

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Строительство и эксплуатация дорог»

А. Г. ЖУКОВЕЦ, Н. В. БАНДЮК

СОДЕРЖАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Учебно-методическое пособие
для выполнения курсового и дипломного проектирования

Гомель 2016

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Строительство и эксплуатация дорог»

А. Г. ЖУКОВЕЦ, Н. В. БАНДЮК

СОДЕРЖАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Одобрено методической комиссией заочного факультета
в качестве учебно-методического пособия
для выполнения курсового и дипломного проектирования*

Гомель 2016

УДК 625.7/.8 (075.8)
ББК 39.311
Ж 86

Рецензент – декан строительного факультета УО "БелГУТ",
к.т.н., доцент Д.И. Бочкарев

Жуковец, А. Г.

Ж86 Содержание и ремонт автомобильных дорог: уч.-метод. пособие для выполнения курсового и дипломного проектирования / А. Г. Жуковец, Н.В. Бандюк ; Минтрас. Респ. Беларусь, Беларусь. гос. ун-т трансп.– Гомель: БелГУТ, 2016. – 61 с

Рассмотрены основные принципы назначения ремонтных мероприятий, технология устройства защитных слоев по способу поверхностной обработки, назначении слоев усиления цементобетонных покрытий, безопасность производства работ и пр.

Предназначен для студентов заочного факультета специальности «Автомобильные дороги»

УДК 625.7/.8 (075.8)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 НАЗНАЧЕНИЕ РЕМОНТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ.....	6
1.1 Критерии назначения ремонтных мероприятий.....	6
1.2 Оценка прочности дорожной одежды.....	6
1.3 Определение дефектности дорожных покрытий.....	7
1.4 Оценка ровности дорожного покрытия.....	12
1.5 Оценка сцепных качеств дорожного покрытия.....	13
1.6 Планирование ремонтных мероприятий.....	14
1.7 Назначение ремонтных мероприятий с расчетом межремонтных сроков службы дорожной одежды.....	18
1.8 Назначение необходимых ремонтных мероприятий.....	22
2 ПРАВИЛА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ.....	25
2.2 Технология устройства поверхностной обработки.....	26
2.3 Расчет длины захватки и определение норм расхода материалов.....	30
2.4 Ремонт поверхностной обработки.....	34
3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМОГО РАЗМЕРА ЩЕБНЯ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ.....	39
4 РЕМОНТ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ.....	44
4.1 Общие сведения.....	44
4.2 Определения толщины защитного слоя.....	45
4.3 Определение толщины слоя усиления.....	48
4.4 Определение расчетного срока службы защитного слоя по условию образования отраженных трещин.....	48
5 РЕГЕНЕРАЦИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД.....	50
5.1 Технология холодного фрезерования.....	50
5.2 Технология горячего фрезерования.....	52
6 ОГРАЖДЕНИЕ МЕСТ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ И ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ.....	54
6.1 Общие положения.....	54
6.2 Общие требования к установке ТСОДД в местах производства дорожных работ.....	56
6.3 Особенности установки ТСОДД в местах производства дорожных работ на улицах населенных пунктов.....	58
ЛИТЕРАТУРА.....	60

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильные дороги – это комплекс сложных и дорогостоящих инженерных сооружений, без которых не может работать автотранспорт, перевозящий около 80% грузов страны. Транспортная сеть влияет на размещение производственных сил, освоение новых районов и способствует повышению эффективного использования местных ресурсов.

От сложности дорожной сети и ее качества зависит эффективность использования автомобильного транспорта и безопасность дорожного движения.

В Республике Беларусь вопросам развития дорожно-строительного комплекса уделяется очень большое внимание. Характерны тенденции гармоничного взаимодействия автомобильного транспорта с другими видами транспорта и в первую очередь с железнодорожным, речным и воздушным.

Эффективная эксплуатация дорог всецело зависит от их технических параметров и транспортно-эксплуатационного состояния. Технические параметры учитываются в проектах дорог, которые разрабатываются с учетом перспективной интенсивности движения, относительного положения населенных пунктов и других факторов. Транспортно-эксплуатационное состояние построенных дорог формируется и поддерживается средствами содержания и ремонта.

Одной из основных функций считается диагностика автомобильных дорог, которая следит за состоянием дорог и систематически определяет все основные критерии их качества. Только полные и достоверные данные о состоянии дорог могут служить основой для выбора оптимальных решений и своевременного назначения ремонтных мероприятий.

Для эффективной организации перевозок работники автомобильного транспорта и организаторы дорожного движения должны уметь оценивать дорожные условия и иметь необходимые знания о конструкции и работе в эксплуатации элементов дороги (земляного полотна, дорожных одежд, инженерных сооружений на дороге, средствах обеспечения безопасности движения, правилах эксплуатации дорог).

Основными транспортно-эксплуатационными показателями автомобильных дорог являются обеспеченная скорость и пропускная способность, уровень загрузки дороги, непрерывность и безопасность движения.

Данное методическое пособие позволит получить достаточные знания при проведении практических работ, предусмотренных учебным планом по специальности "Автомобильные дороги" специализации "Строительство автомобильных дорог и аэродромов» при подготовке инженерно-технических работников по дисциплине "Содержание и ремонт автомобильных дорог".

1 НАЗНАЧЕНИЕ РЕМОНТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

1.1 Критерии назначения ремонтных мероприятий

Назначение ремонтных мероприятий на автомобильных дорогах общего пользования производится на основании оценки фактического транспортно-эксплуатационного состояния (ТЭС) дорог. Оценка ТЭС АД и планирование ремонтных мероприятий осуществляется на основании материалов ежегодных сезонных осмотров.

Вид ремонтного мероприятия устанавливается по выявленным несоответствиям фактических значений следующих параметров:

- прочность дорожной одежды;
- дефектность дорожного покрытия;
- ровность дорожного покрытия;
- глубина колеи;
- коэффициент сцепления шины с поверхностью покрытия.

1.2 Оценка прочности дорожной одежды

Оценку прочности жестких дорожных одежд выполняют на основании данных измерения упругого прогиба конструкции: для дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием. При оценке прочности дорожных одежд расчетные нагрузки принимаются в соответствии с ТКП 45-3.03-19 [1].

Оценку прочности жестких дорожных одежд выполняют по коэффициенту прочности (K_{np}), который рассчитывается по формуле

$$K_{np} = \frac{E_p}{E_{TP}}, \quad (1.1)$$

где E_p – общий модуль упругости дорожной одежды, МПа;

E_{TP} – минимальный требуемый модуль упругости дорожной одежды, МПа.

Минимальный требуемый модуль для эксплуатируемых дорог принимается по ТКП 45-3.03-112 [2, таблице 6.10].

Прочность дорожной одежды по критерию упругого прогиба соответствует нормативным требованиям, если выполняется условие

$$K_{np}^{\phi} \geq K_{np}^{mp}, \quad (1.2)$$

где K_{ϕ} – фактический коэффициент прочности, рассчитывается по формуле (1.1);

K_{TP} – требуемый коэффициент прочности дорожной одежды, принимается по ТКП 45-3.03-112 [2, табл. 6.1– 6.4].

Коэффициенты надежности принимаются по таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Значение коэффициента надежности

Категория дороги	Коэффициент надежности
I-II	0,95
III	0,90
IV	0,85 (0,80)
V-VI	0,70
<i>Примечание – Коэффициент надежности, приведенный в скобках, относится к местным автомобильным дорогам</i>	

При невыполнении условий формулы (1.2) требуется усиление дорожной одежды. Толщину усиления дорожной одежды определяют расчетом в соответствии с ТКП 45-3.03-112 [2].

При расчете усиления конструкции дорожной в случае необходимости фрезерования учитывают снижение общего модуля упругости на толщину фрезерования.

1.3 Определение дефектности дорожных покрытий

Для получения данных о состоянии дорожного покрытия применяются автоматизированный и визуальный метод обследования с фиксацией вида дефекта и его объема.

При автоматизированном методе выполняется сканирование поверхности дорожного покрытия с последующей идентификацией дефектов. Скорость движения автомобиля при автоматизированном обследовании дефектов должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации оборудования.

При визуальном методе производится сбор дефектов из автомобиля, движущегося со скоростью, обеспечивающей достоверную оценку дефектов дорожного покрытия. Дефекты фиксируются путем введения вида и объема дефекта в бортовой компьютер с автоматизированной привязкой местоположения дефекта на дороге и видеосъемкой дорожного покрытия. Классификация дефектов покрытия при визуальной идентификации выполняется в соответствии с таблицей 1.2.

