнего слоя дорожного покрытия высоконагруженной трассы.

Щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси (ЩМАС) укладывают на предварительно обеспыленную поверхность, при наружной температуре не менее +5°С весной и +10°С осенью.

После окончания процесса обеспыливания ремонтируемая поверхность подгрунтовывается битумной эмульсией.

Горячая ЩМАС укладывается и уплотняется обычными асфальтоукладчиками и гладковальцовыми катками. Уплотнение, по возможности, должно производиться на всю ширину дороги.

После прохода укладчика все дефекты, образовавшиеся на поверхности свежеуложенного слоя исправляют до начала этапа уплотнения, путем добавления недостающей, или удаления лишней смеси вручную. «Наброс» смеси в дефектные места исключается.

Необходимо обеспечить непрерывность работы а/у. Его рабочая скорость должна составлять 1,5-3 метров в минуту.

Смесь с автосамосвалов должна медленно и равномерно загружаться в бункер асфальтоукладчика.

Бункер а/у в процессе укладки должен быть заполнен минимум на 25 %. При длительных простоях в процессе поступления ЩМАС с АБЗ (до получаса), продвижение а/у осуществляется на 1-2 м через каждые 5-10 минут.

Уплотнение ЩМАС производят катками с гладкими стальными вальцами массой 9-12 тонн. Вальцы смачиваются водой, или водно-керосиновой эмульсией. Катки на пневмошинах не используются. Их применение допускается лишь в финальной стадии уплотнения.

Уложенный слой ЩАМС уплотняют гладковальцовыми катками, передвигающимися с рабочей скоростью 3-5 км в час.

Для более качественного сопряжения укладываемого слоя с ранее уложенным и уже остывшим покрытием необходимо 1-ый проход катка производить по "холодной" полосе с перекрытием свежеуложенного слоя на 30-40 см.

В процессе уплотнения катки перемещаются от края к оси, а затем наоборот, перекрывая каждый след на 25-35 см. 1-ый проход начинается с отступления от края покрытия на 10-15 см. Края уплотняются после 1-го прохода. В ходе укатки должно обеспечиваться равномерное уплотнение покрытия. Это достигается путем одинакового числа проходов катка по 1-му следу. При 1-м проходе ведущие вальцы должны быть впереди.

Нежелательно производить уплотнение катками с включенной функцией вибрации. А при температуре смеси ниже 100 градусов укладка на жесткое основание запрещается. Слои большой толщины можно уплотнять с включенной

вибрацией только при высокой температуре смеси после первого прохода гладковальцового катка. В таком случае для эффективного уплотнения достаточно одного/двух проходов.

За одним а/у должны находиться два гладковальцовых катка. Требуемая степень уплотнения достигается за 7-9 проходов катка.

Температура ЩМАС на выходе с АБЗ должна составлять от 150°С до 170°С. В самом начале уплотнения ее показатель должен быть не менее 130°С, в конце – не менее 100°С.

ЩМА – материал более высокого класса, в котором зерна щебня контактируют за счет мастики (битум+МП), во избежание вытекания мастики вводится стабилизирующая добавка VIATOP 3-6% (спрессованные волокна натуральной целлюлозы). Добавка должна быть не влажная и содержать волокна от 1 до 10 мм.

Особенности ЩМА:

- более толстая пленка битума на поверхности заполнителя;
- больше обычного свободного битума (6-7%);
- создается жесткий каркас из щебня (70-80%);
- уменьшается содержание песка (10%);
- больше МП (8-15%).

Преимущества ЩМА:

- долговечность – срок службы больше обычного АБ за счет большей прочности, большей сдвигоустойчивости, меньшего водопоглощения;
- не боится сырости;
- стоимость 1 тонны выше, чем АБ, потому что больше битума, МП и щебня более высокого качества кубовидной формы, но если укладывать дорожное покрытие, то можно снизить толщину покрытия на 10 мм, за счет этого 1м^2 ЩМА = 1м^2 АБ по стоимости;
- стоимость обслуживания в 2 раза ниже АБ за счет большей стойкости к колееобразованию и трещинообразованию, и меньшей деформативности;

- зимой становится эластичным, не трескается;

- поверхность получается шероховатая, обеспечивается хорошее сцепление с автотранспортом при дожде и гололеде.

6.3 Имеются значительные деформации, повышенные требования по износостойкости, плотности

При таких дефектах ремонт производится путем удаления верхнего слоя покрытия фрезерованием и укладкой нового слоя покрытия, отвечающего повышенным требованиям.

6.3.1 Устройство слоя полимерасфальтобетона

Приготовление, укладку и уплотнение полимерасфальтобетонных смесей следует осуществлять согласно СНиП 3.06.03-85.

В процессе строительства покрытия толщину слоя полимерасфальтобетонных смесей при укладке асфальтоукладчиком (с включенным трамбующим брусом) следует назначать на 30-35% больше проектной; эффективное уплотнение достигается при температуре смеси от 90 до 35°С.

При устройстве покрытий контролируют:

- температуру полимерасфальтобетонной смеси в каждом транспортном средстве, доставляющей смесь на место укладки;

-толщину уложенного слоя и качество уплотнения;

- качество швов в местах сопряжений полос;

- коэффициент сцепления колеса автомобиля с поверхностью готового покрытия и его ровность.

Температура теплой и горячей полимерасфальтобетонных смесей на вязких ПБВ в асфальтоукладчике при укладке в конструктивный слой должна соответствовать ГОСТ 9128-84, а на разжиженных ПБВ - на 20°С ниже.

Качество полимерасфальтобетонной смеси, уложенной в покрытие, следует контролировать по результатам испытаний вырубок (кернов).

Готовое покрытие на полимерасфальтобетонной смеси должно отвечать СНиП 3.06.05-85.

Полимерасфальтобетон готовится на полимербитумном вяжущем

Полимеры – каучуки, смолы, полиэтилен, полипропилен, отходы промышленности (резина покрышки), самым лучшим считается стирол-бутадиен-стирол (СБС – это каучуковая крошка, которая хорошо растворяется в битуме при нагревании)

Преимущества ПАБ:

- обычный битум становится хрупким при -17^{0}С, а молекула полимеров работает как упругая пружина, поэтому зимой в полимерах не появляются трещины;

- ПАБ дороже, чем АБ на 40-50%, но срок службы в 2-3 раза больше, лучше укладывается, уплотняется;

- Прочность ПАБ при 20^{0}С и 50^{0}С немного меньше (на 0,4 и 0,1МПа соответсвенно), но зато прочность при 0^{0}С гораздо меньше (на 2-4МПа);

- Водопоглощение ПАБ меньше, чем АБ на 1,5-2%

6.4 Существующие слои покрытия разрушены, колейность более 45мм

В основном причинами этих дефектов может быть недостаточная плотность нижних конструктивных слоев дорожного полотна (основания и дополнительного слоя), которая способствует смешению слоев и ведет к просадке покрытия дороги или нарушение технологий укладки при строительстве дорожной одежды. В этом случае ремонт дорожной одежды осуществляют методом фрезерования на ширину полосы наката с удалением нестабильных слоев дорожной одежды, прикаткой верхнего слоя земляного полотна и последующей укладкой новых слоев дорожной одежды. Наиболее прочным и лучшим по

свойствам будет покрытие, если новый верхний слой дорожной одежды укладывать с применением ЩМА или полимерасфальтобетона, но исходя из экономических соображений выбираем устройство двухслойного покрытия из асфальтобетона.

6.4.1 Устройство двухслойного покрытия из асфальтобетона

Подготовительные работы:

- очистку поверхности основания от пыли и грязи с помощью ручных проволочных и травяных щеток, а также продуванием сжатым воздухом от компрессора;

- обработку поверхности основания битумной эмульсией или жидким битумом равномерным слоем не менее чем за 1-6 часов до укладки смеси нижнего слоя асфальтобетонного покрытия.

Покрытия из асфальтобетонных смесей следует устраивать в сухую погоду. Укладку асфальтобетона следует производить весной и летом при температуре окружающего воздуха не ниже 5 °С, осенью - не ниже 10 °С.

Устройство нижнего слоя:

- распределить битумноминеральную смесь;

- уплотнить битумноминеральную смесь по линии сопряжения полос в продольном и поперечном направлениях:

- первичное уплотнение смеси,

- промежуточное уплотнение смеси,

- окончательное уплотнение смеси.