Таблица 1.2– Классификатор дефектов дорожного покрытия

Код	Название дефекта	Характеристика дефекта	$K_{Vi(j)}$	K_{Si}
1	2	3	4	5
1. Нежесткие дорожные одежды капитального и облегченного типа				
1.1	Трещина	Линейный дефект дорожного покрытия, выражающийся в нарушении его целостности, возникающий от действия погодно-климатических факторов или в результате нарушения технологии производства работ при устройстве дорожной одежды. Линейный дефект, м.	0,06	0,1

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5
1.2	Частые трещины 1 уровня	Соединяющиеся между собой трещины различного направления. Линейный дефект, м.	0,08	B
1.3	Частые трещины 2 уровня	Пересекающиеся между собой трещины различного направления, местами образующие ячейки с размерами сторон более 50 см. Линейный дефект, м.	0,10	B
1.4	Сетка трещин	Трещины образующие замкнутые ячейки явной выраженной формой сетки с преобладающими размерами сторон менее 50 см. Площадной дефект, м ²	0,10	-
1.5	Выбоины	Разрушения покрытия, имеющего углубления больше размера минерального заполнителя. Площадной дефект, м ² .	0,08	-
1.6	Колея до 15 мм включ.	Углубления продольного направления в полосе наката проезжей части глубиной 15мм, образовавшиеся под действием транспортных средств и погодноклиматических условий. Линейный дефект, м.	0,05	0,5
1.7	Колея св. 15мм до 30 мм включ.	Углубления продольного направления в полосе наката проезжей части глубиной от 15 мм до 30 мм, образовавшиеся под действием транспортных средств и погодноклиматических условий. Линейный дефект, м.	0,07	0,6
1.8	Колея более 30 мм	Углубления продольного направления в полосе наката проезжей части глубиной более 30 мм, образовавшиеся под действием транспортных средств и погодноклиматических условий. Линейный дефект, м	0,10	0,8
1.9	Заплаты	Восстановление покрытия на площади образовавшейся ямочности. Площадной дефект, м ²	0,05	-
1.10	Выкрашивание и шелушение	Поверхностное разрушение покрытия и отслаивание вяжущего вещества от минерального материала. Площадной дефект, м ²	0,04	-
1.11	Облом края покрытия	Разрушение кромки асфальтобетона под действием транспорта и погодноклиматических условий. Линейный дефект, м	0,06	0,25
1.12	Просадки	Искажение профиля, имеющего вид впадин с округлыми краями на небольшой площади покрытия. Площадной дефект, м ²	0,06	-

Окончание таблицы 1.1

1	2	3	4	5
1.13	Выпотевание вяжущего вещества	Выступление на поверхности покрытия вяжущего в результате нарушения технологии устройства защитных слоев. Площадной дефект, м ²	0,04	-
1.14	Деградация дорожного покрытия	Наличие на всей ширине полосы движения дефектов различного характера, занимающие площадь более 50 %. Состояние покрытия, при котором требуется проведение первоочередного ремонта. Линейный дефект, м.	0,11	<i>B</i>
2. Жесткие дорожные одежды				
2.1	Трещины	Потеря целостности цементобетонной плиты. Линейный дефект, м.	0,10	0,1
2.2	Трещины с разрушенным и краями	Наличие сколов и выкрашиваний по краям трещин в результате эксплуатации покрытия без ремонта. Линейный дефект, м.	0,12	0,2
2.3	Нарушение гидроизоляции швов	Неспособность швов задерживать проникновение влаги в результате разрушения гидроизоляции или её отсутствия. Линейный дефект, м.	0,08	0,1
2.4	Разрушение плит	Отсутствие единой поверхности плиты с образованием отдельных ее участков и наличием сколов, выбоин, трещин. Площадной дефект, м.	0,30	-
2.5	Износ и разрушение защитного слоя	Участки, на которых наблюдается разрушение защитного слоя, с оголением поверхности плит. Линейный дефект, м.	0,18	<i>B</i>
2.6	Выкрашивание и шелушение поверхности плиты	Участки, на которых наблюдается отрыв щебня с образованием коррозии поверхности плиты. Площадной дефект, м ² .	0,22	-
<i>Примечание – B – ширина дорожного покрытия, м.</i>				

В ходе обследования покрытия фиксируют имеющиеся на покрытии дефекты и их объемы в соответствии с классификатором дефектов, приведенном в таблице 1.2. Дополнительно измеряется глубина колеи с помощью 3-х метровой рейки по ГОСТ 30412.

При измерении колеиности профилометрическим методом глубина колеи рассчитывается по каждому участку длиной 10 м. Для оценки колеиности установлено три уровня колеи по величине ее глубины:

- 1 уровень – глубина колеи от 10 мм до 15 мм включительно;

- 2 уровень – глубина колеи свыше 15 мм до 30 мм включительно;
- 3 уровень – глубина колеи свыше 30 мм.

При оценке колеи на покрытии приводится общий объем колеи и её протяженность для каждого уровня.

Различают дефекты линейного и площадного характера, дефекты цементобетонного и асфальтобетонного покрытий. Линейные дефекты фиксируют в погонных метрах и приводят к площади с применением коэффициентов приведения (K_S). Для каждого дефекта установлен коэффициент весомости (K_V), устанавливающий влияние дефекта на состояние дорожного покрытия и вид ремонта. Коэффициенты приведения и весомости приведены в таблице 1.2.

Оценку состояния дорожного покрытия осуществляют по дефектной площади покрытия (ДП). Расчет дефектности дорожного покрытия выполняется для участков протяженностью не более 100 м. При расчете учитываются дефекты покрытия, приведенные в таблице 1.2, изображение которых приведено в ТКП 140 [3, приложение К].

Дефектность покрытия (ДП) определяется процентом дефектности от общей площади оцениваемого участка покрытия по формуле

$$ДП = 100 \cdot \frac{S}{S_1}, \quad (1.3)$$

где S – расчетная площадь дефектности участка, м²;

S_1 – площадь оцениваемого участка, м².

Площадь участка (S_1) определяется по формуле

$$S_1 = B \cdot L, \quad (1.4)$$

где B – ширина участка асфальтобетонного или цементобетонного покрытия занятая дефектом, м;

L – длина участка, м.

Площадь дефектности дорожного покрытия (S) определяется по формуле

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n L_i \cdot K_{Si} \cdot K_{Vi} + \sum_{j=1}^m S_j \cdot K_{Vj}}{K_{VCV}}, \quad (1.5)$$

где L_i – протяженность линейного i -го дефекта, м;

K_{Si} – коэффициент приведения к площади для i -го линейного дефекта, принимается по таблице 1.2;

K_{Vi} – коэффициент весомости i -го линейного дефекта, принимается по таблице 1.2;

S_j – площадь дефекта, м²;

K_{Vj} – коэффициент весомости j -го дефекта, принимается по таблице 1.2;

K_{VCV} – значение средневзвешенного коэффициента весомости из всего

наличия видов дефектов, оцениваемого участка, определяется по формуле;

$$K_{VCV} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i \cdot K_{Si} \cdot K_{Vi} + \sum_{j=1}^m S_j \cdot K_{Vj}}{\sum_{i=1}^n L_i \cdot K_{Si} + \sum_{j=1}^m S_j}, \quad (1.6)$$

m, n – количество линейных и площадных дефектов, зафиксированных на покрытии.