При укладке необходимо соблюдать следующие правила:

- укатку покрытия начинать от края проезжей части к середине, перекрывая предыдущий слой на ширину 25 - 30 см;

- катки должны двигаться ведущими вальцами вперед;

- вальцы катков не должны приближаться более чем на 10 см к кромке свежеуложенной полосы, а оставшуюся полоску в 10 см закатывать позже, одновременно со следующей полосой;

- вальцы катков смачивать водой или воднокеросиновой эмульсией;

- при движении катков не делать резких поворотов и изменений скорости движения;

- укатку слоя продолжать до полного уплотнения; уплотнение считается достаточным, если после прохода 10-тонного катка на поверхности не остается следов вальцов.

Устройство верхнего слоя.

Устройство верхнего слоя производить по той же технологической схеме укладки нижнего слоя, однако дополнительно необходимо учесть, что:

- укладку асфальтобетонной смеси верхнего слоя по нижнему производить только после его остывания до 50 °С при температуре наружного воздуха 10 °С и после остывания до 20 - 30 °С при температуре выше 10 °С;

- в случае длительного перерыва между укладкой нижнего и верхнего слоя, при открытом нижнем слое, необходимо перед устройством верхнего слоя поверхность нижнего очистить от пыли и грязи и обработать битумной эмульсией;

- количество проходов катка при уплотнении верхнего слоя должно быть 20 - 25;

- не разрешается остановка катков во время уплотнения верхнего слоя;

- при температуре воздуха ниже 0 °С запрещается производить работы, связанные с устройством верхнего слоя двухслойного покрытия.

6.5 Расчет МДО

Для расчёта МДО принимаем параметры автомобильной дороги:

- длина дороги – 2000 м;

- ширина покрытия – 6 м;

- средняя дальность транспортировки с АБЗ – 10 км;

- среднее расстояние вывозки строительного мусора – 10 км.

Производительность строительной техники определим по формуле:

$$П_{СМ} = \frac{T_{СМ} \times E}{H_{ВР}} \quad (6.1)$$

где $T_{СМ}$ – число часов работы машины в смены, 8 часов;

E – измеритель, единица объёма работ;

$H_{ВР}$ – техническая норма времени работы машины на измеритель объёма работ.

Производительность при транспортировке материалов определим по формуле:

$$П_{СМ} = \frac{T_{СМ} \times k_n \times q \times k_г \times k_в}{2\frac{l_{ср}}{V_{ср}} + t_{пр}} \quad (6.2)$$

где k_n – коэффициент использования пробега;

q – грузоподъёмность автомобиля, т;

$k_г$ – коэффициент использования грузоподъёмности;

$k_В$ – коэффициент использования времени;

$l_{ср}$ – среднее расстояние транспортировки груза, км;

$V_{ср}$ – среднетехническая скорость движения автомобиля, км/ч;

$t_{пр}$ – простой автомобиля под погрузкой и разгрузкой, ч.

Длину захватки определим по формуле:

$$l_{зах} = \frac{П_{ВМ}}{q_{ПМ}} \quad (6.3)$$

где $П_{ВМ}$ – производительность ведущей машины;

$q_{ПМ}$ – объём работ на 1 м.

6.5.1 Устройство слоёв износа с применением БМО

Захватка 1.

Операция 1. Очистка поверхности (ЕНиР 20-2-26) КДМ-130:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 100}{0{,}03} = 26666\ м^2$$

Операция 2. Подгрунтовка основания битумом (ЕниР 17-5) ДС-39:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 1}{0{,}38} = 21\ т$$

Операция 3. Транспортировка БМО Камаз 5511:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 0{,}5 \times 14 \times 0{,}9 \times 0{,}9}{2\frac{10}{40} + 0{,}25} = 60\ т$$

Операция 4. Укладка БМО (ЕниР 17-6) ДС-126А:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 100}{1{,}36} = 588\ м^2$$

Операция 5. Подкатка БМО (ЕНиР 17-7) каток 8т:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 100}{0,2} = 4000 \text{ м}^2$$

Операция 6. Уплотнение слоя тяжёлым катком (ЕНиР 17-7) каток 24т:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 100}{0,14} = 571 \text{ м}^2$$

Определим длину захватки, за ведущую машину принимаем асфальтоукладчик ДС-126А:

$$l_{зах} = \frac{П_{ВМ}}{q_{ПМ}} = \frac{588}{6} = 98 \text{ м}$$

Расчет МДО для устройства слоя из БМО представлен в таблице 6.5.1.

Таблица 6.5.1 – расчет МДО для устройства слоя из БМО

Источник обоснования	Наименование технологических операций	Единица измерения	Состав звена	Объём работ	Производительность техники	Потребное количество	
						Машино-смен	Машин
ЕНиР 20-2-26	Очистка поверхности	$м^2$	Маш. 5 разр - 1	588	26666	0,02	1
ЕНиР 17-5	Подгрунтовка основания битумом	т	Маш. 5 разр – 1, помошник машиниста 4 р - 1	0,17	21	0,01	1
Расчёт	Транспортировка БМО	т	Водитель - 1	28,8	60	0,48	1
ЕниР 17-6	Укладка БМО	$м^2$	Маш. 6 р – 1, асфальтобетонщики 5р-1, 4р-1, 3р-3, 2р-1, 1р-1	588	588	1	1
ЕНиР 17-7	Подкатка БМО	$м^2$	Маш. 5 разр - 1	588	4000	0,15	1
ЕНиР 17-7	Уплотнение слоя тяжёлым катком	$м^2$	Маш. 6 разр - 1	588	5714	0,10	1

По результатам полученных расчётов строим технологическую схему потока (Лист 1).

Ввиду небольшой длины захватки для производства работ выбираем асфальтоукладчик ДС-126А с производительностью до 130 т и объёмом бункера 7 т.

Согласно расчётам на устройство двухслойного покрытия из асфальтобетона потребуется 21 смена. Общее количество рабочих, водителей и машинистов – 13 человек.

6.5.2 Восстановление покрытий с использованием ЩМА

Захватка 1.

Операция 1. Срезка слоя асфальтобетонных покрытий методом холодного фрезерования при ширине барабаны фрезы 1000 мм толщиной слоя до 5 см (ГЭСН 27-03-09-5):

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 100}{1{,}30} = 615\ м^2$$

Операция 2. Вывоз строительного мусора Камаз 5511:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 0{,}5 \times 14 \times 0{,}9 \times 0{,}9}{2\frac{10}{40} + 0{,}25} = 60\ т$$

Операция 3. Очистка поверхности (ЕНиР 20-2-26) КДМ-130:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 100}{0{,}03} = 26666\ м^2$$

Захватка 2

Операция 4. Подгрунтовка основания битумом (ЕниР 17-5) ДС-39:

$$П_{см} = \frac{8 \times 1}{0{,}38} = 21\ т$$

Операция 5. Транспортировка ЩМА Камаз 5511:

$$П_{см} = \frac{8 \times 0{,}5 \times 14 \times 0{,}9 \times 0{,}9}{2\frac{10}{40} + 0{,}25} = 60\ т$$

Операция 6. Укладка ЩМА (ЕниР 17-6) ДС-126А:

$$П_{см} = \frac{8 \times 100}{1{,}36} = 588\ м^2$$

Операция 7. Подкатка ЩМА (ЕНиР 17-7) каток 6т:

$$П_{см} = \frac{8 \times 100}{0{,}31} = 2580\ м^2$$

Операция 8. Уплотнение слоя катком (ЕНиР 17-7) каток 16т:

$$П_{см} = \frac{8 \times 100}{1{,}00} = 800\ м^2$$

Операция 9. Уплотнение слоя тяжёлым катком (ЕНиР 17-7) каток 24т:

$$П_{см} = \frac{8 \times 100}{0{,}72} = 1111\ м^2$$

Определим длину захватки, за ведущую машину принимаем асфальтоукладчик ДС-126А:

$$l_{зах} = \frac{П_{ВМ}}{q_{ПМ}} = \frac{588}{6} = 98 \text{ м}$$

Расчет МДО для устройства слоя из ЩМА представлен в таблице 6.5.2.

Таблица 6.5.2 – расчет МДО для устройства слоя из ЩМА

Источник обоснования	Наименование технологических операций	Единица измерения	Состав звена	Объём работ	Производительность техники	Потребное количество	
						Машино-смен	Машин
ГЭСН 27-03-09-5	Срезка слоя асфальтобетонных покрытий	$м^2$	Маш. 6 разр - 1	588	615	0,96	1
расчёт	Вывоз строительного мусора	т	Водитель - 1	72,1	60	1,20	2
ЕНиР 20-2-26	Очистка поверхности	$м^2$	Маш. 5 разр - 1	588	26666	0,02	1
ЕНиР 17-5	Подгрунтовка основания битумом	т	Маш. 5 разр – 1, помошник машиниста 4 р - 1	0,17	21	0,01	1
расчёт	Транспортировка ЩМА	т	Водитель - 1	72,03	60	1,20	2
ЕниР 17-6	Укладка ЩМА	$м^2$	Маш. 6 р – 1, асфальтобетонщики 5р-1, 4р-1, 3р-3, 2р-1, 1р-1	588	588	1	1
ЕНиР 17-7	Подкатка ЩМА	$м^2$	Маш. 5 разр - 1	588	2580	0,28	1
ЕНиР 17-7	Уплотнение слоя катком	$м^2$	Маш. 5 разр - 1	588	800	0,74	1
ЕНиР 17-7	Уплотнение слоя тяжёлым катком	$м^2$	Маш. 6 разр - 1	588	1111	0,53	1

По результатам расчётов строим технологическую схему потока.

Ввиду небольшой длины захватки для производства работ выбираем асфальтоукладчик ДС-126А с производительностью до 130 т и объёмом бункера 7 т.

Согласно расчётам на устройство двухслойного покрытия из асфальтобетона потребуется 21 смена. Общее количество рабочих, водителей и машинистов – 19 человек.

6.5.3 Устройство нового двухслойного покрытия из асфальтобетона

Захватка 1.

Операция 1. Срезка слоя асфальтобетонных покрытий методом холодного фрезерования при ширине барабаны фрезы 2000 мм толщиной слоя до 15 см (ГЭСН 27-03-09-5):

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 100}{1{,}14} = 701\ м^2$$

Операция 2. Вывоз строительного мусора Камаз 5511:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 0{,}5 \times 14 \times 0{,}9 \times 0{,}9}{2\frac{10}{40} + 0{,}25} = 60\ т$$

Операция 3. Уплотнение слоя основания (ЕНиР 17-3) каток 16т:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 100}{1{,}1} = 727\ м^2$$

Захватка 2.

Операция 4. Подгрунтовка основания битумом (ЕниР 17-5) ДС-39:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 1}{0{,}38} = 21\ т$$

Операция 5. Транспортировка асфальтобетона Камаз 5511:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 0{,}5 \times 14 \times 0{,}9 \times 0{,}9}{2\frac{10}{40} + 0{,}25} = 60 \text{ т}$$

Операция 6. Укладка асфальтобетона (ЕниР 17-6) ДС-126А:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 100}{1{,}36} = 588 \text{ м}^2$$

Операция 7. Подкатка асфальтобетона (ЕНиР 17-7) каток 6т:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 100}{0{,}25} = 3200 \text{ м}^2$$

Операция 8. Уплотнение слоя катком (ЕНиР 17-7) каток 16т:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 100}{0{,}86} = 930 \text{ м}^2$$

Операция 9. Уплотнение слоя тяжёлым катком (ЕНиР 17-7) каток 24т:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 100}{0{,}61} = 1311 \text{ м}^2$$

Захватка 3

Операция 10. Очистка поверхности (ЕНиР 20-2-26) КДМ-130:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 100}{0{,}03} = 26666 \text{ м}^2$$

Операция 11. Подгрунтовка битумом (ЕниР 17-5) ДС-39:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 1}{0{,}38} = 21\ т$$

Операция 12. Транспортировка асфальтобетона Камаз 5511:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 0{,}5 \times 14 \times 0{,}9 \times 0{,}9}{2\frac{10}{40} + 0{,}25} = 60\ т$$

Операция 13. Укладка асфальтобетона (ЕниР 17-6) ДС-126А:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 100}{1{,}36} = 588\ м^2$$

Операция 14. Подкатка асфальтобетона (ЕНиР 17-7) каток 6т:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 100}{0{,}31} = 2580\ м^2$$

Операция 15. Уплотнение слоя катком (ЕНиР 17-7) каток 16т:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 100}{1{,}00} = 800\ м^2$$

Операция 16. Уплотнение слоя тяжёлым катком (ЕНиР 17-7) каток 24т:

$$П_{СМ} = \frac{8 \times 100}{0{,}72} = 1111\ м^2$$

Расчет МДО для устройства нового двухслойного покрытия из асфальтобетона представлен в таблице 6.5.3.

Таблица 6.5.3 – расчет МДО для устройства нового двухслойного покрытия из асфальтобетона

Источник обоснования	Наименование технологических операций	Единица измерения	Состав звена	Объём работ	Производительность техники	Потребное количество	
						Машино-смен	Машин
ГЭСН 27-03-09-5	Срезка слоя асфальтобетонных покрытий	$м^2$	Маш. 6 разр - 1	588	701	0,84	1
расчёт	Вывоз строительного мусора	т	Водитель - 1	173	60	2,83	3
ЕНиР 17-3	Уплотнение слоя основания	$м^2$	Маш. 6 разр - 1	588	727	0,81	1
ЕНиР 17-5	Подгрунтовка основания битумом	т	Маш. 5 разр – 1, помошник машиниста 4 р - 1	0,41	21	0,02	1
расчёт	Транспортировка асфальтобетона	т	Водитель - 1	86,4	60	1,44	2
ЕниР 17-6	Укладка асфальтобетона	$м^2$	Маш. 6 р – 1, асфальтобетонщики 5р-1, 4р-1, 3р-3, 2р-1, 1р-1	588	588	1	1
ЕНиР 17-7	Подкатка асфальтобетона	$м^2$	Маш. 5 разр - 1	588	3200	0,18	1
ЕНиР 17-7	Уплотнение слоя катком	$м^2$	Маш. 5 разр - 1	588	930	0,63	1
ЕНиР 17-7	Уплотнение слоя тяжёлым катком	$м^2$	Маш. 6 разр - 1	588	1311	0,45	1
ЕНиР 20-2-26	Очистка поверхности	$м^2$	Маш. 5 разр - 1	588	26666	0,02	1
ЕНиР 17-5	Подгрунтовка битумом	т	Маш. 5 разр – 1, помошник машиниста 4 р - 1	0,17	21	0,01	1
расчёт	Транспортировка асфальтобетона	т	Водитель - 1	72,06	60	1,20	2
ЕниР 17-6	Укладка асфальтобетона	$м^2$	Маш. 6 р – 1, асфальтобетонщики 5р-1, 4р-1, 3р-3, 2р-1, 1р-1	588	588	1	1
ЕНиР 17-7	Подкатка асфальтобетона	$м^2$	Маш. 5 разр - 1	588	2580	0,28	1
ЕНиР 17-7	Уплотнение слоя катком	$м^2$	Маш. 5 разр - 1	588	800	0,74	1
ЕНиР 17-7	Уплотнение тяжёлым катком	$м^2$	Маш. 6 разр - 1	588	1111	0,53	1

Определим длину захватки, за ведущую машину принимаем асфальтоукладчик ДС-126А:

$$l_{зах} = \frac{П_{ВМ}}{q_{ПМ}} = \frac{588}{6} = 98 \text{ м}$$

По результатам расчётов строим технологическую схему потока.

Ввиду небольшой длины захватки для производства работ выбираем асфальтоукладчик ДС-126А с производительностью до 130 т и объёмом бункера 7 т.

Согласно расчётам на устройство двухслойного покрытия из асфальтобетона потребуется 21 смена. Общее количество рабочих, водителей и машинистов – 36 человек.

6.6 Организация безопасности движения при производстве работ

Организация движения осуществляется согласно схеме 6.

Согласно схемы пропуск транспортных средств осуществляется по полосе встречного движения и обочине.

Для организации движения требуется следующее количество знаков:

1.25 – 4 шт,

3.20 – 4 шт,

3.24 – 4 шт,

3.31 – 2 шт,

4.2.1 – 2 шт,

4.2.2 – 1 шт,

8.2.1 – 2 шт.