В зависимости от процента площади покрытия с дефектами, различают три уровня дефектности покрытия. Уровни дефектности приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Значения уровня дефектности покрытия в зависимости от процента площади покрытия с дефектами

Уровень дефектности	Категория дороги		
	I-II	III	IV-VI
ДП 1	От 5% до 10% включ.	От 10% до 15% включ.	От 15% до 20% включ.
ДП 2	Св.10% « 20% «	Св.15% « 25% «	Св.20% « 30% «
ДП 3	« 20%	« 25%	« 30%

Для оперативной и предварительной оценки состояния дорожного покрытия допускается применение визуального осмотра с характеристикой по баллам для каждого стометрового участка. При этом методе не устанавливаются числовые значения объемов дефектов, а устанавливается уровень дефектности. Характеристика состояния покрытия по баллам и соответствующий уровень дефектности приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Характеристика состояния покрытия по баллам

Характеристика состояния покрытия	Визуальная оценка в баллах	Уровень дефектности	Оценка эксплуатационного состояния
1	2	3	4
Дефекты на покрытии отсутствуют, или имеются отдельные одиночные трещины на расстоянии друг от друга более 40 метров.	5	–	5,4
На покрытии имеются незначительные дефекты, редкие не пересекающиеся между собой трещины на расстоянии от 20 до 40 метров, незначительная сегрегация.	4	ДП 1	5,4,3

Окончание таблицы 1.4

1	2	3	4
Наличие на покрытии дефектов: частые трещины I уровня, колейность глубиной до 15 мм, незначительные участки шелушения или частых трещин, ровность не вызывает дискомфорта при движении.	3	I-III кат – ДП 2 IV-V кат – ДП 1	4,3
Наличие на покрытии дефектов различного характера: значительный износ покрытия (выбоины, заплаты, шелушение) нарушены поперечные уклоны проезжей части, колейность глубиной до 30 мм, незначительные просадки, ощущаются неровности при движении автомобиля.	2	I-III кат – ДП 3 IV-V кат – ДП 2	3,2
Покрытие сильно изношено, имеются дефекты различного характера, нарушены поперечные уклоны, колейность глубиной более 30 мм, просадки, при движении ощущается дискомфорт.	1	ДП 3	3,2,1

В зависимости от уровня дефектности рекомендуемые ремонтные мероприятия приведены в таблице 1.4. При дефектности дорожного покрытия более 50 % состояние дорожного покрытия оценивается как критическое и требует проведения первоочередного ремонта.

1.4 Оценка ровности дорожного покрытия

Для оценки ровности дорожных покрытий рекомендуется применять профилометрический метод измерений в соответствии с СТБ 1566 [4].

Оценка продольной ровности покрытия проезжей части осуществляется по каждой полосе движения на участках длиной 100 метров по международному индексу ровности IRI (International Roughness Index). При детальной диагностике, с целью выявления наиболее неровных участков дорог и обоснованного принятия проектных решений, оценку продольной ровности рекомендуется выполнять не реже чем через 50 м.

Ровность покрытия при измерении профилометрическим методом соответствует нормативным требованиям для асфальтобетонных и цементобетонных покрытий, если выполняется условие

$$IRI_{\phi} \leq IRI_{\text{норм}}, \quad (1.7)$$

где IRI_{ϕ} – измеренное значение ровности покрытия, мм/м;
 $IRI_{\text{норм}}$ – требуемое значение ровности покрытия для эксплуатируемых дорог по таблице 1.5, мм/м.

Таблица 1.5 – Требуемые значения продольной ровности для эксплуатируемых автомобильных дорог

Категория автомобильной дороги	Значение ровности (IRI), мм/м
I	3,6
II	4,8
III	5,5
IV-VI	6,2

Требования к ровности покрытия по условиям безопасности установлены в СТБ 1291 [5], для участков дорог вводимых в эксплуатацию, при возведении и ремонте, установлены в ТКП 059 [6].

Для определения показателя продольной ровности с переходным и низшим типами дорожных одежд следует применять толчкоммеры типа ПКРС.

Измерения ровности покрытия с использованием 3-х метровой рейки проводится в соответствии ГОСТ 30412. Применение 3-х метровой рейки регламентировано в ТКП 059 [6].

Предельные значения по ровности, измеренной 3-х метровой рейкой и толчкоммером должны соответствовать СТБ 1291 [5].

1.5 Оценка сцепных качеств дорожного покрытия

Сцепные качества дорожных покрытий характеризуются коэффициентом сцепления и шероховатостью дорожного покрытия.

При измерении коэффициента сцепления применяется оборудование с полной или частичной блокировкой рабочего колеса, оснащенное системой увлажнения покрытия. Для стесненных условий, не позволяющих выполнять измерения передвижными лабораториями, и на участках с дефектностью 3 уровня допускается применять портативные приборы.

К стесненным условиям следует относить участки дорог, на которых невозможно обеспечить установленную нормами безопасную скорость движения транспортного средства при измерении коэффициента сцепления.

Значение коэффициента сцепления, измеренное различными методами, должно приводиться к стандартизированному методу.

Измерение коэффициента сцепления прибором ПКРС выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 30413.

Измерение портативными приборами выполняют в соответствии с требованиями СТБ 1566 [4].

Коэффициент сцепления на покрытии соответствует нормативным требованиям, если выполняется условие

$$K_{сч,ф} \geq K_{сч,норм}, \quad (1.8)$$

где $K_{сч,ф}$ – измеренное значение коэффициента сцепления с учетом

температурной поправки;
 $K_{сц,норм}$ – требуемое значение коэффициента сцепления для эксплуатируемых дорог, принимается по таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Требуемые значения коэффициента сцепления для эксплуатируемых автомобильных дорог

Категория автомобильной дороги	Коэффициента сцепления
I	0,45
II-III	0,42
IV – VI	0,40

Требования к коэффициенту сцепления на покрытии по условиям безопасности установлены в СТБ 1291 [5], для участков дорог вводимых в эксплуатацию, при возведении и ремонте, установлены в ТКП 45-3.03-19 [1].

Оценка шероховатости покрытия проезжей части характеризуется значением средней глубины впадин ($h_{ср}$) по методу «песчаное пятно». Предельно допустимые значения средней глубины впадин эксплуатируемых покрытий приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Предельно допустимые значения шероховатости для эксплуатируемых дорожных покрытий

Категория автомобильной дороги	Минимальное значение средней глубины впадин ($h_{ср}$), мм
I-II	0,45
III	0,43
IV	0,40
V-VI	0,35

При применении метода профилирования по СТБ 1566 оценка шероховатости выполняется камеральным способом для каждого десятиметрового участка дорожного покрытия, по результатам выполненных измерений установкой «Профилограф». На участках дорог с шероховатостью несоответствующей нормативным требованиям необходимо проводить измерения коэффициента сцепления.

1.6 Планирование ремонтных мероприятий

Определение полной потребности в ремонтах, исходя из доведения состояния дорог до нормативных требований, обеспечивает соответствие состояния дорог требованиям ТНПА.

Классификация и вид работ, выполняемых при капитальном и текущем ремонтах, устанавливается по ТКП 068 [7] и ТКП 069 [8].

Система назначения ремонтов представлена в виде матрицы (таблица 1.8) с указанием кодов ремонта, принятых из таблиц 1.9 – 1.10. Вид ремонтного мероприятия назначается по параметру несоответствия.

В случае наличия на участке 3 и более несоответствий одновременно ремонт назначается по следующей приоритетности показателя: прочность, дефектность 2 – 3 уровня, колея более 3 см, ровность, дефектность 1 уровня, сцепление (шероховатость).

Таблица 1.8 – Матрица ремонтных мероприятий

Наименование параметра несоответствия	Код ремонта с учетом параметров несоответствия				
	$K_{пр}$	ДП, %	IRI, м/км	$h_{кол}$, м	$K_{сц}$ ($h_{ср}$)
Коэффициент прочности ($K_{пр}$)	3	$\frac{3}{1}$	$\frac{2}{6}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{3}{7}$
Дефектность покрытия (ДП), 1 уровня	–	7,8	$\frac{5}{6}$	$\frac{10}{9}$	7
То же, 2-3 уровня	–	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{8}{7}$
Ровность покрытия (IRI)	–	–	6	$\frac{6}{9}$	$\frac{6}{7}$
Колейность на покрытии, ($h_{кол}$)	–	–	–	$\frac{10}{9}$	$\frac{7}{9}$
Коэффициент сцепления ($K_{сц}$) Шероховатость, $h_{ср}$	–	–	–	–	7
<i>Примечание</i> – В знаменателе указаны ремонты, назначенные как первоочередные по условиям безопасности движения					

Таблица 1.9 – Виды ремонтных мероприятий по капитальному ремонту

Код	Наименование ремонтных мероприятий по ТКП 068	Состав основных работ
1	2	3
1	Устранение неровностей с заменой нестабильных слоев покрытия методом фрезерования на всю ширину покрытия на дорогах I-IV категорий с уширением (без уширения) проезжей части	1. Фрезерование покрытия
		2. Устройство выравнивающего слоя
		3. Устройство слоя асфальтобетонного покрытия
2	Усиление дорожных одежд с исправлением продольных и поперечных неровностей с уширением (без уширения) проезжей части	1. Устранение дефектов покрытия
		2. Устройство выравнивающего слоя
		3. Устройство слоя асфальтобетонного покрытия
		1. Устранение дефектов покрытия
		2. Устройство выравнивающего слоя средней толщины 4 см
		3. Устройство слоя асфальтобетонного покрытия
4. Устройство слоя асфальтобетонного покрытия		

Окончание таблицы 1.9

1	2	3
4	Ликвидация колеи методом частичного фрезерования на ширину полосы наката с укладкой слоя (ев) сдвигоустойчивого асфальтобетона в колее и усиление дорожной одежды с уширением (без уширения) проезжей части	1. Фрезерование колеи в полосе наката
		2. Устройство слоя асфальтобетонного покрытия в колее
		3. Устранение дефектов покрытия
		4. Устройство слоя асфальтобетонного покрытия

Таблица 1.10 – Виды ремонтных мероприятий по текущему ремонту

Код	Наименование ремонтных мероприятий по ТКП 069	Состав основных работ
1	2	3
5	Устройство защитного слоя покрытия с фрезерованием	1. Фрезерование покрытия на глубину до 3,5 см
		2. Устройство холодной литой асфальтобетонной смеси
6	Восстановление ровности верхних слоев устройством выравнивающего слоя с устройством защитного слоя покрытия	1. Устранение дефектов покрытия
		2. Устройство выравнивающего слоя
		3. Устройство защитного слоя - тонкослойное асфальтобетонное покрытие на дорогах I-II категорий - одиночная поверхностная обработка на дорогах III-VI категорий
7	Устранение дефектов покрытий с устройством защитных слоев, восстановление сцепных качеств покрытия	1. Устранение дефектов покрытия
		2. Устройство защитного слоя - холодная литая асфальтобетонная смесь на дорогах I-II категорий - одиночная (двойная) поверхностная обработка на дорогах I-VI категории
8	Устранение дефектов покрытия устройством защитного тонкослойного асфальтобетонного покрытия с предварительным фрезерованием локальных участков	1. Фрезерование покрытия
		2. Устранение дефектов покрытия
9	Ликвидация колеи более 30 мм	3. Устройство защитного слоя толщиной 3,5 см из горячей а.б. смеси смеси типов Б,В,Г,С
		1. Ликвидация колеи более 30 мм - устройство в колее холодной литой смеси типа Б в 2 слоя на дорогах I-II категорий - устройство двойной поверхностной обработки в колее
		2. Устройство слоя из холодной литой смеси на всю ширину

Окончание таблицы 1.10

1	2	3
10	Ликвидация колеи до 30 мм	1. Ликвидация колеи - устройство слоя из холодной литой смеси дорогах I-II категорий в колее -устройство одиночной поверхностной обработки в колее
11	Устройство слоя (ев) покрытия с применением методов терморегенерации	1.Технология холодного ресайклинга - устройство двухслойного покрытия из регенерируемого материала на дорогах I-III категорий - устройство однослойного покрытия на дорогах IV-VI категорий
12	Устранение дефектов покрытия по мембранной технологии	1. Устранение дефектов покрытия 2. Устройство защитного слоя покрытия толщиной 3,5 см по мембранной технологии

Ремонтные мероприятия, направленные на восстановление ровности покрытий, путем устройства выравнивающих слоев, назначаются при несоответствии ровности на протяженности участка длиной более 20 %. Рекомендуемая толщина выравнивающего слоя в зависимости от начальной ровности покрытия принимается по таблице 1.12.

Таблица 1.12 – Рекомендуемая толщина выравнивающего слоя в зависимости от начальной ровности покрытия

Толщина выравнивающего слоя, см	Ожидаемая ровность покрытия после ремонта при средней ровности до ремонта (IRI), м/км					
	3	4	5	6	7	8
4	1,94	2,13	2,36	2,65	2,82	3,25
5	1,9	2,09	2,24	2,59	2,70	3,05
6	1,77	1,96	2,15	2,34	2,53	2,82
7	1,67	1,83	2,00	2,15	2,31	2,57
8	1,46	1,56	1,66	1,76	1,86	2,06
9	1,26	1,31	1,36	1,41	1,53	1,71
10	1,01	1,14	1,17	1,2	1,23	1,26

При разработке рекомендаций по усилению дорожной одежды и устройству конструктивных слоев необходимо учитывать требования ТКП 45-3.03-112 [2].

При разработке рекомендаций по устройству защитных слоев необходимо учитывать требования ТКП 094 [9].

Ремонтные мероприятия диагностики рекомендуется формировать по участкам протяженностью 100 м с последующим объединением соседних

участков. Окончательный вид ремонта на объединенном участке устанавливается по протяженности преимущественного несоответствия.

К первоочередным капитальным ремонтам следует относить участки дорог с ровностью, превышающей более чем в полтора раза нормативную ровность по международному индексу IRI.

1.7 Назначение ремонтных мероприятий с расчетом межремонтных сроков службы дорожной одежды

При долгосрочном планировании критерием разработки планов служит расчетный межремонтный срок службы дорожной одежды. Это период времени, на который выполняется расчет конструкций дорожных одежд, обеспечивающий их эксплуатацию с заданным уровнем надежности.

Уровень надежности – количественный показатель, определяемый отношением протяженности участков дороги с обеспеченными транспортно-эксплуатационными показателями к общей длине исследуемого участка.

Для определения сроков службы после проведения ремонта или установления остаточного межремонтного срока службы эксплуатируемого участка дороги до достижения предельных значений ровности рассчитывается допустимое количество приложений расчетных нагрузок группы А по формуле [10]

$$N_{\text{доп}} = \frac{E^{6,28} \ln\left(\frac{IRI_{\text{н}}}{IRI_{\text{ф}}}\right)}{8 \cdot 10^{11}}, \quad (1.9)$$

где $N_{\text{доп}}$ – количество допустимых приложений расчетной нагрузки группы А, тыс. ед.;

$IRI_{\text{н}}$ – предельно допустимое значение ровности, м/км, принимается по таблице 1.13;

$IRI_{\text{ф}}$ – фактическое значение ровности, м/км;

E – значение расчетного модуля упругости конструкции дорожной одежды на момент оценки, МПа.

Таблица 1.13 – Предельно-допустимые значения международного индекса ровности

Категория дороги	Значение индекса ровности $IRI_{\text{н}}$		
	для эксплуатируемых дорог	после текущего ремонта	после капитального ремонта
Iа, Iб, Iв	3,6	3,46	2,25
II	4,8	4,61	2,25
III	5,5	5,28	2,25
IV	6,2	5,96	3,0
V	6,2	5,92	3,6

Для эксплуатируемых автомобильных дорог при значении $IRI_{\phi} > IRI_n$ принимают $N_{доп} = 0$, т.е. уровень надежности дорожной конструкции достиг предельного значения и требуется проведение ремонта.

Срок службы при долгосрочном планировании нежестких конструкций дорожных одежд рассчитывается по формулам:

– для усовершенствованного типа покрытия

$$T = 1,4 \cdot \ln(N) + 2,5; \quad (1.10)$$

– для переходного и низших типов покрытия

$$T = 1,2 \cdot \ln(N) + 0,6; \quad (1.11)$$

где N – среднегодовая суточная интенсивность движения, авт./сутки.

Кроме того, межремонтный срок службы нежестких дорожных одежд можно определить по графикам на рисунках 1.1 и 1.2

Сроки службы, рассчитываемые по формулам (1.11) и (1.12) соответствуют уровням надежности: 0,95 – для дорог I–II категорий; 0,90 – для дорог III категории; 0,85 – для дорог IV–V категорий с усовершенствованным покрытием дорожной одежды; 0,60 – для дорожных одежд переходного и низшего типов [3].