Также для организации движения понадобятся защитные блоки с фонарями в количестве 34 шт и пластина дорожная 170 шт (устанавливаются через 3 м).

Длину отгона 150 м принимаем для скорости 80 км/час и при ширине перекрываемой полосы – 3 м.

Величина буферной зоны – 15 м.

Организация движения на время ремонта представлена на схеме 6.

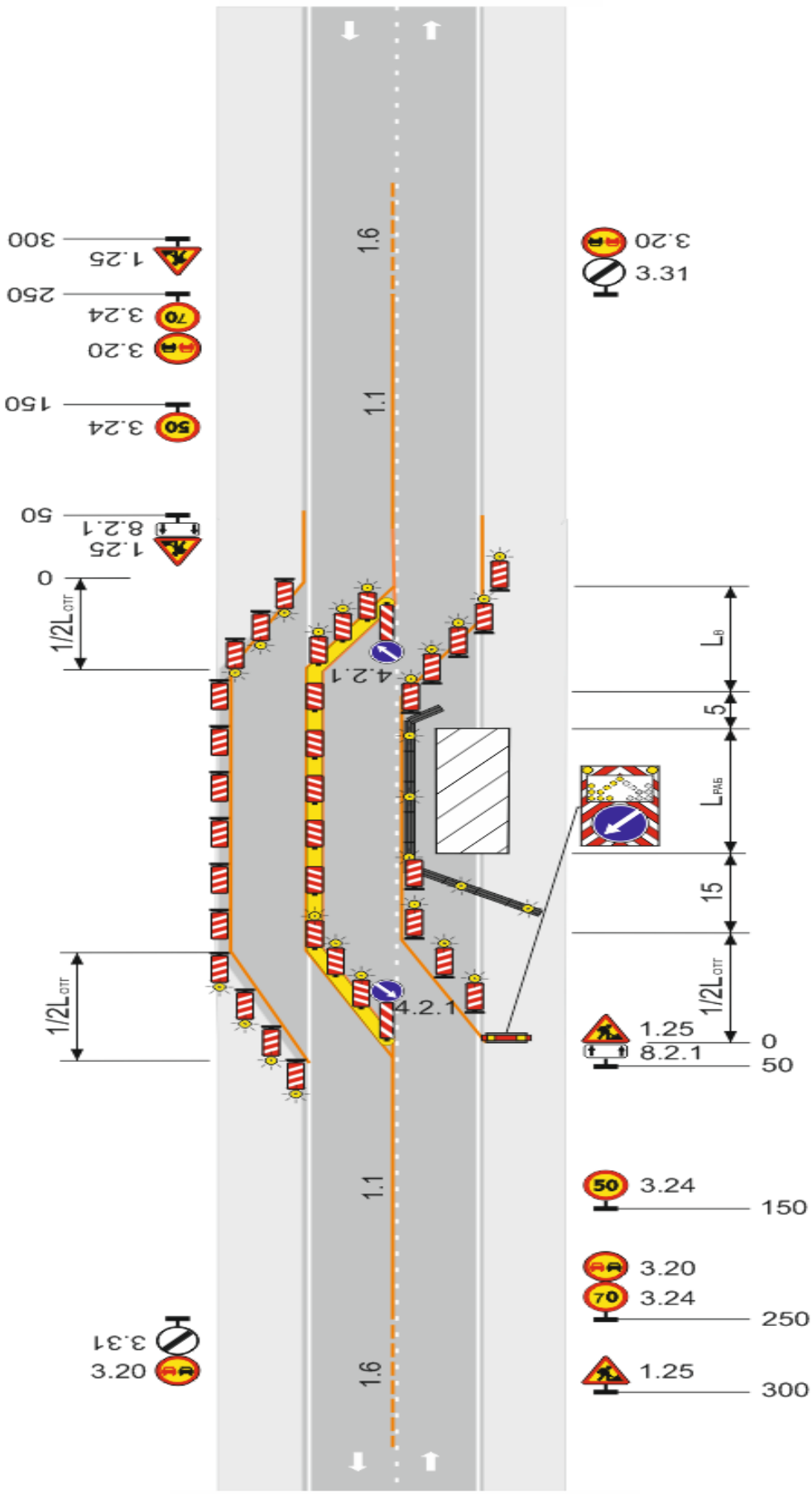


Схема 6. Организация движения на время ремонта

7 Новейшие разработки в области ремонта покрытий

Ученые работают над созданием новых технологий ремонта дорожного покрытия. Интересное решение предложил специалист по микромеханике из Нидерландов Эрик Шланген (Erik Schlangen). Вместе с группой единомышленников из университета города Делфт он разработал технологию самовосстанавливающегося асфальта, содержащего металлическую стружку. При нагревании поврежденного участка дорожного покрытия микроволновым излучением стружка расплавляет битум и асфальт снова ”склеивается”.

Предполагается, что специальный аппарат будет двигаться по асфальту и прогревать поврежденные участки. Добавление металлических стружек позволит продлить срок службы дорожного покрытия почти в 2 раза. Первые тесты уже прошли на голландских дорогах. Представители местных властей утверждают, что новая технология ремонта дорожного покрытия позволит ежегодно экономить более €90 млн.

Эрик Шланген принял также участие в разработке аналогичного решения для бетонных дорог. Совместно с группой ученых из Университета штата Иллинойс он предложил использовать споры покоящихся бактерий, которые позволяют сделать бетон более устойчивым к воздействию воды и увеличить его прочность.

Добавление спор в бетон осуществляется на этапе производства смеси. Бактерии будут ”дремать” в бетоне, пока не образуются трещины, через которые внутрь начнет поступать вода. Влага оживит споры, и те начнут вырабатывать кальцит, выполняющий функции био-цемента.

Струйно-инъекционная холодная технология заделки выбоин на дорожных покрытиях с помощью битумной эмульсии является сейчас одной из наиболее передовых и прогрессивных, несмотря на то, что в некоторых странах Европы и в Америке ее применяют давно и успешно. Суть технологии в том,

что все необходимые операции выполняют рабочим органом одной машины (установки) самоходного или прицепного типа.

Подготовка выбоины к ремонту сводится фактически только к тщательной ее очистке от пыли, мусора и влаги путем продувки высокоскоростной струей воздуха, промывке и обработке поверхности выбоины битумной эмульсией. Операции обрезки, разлома или фрезерования асфальтобетона вокруг выбоины в этой технологии можно не проводить.

При заделке выбоины ее заполняют мелким щебнем, смешанным с битумной эмульсией. За счет вовлечения и подачи щебня воздушной струей его укладка в выбоину происходит с высокой скоростью, что обеспечивает хорошее уплотнение, практически исключающее необходимость дополнительного использования виброплит и виброкатков. Подобные агрегаты и машины предусматривают выход ремонтера-машиниста из кабины транспортного средства для выполнения ямочного ремонта сзади автомобиля или прицепа.

8 Деталь проекта

В качестве детали проекта рассмотрен вопрос устройства слоёв износа из битумоминеральных открытых смесей (БМО). Своевременное устройство слоёв износа позволяет отсрочить время планового ремонта покрытия автомобильной дороги, улучшает сцепные качества покрытия автомобильной дороги, создаёт предпосылки для рационального использования ресурсов, предназначенных для содержания автомобильных дорог. Данные рассмотрены на основании ТУ 218 РСФСР 601-88 «Смеси битумоминеральные открытые для устройства макрошероховатых слоев дорожных покрытий», а также для Красноярского региона СТО 02-2011 «Устройство шероховатых покрытий и слоев износа из битумоминеральных открытых смесей».