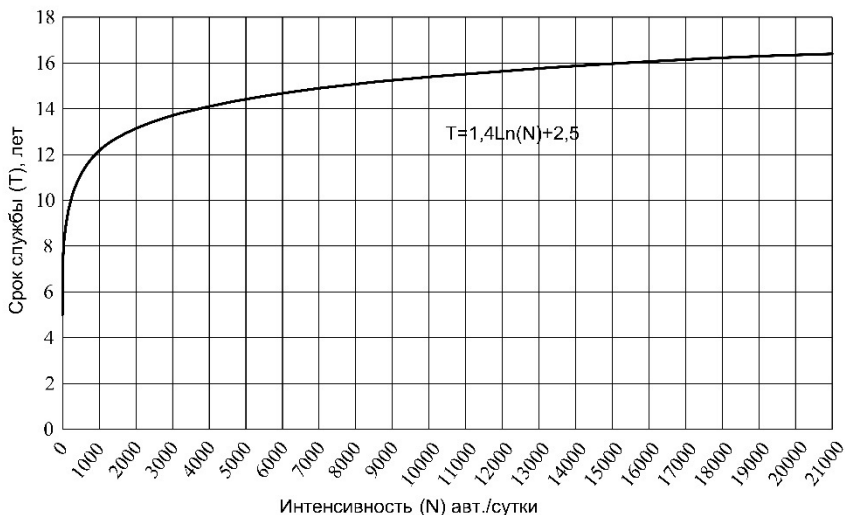


Рисунок 1.1 – График определения расчетных сроков службы между капитальными ремонтами усовершенствованных нежестких дорожных одежд

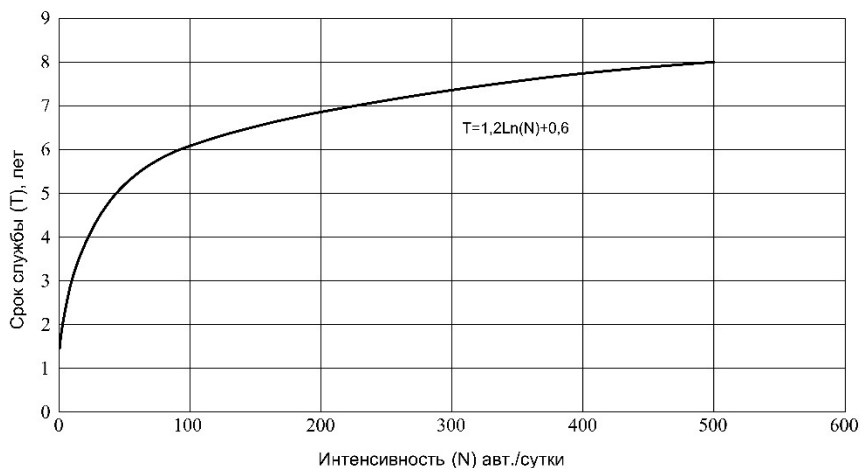


Рисунок 1.2 – График определения расчетных сроков службы между капитальными ремонтами дорожных одежд между переходного типа

При превышении расчетного межремонтного срока величина уровня надежности снижается и определяется по рисунку 1.3 или по формуле

$$K_{H1} = \frac{0,0182T_1^{1,5}}{K_H}, \quad (1.12)$$

где K_H – уровень надежности, на который была рассчитана дорожная одежда;
 T_1 – количество лет, превышающих расчетный межремонтный срок службы дорожных одежд.

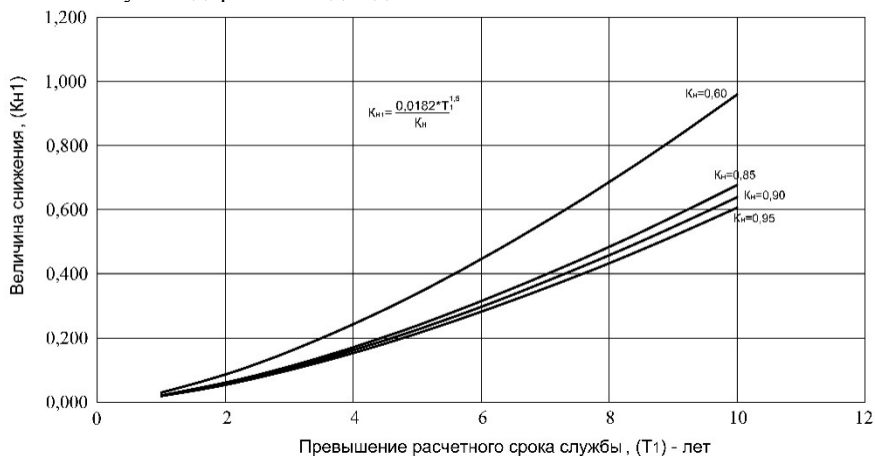


Рисунок 1.3 – График определения снижения уровней надежности при превышении расчетного межремонтного срока службы для усовершенствованных дорожных одежд

Срок службы эксплуатируемых дорог рассчитывается по зависимости

$$T = \frac{\ln\left(1 + \frac{N_{\text{доп}}(q-1)}{365N_1}\right)}{\ln q}, \quad (1.13)$$

где N_1 – среднесуточная интенсивность движения расчетных автомобилей группы А на одну полосу на момент оценки, тыс.ед.;

q – коэффициент ежегодного роста интенсивности движения, при отсутствии данных рекомендуется принимать:

- 1,02 при интенсивности движения до 1000 авт./сутки;
- 1,03 при интенсивности движения от 1000 до 3000 авт./сутки;
- 1,04 при интенсивности движения более 3000 авт./сутки.

Для выбора наиболее эффективного вида ремонта необходимо определить изменение международного индекса ровности IRI при эксплуатации, которое определяется по графику (рисунок 1.4) или по формуле

$$IRI_t = IRI_0 e^{\sum_1^t N}, \quad (1.14)$$

где IRI_t – прогнозируемая ровность, м/км;

IRI_0 – ровность на момент оценки, м/км;

$\sum_1^t N$ – общее количество расчетных автомобилей группы А на одну полосу за прогнозируемый период, тыс.ед.;

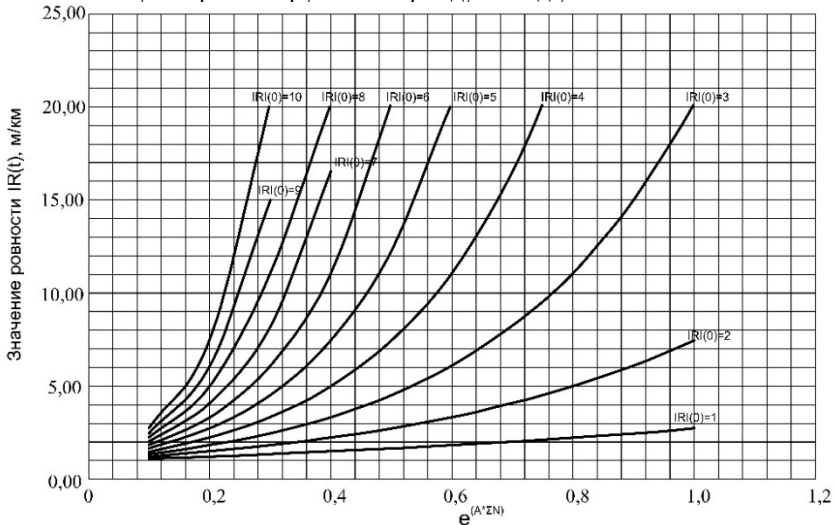


Рисунок 1.4 – График изменения ровности при эксплуатации дороги

$$\sum_1^t N = N_1 \frac{365(q^t - 1)}{q - 1}, \quad (1.15)$$

где t – прогнозируемый период, лет;

N_1 – интенсивность движения расчетных автомобилей группы А на одну полосу в первый год, тыс.ед.;

A – коэффициент, зависящий от модуля упругости конструкции дорожной одежды на момент оценки, определяемый по рисунку 1.5 или по формуле

$$A = \frac{8 \cdot 10^{11}}{E^{6,28}}, \quad (1.16)$$

где E – значение расчетного модуля упругости конструкции дорожной одежды на момент оценки, МПа.