8.1 Требование к материалам

Для приготовления БМО смесей применяют:

- битумы БНД 100/130 и БНД 130/200, отвечающие требованиям ГОСТ 33133-2014, а также полимерно-битумные вяжущие по технической документации, согласованной в установленном порядке;
- щебень из плотных горных пород и щебень из гравия по ГОСТ 8267. Марка щебня по прочности – не ниже 800; по истираемости – не ниже И-I; по морозостойкости – не ниже F 50. Максимальная крупность щебня не должна превышать 20мм;
- песок по ГОСТ 8736. Необходимо отдавать предпочтение дробленым пескам и отсевам продуктов дробления горных пород (не ниже марки 800)
- минеральный порошок по ГОСТ 9128

8.2 Проектирование состава

- устанавливают необходимый тип смеси по условиям движения (таблица 8.2.2) и соотношение минеральных составляющих исходя из зернового состава щебня, песка и минерального порошка;

- рассчитывают гранулометрический состав смеси о оценивают его соответствие требованиям настоящего стандарта (таблица 8.2.3);

- из минерального материала в соотношениях, определенных при подборе гранулометрического состава, готовят смесь для трех образцов с количеством битума на 0,2-0,5% меньше нижнего предела, указанного в таблице 8.2.3;

- на пробных образцах определяют среднюю плотность уплотненной БМО смеси и водонасыщение;

- если показатель водонасыщения не соответствует требованиям таблицы 8.2.1, то повторно готовят смесь с увеличенным количеством битума и вновь определяют водонасыщение и плотность;

- из смеси с рассчитанным оптимальным содержанием битума готовят 9 образцов и определяют свойства, предусмотренные в таблице 8.2.1;

- подбор считается законченным, если показатели свойств образцов удовлетворяют всем требованиям таблицы 8.2.1

Таблица 8.2.1 Физико-механические показатели БМО смеси

№	Свойства	Показатель для смесей	Методика определения
1	Водонасыщение под вакуумом, %объема, не более	7	ГОСТ 12801
2	Предел прочности при сжатии, Мпа (кгс/см^2), не менее, при температуре, ^{o}C 20 50	 2,0 (20,0) 0,7 (7,0)	ГОСТ 12801
3	Коэффициент длительной водостойкости при водонасыщении про прочности при сжатии, не менее	0,7	ГОСТ 12801
4	Сцепление битума с минеральной частью	Выдерживает	ГОСТ 12801
5	Уплотняемость, не менее	0,93	П 9.2

Таблица 8.2.2 Рекомендуемый тип смеси от условий движения

Показатель	легкие	затрудненные	опасные
Тип смеси Коэффициент сцепления	БМО 55/65 0,45	БМО 65/75 0,50	БМО 75/85 0,60

Таблица 8.2.3 Гранулометрические составы БМО смесей

Тип смеси	Содержание зерен минерального материала,%, мельче данного размера, мм										Примерный расход битума, % по весу (сверх 100%)
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	
БМО 55/65	95-100	75-100	55-100	35-45	23-37	16-29	11-23	10-20	9-15	6-10	5,0-6,0
БМО 65/75	95-100	70-100	47-100	25-35	16-29	11-23	8-18	6-13	5-10	5-8	4,5-5,5
БМО 75/85	95-100	65-100	41-100	15-25	10-21	8-16	7-13	6-10	4-8	2-6	4,0-5,0

8.3 Рекомендуемый тип смеси

Выбор марки БМО зависит от условий движения: чем условия движения более опасные, тем необходим выше коэффициент сцепления, соответственно тем больше щебня потребуется (таблица 8.2.2)

8.4 Технология укладки

1. Время приготовления БМО смесей с содержанием щебня более 65% по массе снижается на 10-15%;

2. Шероховатые покрытия и слои износа устраивают в сухую и теплую погоду при температуре воздуха не ниже $+5^0$С на тщательно очищенном от пыли и грязи сухом покрытии. На эксплуатируемых участках должен быть выполнен текущий ремонт;

3. Непосредственно перед укладкой БМО смесей на покрытие наносят подгрунтовку разжиженным вязким битумом марок БНД 100/130 или БНД 130/200 (0,3-0,5 л/м^2) или битумной эмульсией (0,5-0,8 л/м^2);

4. БМО смеси при устройстве слоев износа распределяют асфальтоукладчиками с выключенным уплотняющими органами;

5. Температура БМО смесей в асфальтоукладчике перед укладкой должна быть не ниже 140^{0}С;

6. Уплотнение БМО смесей при устройстве слоев износа производится только катками статического действия (или с выключенным вибратором). Уплотнение следует начинать сразу за асфальтоукладчиком. Количество проходов катков назначается в зависимости от толщины слоя, состава смеси и характеристик катков. Во всех случаях предпочтение следует отдавать пневмокаткам или гладковальцовым с обрезиненными вальцами; допускается при устройстве покрытий из БМО смесей использовать легкие или средние гладковальцовые катки совместно с более тяжелыми пневмокатками;

7. Уплотнение БМО смесей должно быть закончено при температуре смеси не ниже 90^{0}С;

8. Продольные и поперечные сопряжения следует уплотнять особенно тщательно, добиваясь в этих местах необходимой плотности и полной однородности структуры покрытия;

9. Ориентировочный расход БМО смеси при толщине слоя 2,5-3 см составляет 60-70 кг/м^2.

Технологическая схема потока на устройство слоев износа с применением БМО представлена на листе 1 графической части.

8.5 Применение БМО смесей и их преимущества

БМО смеси применяются для устройства тонких слоев износа преимущественно на склонах и подъемах, для повышения сцепных качеств и продления срока службы экономическим способом.

Рассмотрим преимущества устройства слоя износа из БМО смеси:

1. БМО смеси содержат повышенное количество щебня (55-85%), который создает жесткий каркас с высокими слоями шероховатости;

2. Посмотрев на таблицу сравнительная характеристика смесей на листе 4 графической части, можно убедиться в том, что БМО смеси самые дешевые;

3. Можно устраивать тонкие слои износа 3-5 см;

4. Увеличивается коэффициент сцепления;

5. Улучшается безопасность движения на опасных участках дороги;

6. Возможность устраивать слои в весенне-осенний период или в других условиях (в том числе на участках дорог с небольшой интенсивностью движения), когда поверхностная обработка не может сформироваться.

Заключение

В данной дипломной работе были рассмотрены вопросы ремонта покрытий автомобильных дорог в условиях Красноярского края.

Проведён обзор нормативно-технической литературы.

Приведена классификация работ по ремонту покрытий выполняемых при капитальном ремонте, ремонте и содержании автомобильных дорог.

Рассмотрены вопросы технологии ремонта покрытий и выбора ремонтных смесей.

Подробно рассмотрены наиболее часто применяемые технологии и процессы при ремонте покрытий, такие как: устройство слоёв износа, разрушение слоев дорожного покрытия, устранение колейности различной величины.

Представлены перспективные методы ремонта покрытий.

Список использованных источников

1. ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия.
2. ГОСТ 31015-2002 Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия.
3. ГОСТ Р 55419-2013 Материал композиционный на основе активного резинового порошка, модифицирующий асфальтобетонные смеси. Технические требования и методы испытаний.
4. ГОСТ Р 52129-2003 Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия.
5. ГОСТ 30491-2012 Смеси органоминеральные и грунты, укреплённые вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия.
6. ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний.
7. ГОСТ Р 55420-2013 Дороги автомобильные общего пользования. Эмульсии битумные дорожные катионные. Технические условия.
8. ГОСТ Р 52128-2003 Эмульсии битумные дорожные. Технические условия.
9. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с изменением №2)
10. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*
11. СП 78.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85
12. ОС-556-р Рекомендации по устранению колей на нежестких дорожных одеждах.

13. Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования

14. ВСН 38-90 Технические указания по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью.