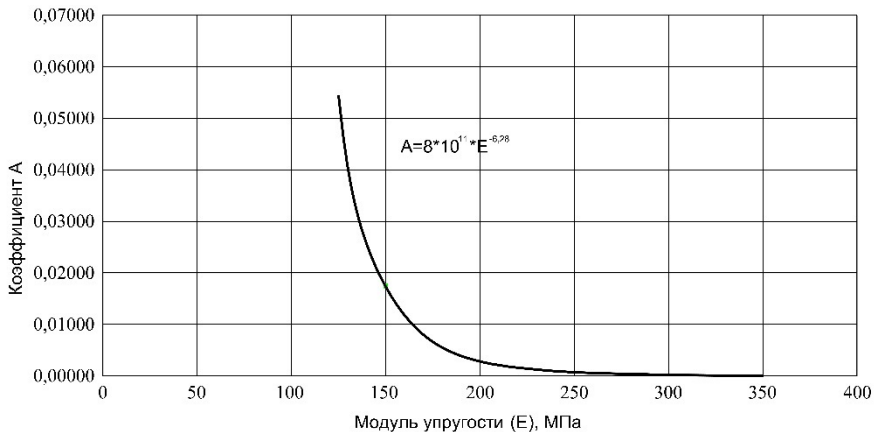


Рисунок 1.5 – График для определения коэффициента А

1.8 Назначение необходимых ремонтных мероприятий

Если фактический коэффициент прочности, рассчитанный по формуле (1.1) меньше требуемой надежности, то рассматривают устройство слоев усиления с выравнивающим слоем и рассчитывают изменение ровности после проведения ремонтов по графику (рисунок 1.6) или по формуле

$$IRI_{\text{ремонт}} = B \cdot IRI_0 + C, \quad (1.17)$$

где IRI_0 – значение межремонтного индекса ровности до ремонта, м/км;

B и C – значения коэффициентов, определяемые по таблице 1.13

Таблица 1.13 – Значение коэффициентов *B* и *C*

Ремонтные мероприятия	Значения коэффициентов	
	<i>B</i>	<i>C</i>
1	2	3
Поверхностная обработка	1,03	0,01
Защитные слои из холодных литых смесей	0,97	0,02
Тонкий слой толщиной 3,5 см	0,92	0,03
Поверхностное фрезерование с устройством тонкого слоя толщиной 3,5 см	0,27	1,18
Фрезерование до 4 см с выравнивающим слоем и устройством асфальтобетонного покрытия толщиной 4 см	0,22	1,24
Фрезерование существующего покрытия более 4 см с устройством выравнивающего слоя и асфальтобетонного покрытия толщиной 4 см	0,19	1,26
Фрезерование до 4 см с выравнивающим слоем и устройством асфальтобетонного покрытия толщиной 5 см	0,23	1,19
Фрезерование до 4 см с выравнивающим слоем и устройством асфальтобетонного покрытия толщиной 6 см	0,18	1,20
Фрезерование до 4 см с выравнивающим слоем и устройством асфальтобетонного покрытия толщиной 7 см	0,16	1,19
Фрезерование до 4 см с выравнивающим слоем и устройством асфальтобетонного покрытия толщиной 8 см	0,10	1,16
Фрезерование до 4 см с выравнивающим слоем и устройством асфальтобетонного покрытия толщиной 9 см	0,05	1,11

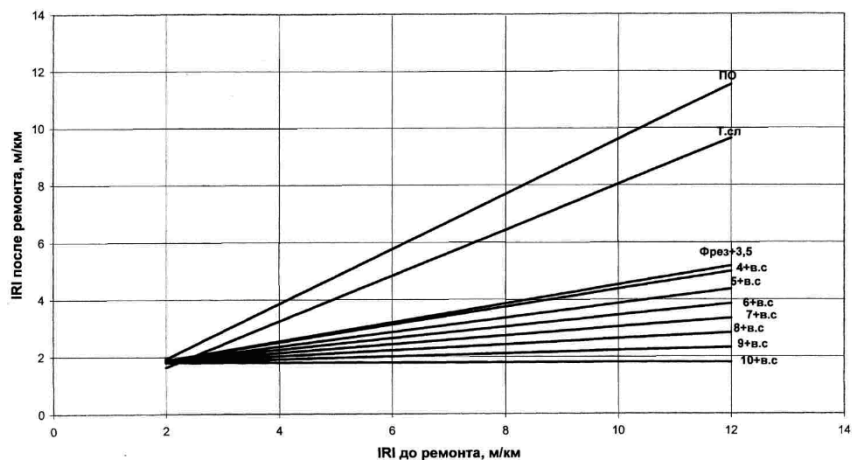


Рисунок 1.6 – График изменения ровности после выполнения ремонтов

Основными критериями для назначения вида ремонта являются предельно допустимые значения покрытия по международному индексу ровности в соответствии с таблицей 1.13 для заданной категории дороги.

По формуле (1.9) рассчитывают допустимое количество приложений расчетных нагрузок группы А, по формуле (1.13) – срок службы до предельного значения ровности покрытия, т.е. когда потребуются проведение ремонтных мероприятий. Может быть применен любой вид ремонта, обеспечивающий нормативное состояние покрытия по ровности. По формуле (1.17) или по рисунку 1.6 рассчитывают изменение ровности после проведения ремонтных мероприятий.

Ремонтные мероприятия назначаются с таким условием, чтобы после его проведения, значение ровности, рассчитанное по формуле (1.17), не превышало значений, приведенных в таблице 1.13. В качестве окончательного варианта ремонта принимается тот вид работ, который обеспечивает максимальный срок службы до достижения предельной ровности дорожного покрытия.

Ремонт не рекомендуется проводить на участках дорог, срок службы которых менее:

- 6 лет после капитального ремонта (кроме участков с колеиностью более 30 мм);
- после текущего ремонта: 3 года для тонких слоев, 2 года для защитных слоев, 1 год для поверхностной обработки.

Контрольные вопросы

1. Что служит критериями назначения ремонтных мероприятий?
2. Объясните порядок назначения ремонтных мероприятий.
3. На каких участках ремонт выполняется в первую очередь?
4. Как осуществляют оценку прочности дорожных одежд?
5. Что такое межремонтный срок службы дорожной одежды?
6. Какие ровни колеиности вы знаете?
7. Как определяется количество приложений расчетных нагрузок?
8. От чего зависит срок службы нежестких дорожных одежд?
9. Для чего определяется изменение международного индекса ровности?
10. Как определяется фактический уровень надежности?
11. Что влияет на окончательный вариант выбора ремонта?
12. На каких участках дорог не рекомендуется проводить ремонт?
13. Что такое дефектность покрытия автомобильной дороги?
14. Как производится оценка ровности дорожных покрытий?
15. Как производится оценка сцепных качеств покрытий?

2 ПРАВИЛА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ

Поверхностная обработка относится к защитным слоям, которые устраиваются для повышения сцепных качеств покрытий и их гидроизоляции.

По конструкции поверхностная обработка подразделяется на:

- одиночную;
- двойную.

а) Одиночная поверхностная обработка б) Двойная поверхностная обработка



1 – вяжущее
2 – щебень

1 – вяжущее первого розлива;
2 – щебень первой россыпи;
3 – вяжущее второго розлива;
4 – щебень второй россыпи

Рисунок 2.1– Конструкции поверхностной обработки

Двойную поверхностную обработку устраивают при наличии дефектов верхнего слоя дорожного покрытия (глубокое шелушение, сетка трещин, нарушение водонепроницаемости, наличие выбоин). В остальных случаях устраивают одиночную поверхностную обработку.

При наличии на участке существующего покрытия трех и более слоев поверхностной обработки устройство новой допускается только после фрезерования существующих.

Допускается сочетание приведенных конструкций поверхностной обработки для устранения поперечной неровности покрытия в виде колеи глубиной до 2 см (двойная – по колее, одиночная – по остальному покрытию).

Календарные сроки устройства поверхностной обработки с учетом погодных-климатических условий Республики Беларусь – с 5 мая по 10 августа включительно. Допускается продление календарных сроков для Брестской и Гомельской областей, но не более чем на 10 календарных дней. При ремонте поверхностной обработки срок может быть продлен до 1 сентября.

При устройстве и ремонте поверхностной обработки применяют следующие материалы:

- щебень фракций (по ситам с круглыми отверстиями), мм: св. 5 до 10; св. 10 до 15; св. 15 до 20 по ГОСТ 8267 или фракций св. 2,5 до 5; св. 5 до 7,5; св. 5 до 10; св. 7,5 до 12,5; св. 10 до 15; св. 12,5 до 17,5; св. 15 до 20;
- щебень фракций базового набора сит плюс набор 2 по СТБ EN 13043;
- эмульсии битумные катионные дорожные марок ЭБКД-Б-65; ЭБКД-Б-70; ЭБКД-Б-65; ЭБКД-Б-70; ЭБКД-Б-65; ЭБКД-Б-70 по СТБ 1245;
- дорожные битумы марок БНД 60/90, БНД 90/130 по ГОСТ 22245 или БД 60/90; БД 90/130 по СТБ 1062, дорожные битумы марок 70/100; 100/150 по СТБ EN 12591;
- битумы модифицированные дорожные марок БМП 100/150; БМП 150/200 по СТБ 1220.