Зерновой состав минеральной части

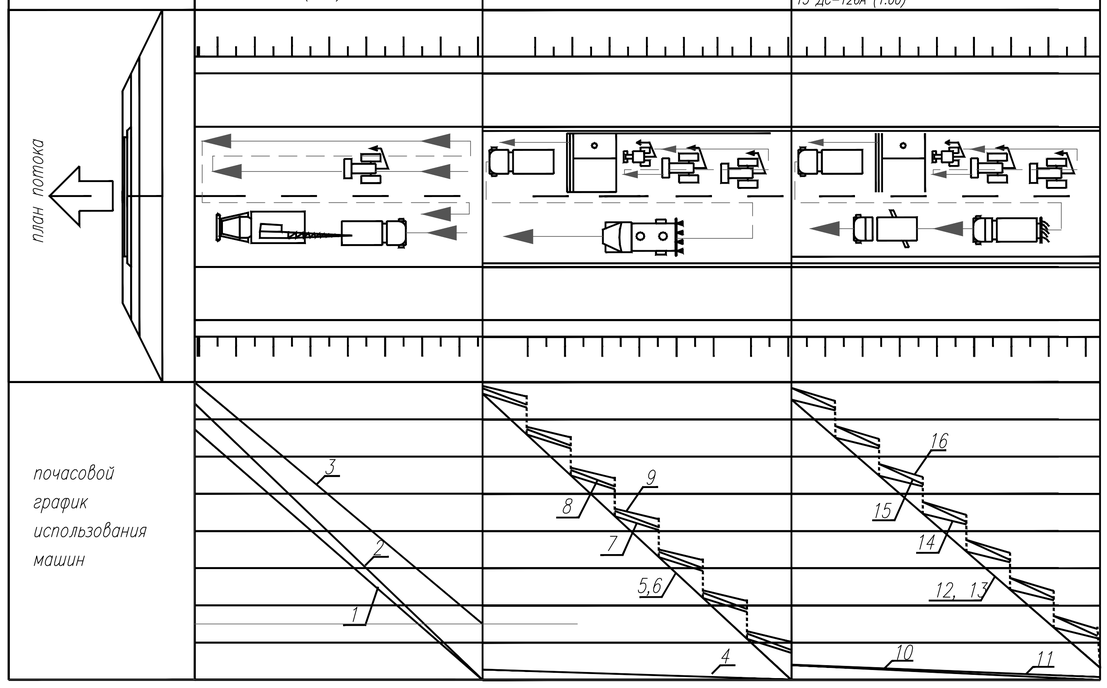
Вид смесей и а/б	Размеры зерен, мм, мельче									
	20	15	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.16	0.071
ЩМА-10	-	-	100-90	40-30	29-19	26-16	22-13	20-11	17-10	15-10
ЩМА- 15	-	100-90	60-40	35-25	28-18	25-15	22-12	20-10	16-9	14-9
ЩМА- 20	100-90	70-50	42-25	30-20	25-15	24-13	21-11	19-9	15-8	13-8
АБ тип А	90-100	66-90	56-70	48-62	40-50	28-38	14-20	10-16	6-12	4-10
АБ тип Б	90-100	76-90	68-80	60-72	50-60	28-37	20-28	14-22	10-16	6-12
БМО 55/65	95-100	75-100	55-100	35-45	23-37	16-29	11-23	10-20	9-15	6-10
БМО 65/75	95-100	70- 100	47-100	25-35	16-29	11-23	8-18	6-13	5-10	5-8
БМО 75/85	95-100	65-100	41-100	15-25	10-21	8-16	7-13	6-10	4-8	2-6

Сравнительная характеристика смесей

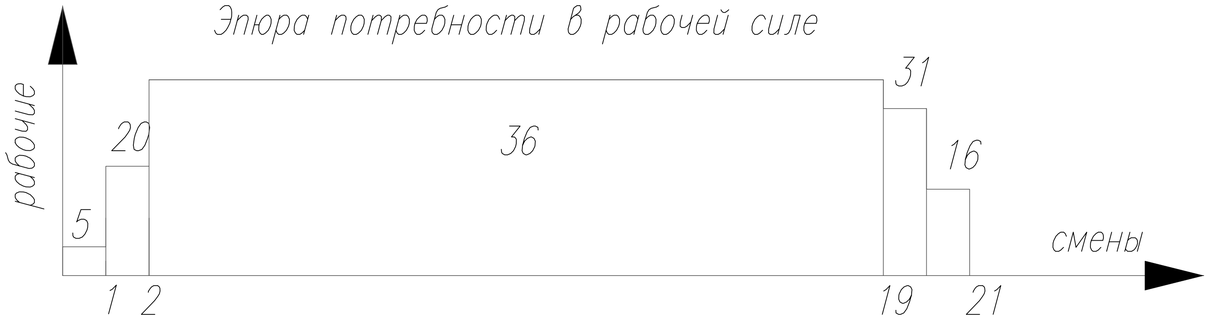
Вид смесей и асфальтобетонов	Срок службы, лет	Стоимость устройства, руб/м2	Удельные расходы, руб/год
Щебеночно-мастичный асфальтобетон -10	4	830	207,50
Щебеночно-мастичный асфальтобетон -15	5	850	170,00
Щебеночно-мастичный асфальтобетон -20	5	900	180,00
Асфальтобетон плотного типа тип А	4	720	180,00
Асфальтобетон плотного типа тип Б	4	700	175,00
БМО 55/65	2	290	145,00
БМО 65/75	2	320	160,00
БМО 75/85	2	330	165,00

Устройство нового двухслойного покрытия из асфальтобетона
Технологическая схема потока

захватки	1	2	3
длина захватки, м	98	98	98
операции	1–3	4–9	10–16
направление потока	←	←	
технологические процессы	1 Фрезерование существующего разрушенного покрытия 2 Вывоз строительного мусора 3 Уплотнение слоя основания	4 Подгрунтовка основания 5 Транспортировка асфальтобетона 6 Укладка асфальтобетона 7 Подкатка асфальтобетона 8 Уплотнение слоя катком 9 Уплотнение слоя тяжелым катком	10 Очистка поверхности 11 Подгрунтовка основания 12 Транспортировка асфальтобетона 13 Укладка асфальтобетона 14 Подкатка асфальтобетона 15 Уплотнение слоя катком 16 Уплотнение слоя тяжелым катком
исполнители	машинист 6 разряда – 2 Водители – 3	Водители – 2 Машинист 6 разряда – 2 Машинист 5 разряда – 3 Машинист 4 разряда – 1 Асфальтобетонщики 5 разряда – 1 4 разряда–1, 3 разряда – 3, 2 разряда – 1 1 разряда–1	Водители – 2 Машинист 6 разряда – 2 Машинист 5 разряда – 4 Машинист 4 разряда – 1 Асфальтобетонщики 5 разряда – 1 4 разряда–1, 3 разряда – 3, 2 разряда – 1 1 разряда–1
машины	1 Фреза (0.84) 2 КАМАЗ 5511 (0.94) – 3 шт 3 каток 16 т (0.81)	4 ДС–39 (0.02) 5 КАМАЗ 5511 (0.72)–2 6 ДС–126А (1.00) 7 каток 6 т (0.18) 8 каток 16 т (0.63) 9 каток 24 т (0.45)	10 КДМ–130 (0.02) 11 ДС–39 (0.01) 12 КАМАЗ 5511 (0.6) – 2 13 ДС–126А (1.00) 14 каток 6 т (0.28) 15 каток 16 т (0.74) 16 каток 24 т (0.53)



Эпюра потребности в рабочей силе



Зерновой состав минеральной части

Виды асфальтобетонов	Размеры зерен, мм, мельче									
	20	15	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.16	0.071
Плотные типов:	Непрерывные зерновые составы									
А	90-100	66-90	56-70	48-62	40-50	28-38	14-20	10-16	6-12	4-10
Б	90-100	76-90	68-80	60-72	50-60	28-37	20-28	14-22	10-16	6-12

Физико–механические показатели

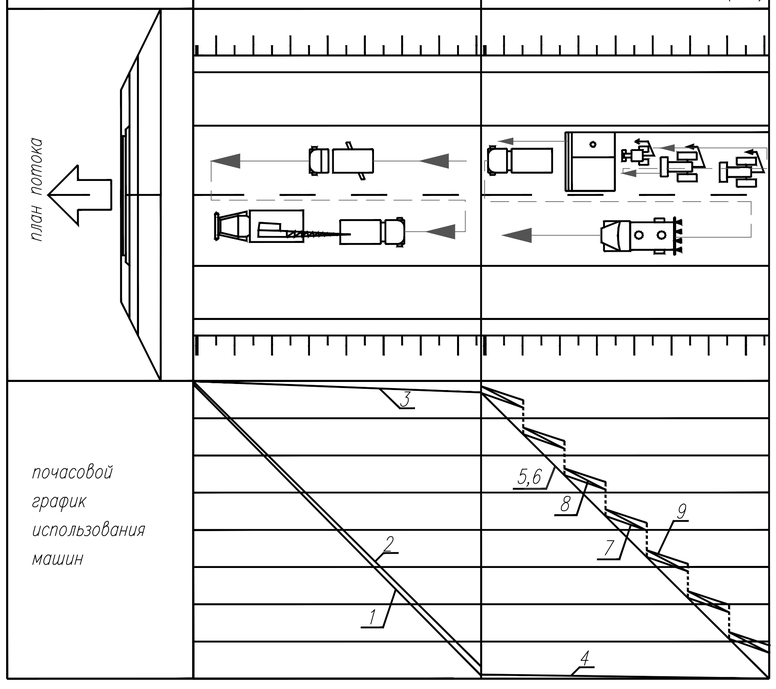
Наименование показателей	Значение для асфальтобетонов марки								
	I			II			III		
	Для дорожно-климатических зон								
	I	II, III	IV, V	I	II, III	IV, V	I	II, III	IV, V
Предел прочности на сжатие, МПа, при температуре, 50°С высокоплотных	1,0	1,1	1,2						
плотных А Б	 0,9 1,0	 1,0 1,2	 1,1 1,3	 0,8 0,9	 0,9 1,0	 1,0 1,2	 0,8	 0,9	 1,1
Предел прочности при сжатии, при температуре 20 °С для асфальтобетонов всех типов, МПа, не менее	2,5	2,5	2,5	2,2	2,2	2,2	2,0	2,0	2,0
Предел прочности при сжатии, при температуре 0 °С для асфальтобетонов всех типов, МПа, не более	9	11	13	10	12	13	10	12	13
Трещиностойкость по пределу прочности на растяжение при расколе при температуре 0 °С и скорости деформирования 50 мм/мин для асфальтобетонов всех типов, МПа: не менее не более	 3,0 5,5	 3,5 6,0	 4,0 6,5	 2,5 6,0	 3,0 6,5	 3,5 7,0	 2,0 6,5	 2,5 7,0	 3,0 7,5

						ВКР-08.03.01.00.15-2016			
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разработал		Гиренко А.Р				Подбор строительных материалов для осуществления ремонта покрытия автомобильных дорог	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Сабинин В.Л.					У	3	5
Утв.		Серватинский				Устройство нового двухслойного покрытия из горячего асфальтобетона	Кафедра АДиГС		
Норм.контр.		Федорова							

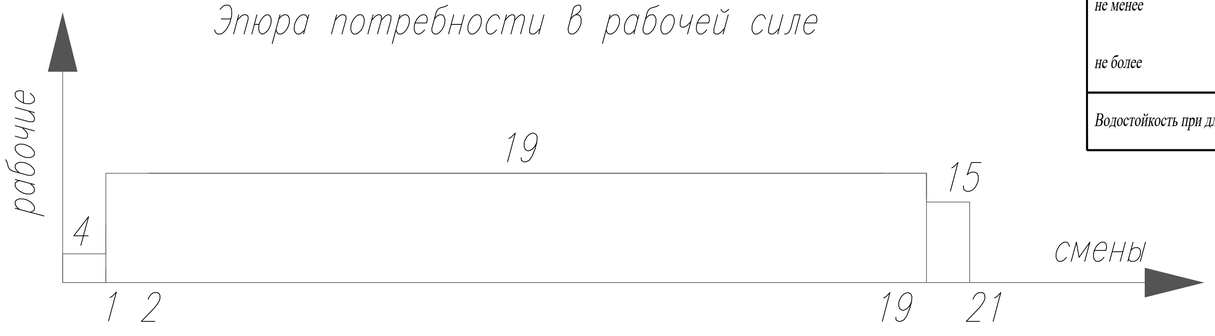
Восстановление покрытий с использованием ЩМА

Технологическая схема потока

захватки	1	2
длина захватки, м	98	98
операции	1–3	4–9
направление потока	←	
технологические процессы	1 Фрезерование существующего разрушенного покрытия 2 Вывоз строительного мусора 3 Очистка поверхности	4 Подгрунтовка основания 5 Транспортировка ЩМА 6 Укладка ЩМА 7 Подкатка ЩМА 8 Уплотнение слоя катком 9 Уплотнение слоя тяжелым катком
исполнители	машинист 6 разряда – 1 машинист 5 разряда – 1 Водители – 2	Водители – 2 Машинист 6 разряда–2 Машинист 5 разряда – 3 Машинист 4 разряда – 1 Асфальтобетонщики:1 разряда – 1 5 разряда – 1, 4 разряда – 1 3 разряда – 3, 2 разряда – 1
машины	1 Фреза (0.96) 2 КАМАЗ 5511 (0.6) –2 3 КДМ–130 (0.02)	4 ДС–39 (0.02) 5 КАМАЗ 5511 (0.6)–2 6 ДС–126А (1.00) 7 каток 6 т (0.28) 8 каток 16 т (0.74) 9 каток 24 т (0.53)



Эпюра потребности в рабочей силе



Зерновой состав минеральной части

Виды асфальтобетонов	Размеры зерен, мм, мельче									
	20	15	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.16	0.071
ЩМА-10	-	-	100-90	40-30	29-19	26-16	22-13	20-11	17-10	15-10
ЩМА-15	-	100-90	60-40	35-25	28-18	25-15	22-12	20-10	16-9	14-9
ЩМА-20	100-90	70-50	42-25	30-20	25-15	24-13	21-11	19-9	15-8	13-8

Физико–механические показатели

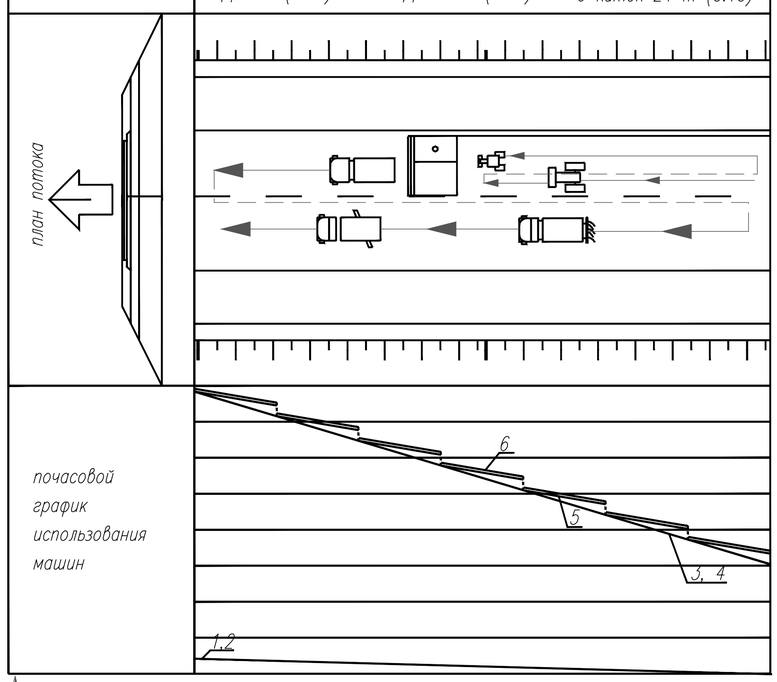
Наименование показателей	Значение показателя для дорожно-климатических зон		
	I	II, III	IV, V
Пористость минеральной части,%	От 15 до 19	От 15 до 19	От 15 до 19
Остаточная пористость,%	От 1,5 до 4,0	От 1,5 до 4,5	От 2,0 до 4,5
Водонасыщение,% по объему:образцов, отформованных из смесей вырубок и кернов готового покрытия, не более	От 1,0 до 3,5 3,0	От 1,0 до 4,0 3,5	От 1,5 до 4,0 4,0
Предел прочности при сжатии, МПа, не менее: при температуре 20^0 С при температуре 50^0 С	 2,0 0,6	 2,2 0,65	 2,5 0,7
Сдвигоустойчивость: коэффициент внутреннего трения, не менее сцепление при сдвиге при температуре 50 °С, МПа, не менее	 0,92 0,16	 0,93 0,18	 0,94 0,20
Трещиностойкость - предел прочности на растяжение при расколе при температуре 0 °С, МПа: не менее не более	 2.0 5.5	 2.5 6.0	 3.0 6.5
Водостойкость при длительном водонасыщении, не менее	0.90	0.85	0.75

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ВКР-08.03.01.00.15-2016			
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Разработал		Гиренко А.Р.				Подбор строительных материалов для осуществления ремонта покрытия автомобильных дорог	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Сабинин В.Л.					У	2	5
Утв.		Серватинский				Восстановление покрытий с использованием ЩМА	Кафедра АДиГС		
Норм.контр.		Федорова							