При использовании для устройства и ремонта поверхностной обработки битумов с пенетрацией менее 110 градусов при температуре 25 °С, они должны быть разжижены пластифицирующими добавками до вязкости от 110 до 150 градусов пенетрации.

Органические вяжущие материалы, применяемые для устройства поверхностной обработки, должны обеспечивать требуемую адгезию к щебню. Адгезия вяжущего материала к щебню должна быть не менее 75 %. При неудовлетворительном показателе адгезии вяжущего к щебню следует использовать адгезионные присадки к битумам. Вид, нормы расхода и технологию введения в вяжущее адгезионных добавок, ПАВ, активаторов и других веществ назначают индивидуально по результатам сравнительных лабораторных испытаний показателей адгезии.

2.2 Технология устройства поверхностной обработки

Технология устройства поверхностной обработки включает:

- подготовительные работы;
- устройство поверхностной обработки;
- уход за устроенной поверхностной обработкой;
- контроль качества сформированных слоев поверхностной обработки.

До начала работ по устройству поверхностной обработки необходимо:

- назначить конструкцию поверхностной обработки и определить требуемую фракцию щебня и норму расхода органического вяжущего для основного розлива;
- осуществить входной контроль качества применяемых материалов;
- назначить (при необходимости) введение в битум пластифицирующих или адгезионных добавок в необходимом количестве;
- устранить имеющиеся повреждения и деформации асфальтобетонного покрытия (выбоины, наплывы, просадки, трещины и т.д.) по ТКП 366;

- удалить ранее устроенную разметку, выполненную из термопластика или пластика холодного нанесения;
- в местах ранее выполненного ямочного ремонта с использованием литого асфальтобетона заменить материал согласно ТКП 366;
- на опытной захватке произвести распределение материалов (щебня, битума) с целью определения технологических режимов работы механизмов, обеспечивающих необходимую норму распределения и равномерности.

При наличии поперечной неровности покрытия в виде колеи глубиной до 2 см производят ее ремонт способом устройства поверхностной обработки. Технология ремонта колеи включает следующие операции:

- очистка ремонтируемой поверхности покрытия от пыли и грязи;
- распределение вяжущего и щебня по колее;
- уплотнение уложенного слоя;
- уборка незакрепившегося щебня.

Очистку поверхности покрытия производят механизированными щетками за 2-3 прохода по одному следу. При сильном загрязнении покрытие увлажняют. При использовании в качестве вяжущего битума необходимо обеспечить полное высыхание покрытия перед устройством поверхностной обработки.

Подгрунтовку выполняют на цементобетонных покрытиях без поверхностной обработки, а также при наличии сетки трещин или шелушения на асфальтобетонных покрытиях со степенью твердости Т или Н.

Покрытия подгрунтовывают путем розлива битума, разжиженного до вязкости от 200 до 250 градусов пенетрации. Для подгрунтовки цементобетонных покрытий рекомендуется введение в битум адгезионных добавок. При использовании в качестве вяжущего для поверхностной обработки битумной эмульсии подгрунтовку выполняют эмульсией 60 %-ной концентрации марок ЭБКД-Б-60 или ЭБКД-С-60.

Норма розлива: разжиженного битума – от 0,3 до 0,5 л/м², битумной эмульсии – от 0,5 до 0,6 л/м².

Подгрунтовку выполняют за 2-3 суток до устройства поверхностной обработки. В случае невозможности временного закрытия движения скорость движения транспорта на подгрунтованном участке в течение указанного срока должна быть ограничена до 40 км/ч.

Устройство поверхностной обработки производят комплектом машин, в состав которого входят машины раздельного распределения материалов (автогудронатор, навесной или прицепной щебнераспределитель) или специальные машины синхронного распределения материалов, а также самоходные катки на пневматических шинах.

Перечень машин и механизмов, применяемых для устройства поверхностной обработки, приведен в таблице 2.1.

Не допускается для распределения щебня использовать пескоразбрасывающее оборудование.

Таблица 2.1 – Перечень машин и механизмов, применяемых для устройства и ремонта поверхностной обработки

Технологическая операция	Наименование машин и механизмов	Количество, шт.
Устройство поверхностной обработки с использованием машин раздельного распределения материалов		
Очистка покрытия от пыли и грязи. Сметание незакрепившегося щебня	Механизированная щетка (типа КДМ-130, щеточное устройство на базе трактора МТЗ)	1
Розлив вяжущего	Автогудронатор (типа ДС-39А, SECMAER на базе МАЗа)	1
Россыпь щебня	Щебнераспределитель прицепной типа ПРЦ-3,5 на базе автосамосвала МАЗ	1
	Щебнераспределитель навесной типа SECMAER на базе автосамосвала МАЗ	по расчету
Доставка щебня к месту производства работ	Самосвал на базе автомобиля МАЗ или КаМАЗ	по расчету
Уплотнение щебня	Каток самоходный на пневмоходу массой 8-10 тонн типа ВП-200	2*
Погрузка щебня	Погрузчик (ТО-18; ТО-25 и др.)	1
Устройство и ремонт поверхностной обработки с использованием машин синхронного распределения материалов		
Очистка покрытия от пыли и грязи. Сметание незакрепившегося щебня	Механизированная щетка (типа КДМ-130, щеточное устройство на базе трактора МТЗ)	1
Розлив вяжущего и россыпь щебня	Дорожная машина типа БФР-3,1	1
	Дорожная машина типа CHIPSEALER-40	1
Доставка щебня к месту производства работ	Самосвал на базе автомобиля МАЗ или КаМАЗ	1
Уплотнение щебня	Каток самоходный на пневмоходу массой 8-10 тонн типа ВП-200	2*
Погрузка щебня	Погрузчик (ТО-18; ТО-25 и др.)	1
*При использовании битумной эмульсии допускается уплотнение производить одним катком.		

Основной розлив органического вяжущего и распределение щебня производят по одной полосе движения без пропусков и разрывов. Длину захватки для машин с раздельным распределением материалов назначают из условия обеспечения непрерывного распределения щебня и движения щебнераспределителя за гудронатором с интервалом от 10 до 15 м.

Расчет длины захватки щебнераспределителей и автогудронаторов, оборудованных автоматической системой контроля, производят на опытной захватке. По результатам проведения работ на опытной захватке устанавливается расход щебня и вяжущего, скорость гудронатора. Результаты проведения работ оформляются актом, подписанным производителем работ, представителями заказчика и технического надзора. Акт утверждается уполномоченным лицом подрядной организации.

Длину захватки с использованием специальных машин синхронного распределения вяжущего и щебня определяют в зависимости от вместимости щебнераспределителя.

Температура розлива дорожного битума должна быть от 140 °С до 160 °С. Температура розлива битумной эмульсии – от 60 °С до 85 °С. Максимальную температуру розлива принимают при температуре покрытия ниже 30 °С.

Температуру розлива модифицированных вяжущих материалов следует принимать в соответствии с техническими нормативными правовыми актами на них. Для битумов марки БМП температура розлива должна быть от 160 °С до 180 °С.

Сухое покрытие при температуре от 30 °С и выше за 20-30 мин до розлива битумной эмульсии необходимо увлажнять водой с расходом от 0,5 до 0,8 л/м².

Россыпь щебня производят слоем в одну щебенку вслед за розливом органического вяжущего или синхронно с ним. Участки с недостатком или отсутствием щебня после механического распределения до начала уплотнения должны быть заполнены вручную.

Второй слой двойной поверхностной обработки устраивают сразу после уплотнения первого.

Для обеспечения качества устройства поперечного стыка в конце предыдущей захватки укладывают плотный материал (бумагу, рубероид и др.) шириной рампы гудронатора, присыпают по краям щебнем и убирают после прохода щебнераспределителя.

В зоне продольного стыка незакрепившийся щебень должен быть удален до распределения вяжущего по смежной полосе. При устройстве смежной полосы вяжущее распределяют внахлест, а щебень – встык. Для обеспечения качества устройства продольного стыка распределение вяжущего со стороны стыка выполняют шире, чем распределение щебня за счет закрытия крайней заслонки щебнераспределителя.