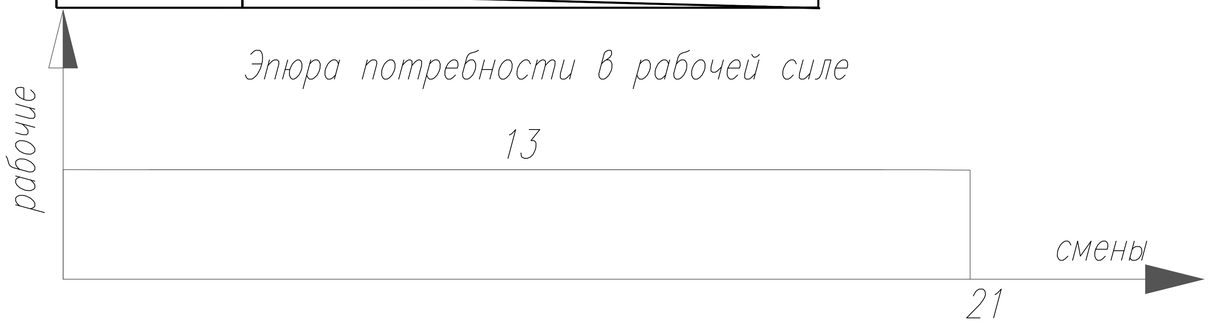
Устройство слоев износа с применением БМО

Технологическая схема потока

захватки	1
длина захватки, м	98
операции	1–6
направление потока	←
технологические процессы	1 Очистка поверхности покрытия 2 Подгрунтовка основания 3 Транспортировка БМО 4 Укладка БМО асфальтоукладчиком 5 Подкатка слоя легким катком 6 Уплотнение слоя тяжелым катком
исполнители	Водители – 1 Машинист 6 разряда –1 Машинист 5 разряда – 3 Машинист 4 разряда – 1 Асфальтобетонщики: 5 разряда – 1, 4 разряда – 1 3 разряда – 3, 2 разряда – 1 1 разряда – 1
машины	1 КДМ–130 (0.02) 2 ДС–39 (0.01) 3 КАМАЗ 5511–(0.48) 4 ДС–126А (1.00) 5 каток 8 т (0.15) 6 каток 24 т (0.10)



Эпюра потребности в рабочей силе



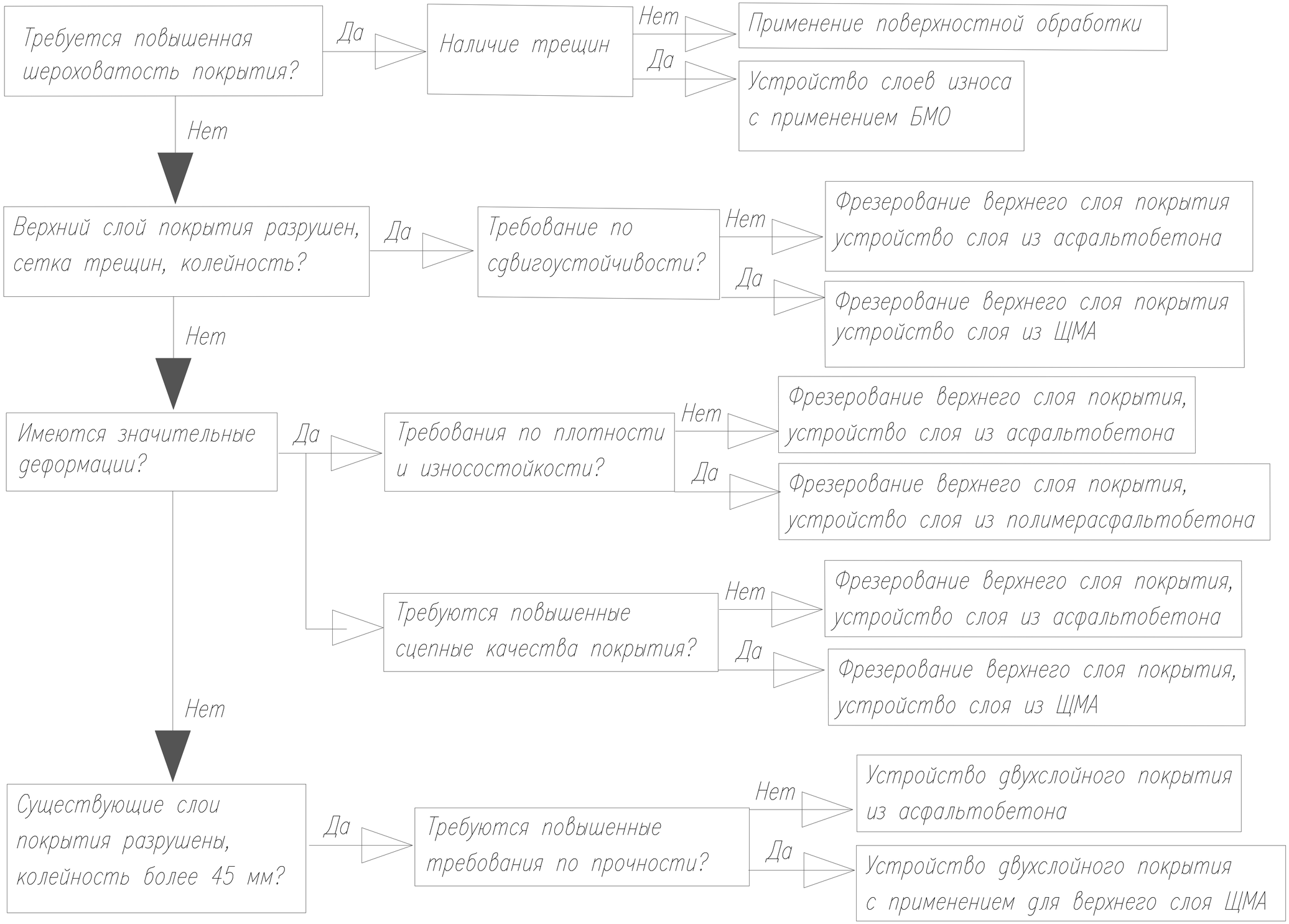
Зерновой состав минеральной части

Виды смесей	Размеры зерен, мм, мельче									
	20	15	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.16	0.071
БМО 55/65	95-100	75-100	55-100	35-45	23-37	16-29	11-23	10-20	9-15	6-10
БМО 65/75	95-100	70-100	47-100	25-35	16-29	11-23	8-18	6-13	5-10	5-8
БМО 75/85	95-100	65-100	41-100	15-25	10-21	8-16	7-13	6-10	4-8	2-6

Физико–механические показатели

Наименование показателей	ВП	СП	МП
Предел прочности на сжатие, МПа, при температурах, °С, не менее: 20 50	 2,4-2,0 0. 9-0,8	 2,2-1,8 0. 8-0,7	 2,0-1,8 -
Водонасыщение под вакуумом, % объема, не более	3	5	7
Набухание после 15 сут в воде после вакуума, % объема, не более	0,5	1,0	1,5
Коэф. водоустойчивости при длительном водонасыщении по прочности на растяжение при расколе, не менее	0,9	0,8	0,7
Коэф. длительной водостойкости при водонаыщении по прочности при сжатии, не менее	0,85-0,80	0,75-0,60	0,70-0,60
Сцепление битума с минеральной частью смеси	Выдерживает		

						ВКР-08.03.01.00.15-2016				
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					
Разработал		Гиренко А.Р.				Подбор строительных материалов для осуществления ремонта покрытия автомобильных дорог	Стадия	Лист	Листов	
Проверил		Сабинин В.Л.					У	1	5	
Утв.		Серватинский				Устройство слоев износа с применением БМО	Кафедра АДиГС			
Норм.контр.		Федорова								



Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ВКР-08.03.01.00.15-2016
Разработал		Гиренко А.Р.				Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт
Проверил		Сабинин В.Л.				Подбор строительных материалов для осуществления ремонта покрытия автомобильных дорог — Стадия: У; Лист: 5; Листов: 5
Утв.		Серватинский				Блок-схема Выбор ремонтной смеси — Кафедра АДиГС
Норм.контр.		Федорова				