Не допускается устройство продольных стыков по полосам наката. В конце рабочей смены поверхностная обработка должна быть устроена по всей ширине проезжей части или по всей ширине одного направления движения и закончена единым поперечным стыком. При устройстве поверхностной обработки на битумной эмульсии допускается в конце рабочего дня устраивать обработку не на всю ширину проезжей части.

Уплотнение производят двумя самоходными катками 8-12 т на пневматических шинах. Количество проходов по одному следу – не менее 5. Скорость уплотнения для первых трех проходов – до 3 км/ч, для последующих – до 10 км/ч.

При использовании битумной эмульсии допускается производить уплотнение одним катком.

Уплотнение начинают сразу после прохода щебнераспределителя. При использовании битумной эмульсии уплотнение заканчивают после распада эмульсии, характеризуемого изменением ее цвета от коричневого к черному и выделением воды.

Двойная поверхностная обработка уплотняется послойно.

В период первых 10 суток для формирования поверхностной обработки должны быть обеспечены следующие условия:

- ограничение скорости движения транспортных средств до 40 км/ч;
- регулирование движения автотранспорта по полосам (для многополосных дорог);
- сметание незакрепившегося щебня на обочину механизированными щетками (первое сметание – не позднее одних суток после открытия движения);
- уборка незакрепившегося щебня с обочины.

2.3 Расчет длины захватки и определение норм расхода материалов

Длину захватки (L) в метрах рассчитывают по формуле

$$L = \frac{m \cdot n}{r \cdot s}, \quad (2.1)$$

где m – вместимость автосамосвала, кг;

n – количество задействованных щебнераспределителей, шт.;

r – норма расхода щебня, кг/м²;

s – ширина полосы распределения щебня, м.

Определение норм расхода вяжущего материала производят перед началом каждого сезона (периодический контроль-тарировка), непосредственно в ходе производства работ по устройству или ремонту поверхностной обработки (оперативный контроль) и, при необходимости, осуществляют лабораторный контроль фактического содержания вяжущего в сформированном слое поверхностной обработки. Результаты контрольных измерений заносят в журнал производства работ.

Периодический контроль-тарировка расхода вяжущего заключается в определении скорости вытекания вяжущего материала из форсунки автогудронатора. При этом должны быть обеспечены нормы точности результатов испытаний с точностью до 10 %.

Для проведения испытаний автогудронатор заполняют вяжущим материалом, пневмосистему приводят в рабочее состояние, под каждую форсунку устанавливают предварительно взвешенную пустую емкость и включают подачу вяжущего. Одновременно с началом подачи вяжущего включают секундомер и производят заполнение емкостей вяжущим из форсунок в течение 10 секунд. После этого подачу вяжущего отключают и производят взвешивание емкостей с вяжущим от каждой форсунки.

По разнице масс пустой и заполненной емкостей определяют скорость вытекания вяжущего из каждой форсунки ($V_1...V_n$, в кг за ± 10 с) и вычисляют их среднее значение (V , л/мин) по формуле

$$V = \frac{6 \cdot \sum_{i=1}^n V_i}{n \cdot d}, \quad (2.2)$$

где 6 – коэффициент размерности для перевода в минуты;

n – количество форсунок автогудронатора, шт.;

d – плотность вяжущего, г/см³ (допускается принимать $d = 1$).

Расхождение между скоростями подачи вяжущего через каждую форсунку не должно превышать 5 % от среднего значения, в противном случае производят повторную прочистку и регулировку системы. Контроль повторяют до достижения заданной равномерности работы форсунок.

Требуемую рабочую скорость движения автогудронатора (v , км/ч) в ходе устройства поверхностной обработки определяют по формуле

$$v = \frac{n \cdot V \cdot 0,06}{R \cdot s}, \quad (2.3)$$

где n – количество форсунок автогудронатора, шт.;

V – средняя скорость истечения вяжущего из каждой форсунки, л/мин;

0,06 – коэффициент размерности для перевода метров в километры и минут в часы;

R –требуемый расход вяжущего (средняя норма розлива), л/м²;

s –ширина распределения вяжущего, м.

Назначаемая рабочая скорость автогудронатора не должна выходить за пределы, указанные в паспорте на автогудронатор.

Оперативный контроль норм расхода и равномерного розлива вяжущего материала заключается в определении толщины пленки вяжущего материала, наносимой на покрытие.

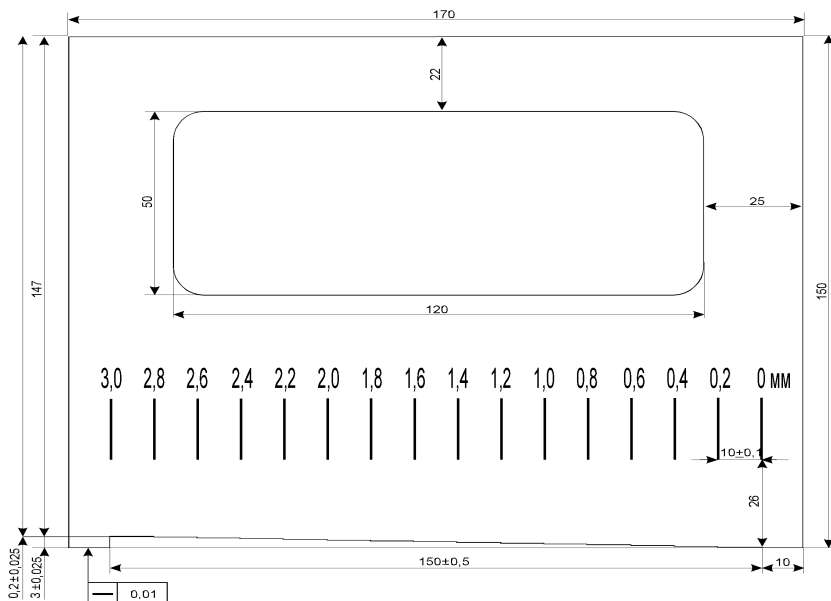


Рисунок 2.1 – Толщиномер

Примечания:

- 1) допустимые отклонения, не указанные на чертеже, $\pm t/2$ по ГОСТ 25347.
- 2) материал – нержавеющая сталь толщиной 2 мм.

На дорожное покрытие перед полосой разлива вяжущего (места сопряжения поперечных стыков или начало участка устройства поверхностной обработки) укладывают плотный материал и поверх устанавливают ванночки на расстоянии от 1,0 до 1,5 м друг от друга.

Автогудронатор приводят в рабочее состояние и с рабочей скоростью, определяемой по формуле (1.3), начинают движение. Форсунки автогудронатора включают в момент их нахождения над ванночками, а щебнераспределитель – за ванночками.

После прохода автогудронатора сразу же производят измерение толщины слоя вяжущего в каждой ванночке. Для этого толщиномер устанавливают строго перпендикулярно к основанию ванночки и втапливают его в незаствывшее вяжущее, после чего по шкале толщиномера производят измерение толщины слоя вяжущего. Между проведением измерений рабочую грань толщиномера очищают растворителем и протирают сухой ветошью.

Требуемая толщина слоя вяжущего (мм) численно равна заданному расходу вяжущего (R , л/м²). Отличие каждого из полученных значений толщины слоя (расхода) вяжущего не должно превышать 10 % от требуемого. При

больших расхождениях измерения повторяют на удвоенном числе контрольных точек. В случае несоответствия фактического и требуемого расходов вяжущего работы прекращают до устранения неполадок автогудронатора.

При нестабильной работе автогудронатора следует повторно провести его тарировку.

Лабораторный контроль фактического содержания вяжущего в сформированном слое поверхностной обработки проводят при проявлении дефектов поверхностной обработки.

Испытания проводят по методике СТБ 1115 (метод II (выжигание)) со следующими дополнениями:

– отбор кернов (вырубок) производят на обследуемом участке дороги с поверхностной обработкой толщиной не менее 5 см;

– каждый керн разрезают фрезой на две части: асфальтобетон с поверхностной обработкой (образец № 1) и асфальтобетон покрытия (образец № 2). Толщина образца № 1 должна быть от 2 до 2,5 см;

– для образцов № 1 и № 2 определяют среднюю плотность по СТБ 1115, после чего на тех же образцах (после высушивания) определяют содержание вяжущего (массовую долю) методом II (выжигание) по СТБ 1115.

Расчет расхода битума R_b (кг/м²) при устройстве поверхностной обработки, соответствующего фактическому содержанию вяжущего в слое поверхностной обработки, производят по формуле

$$R_b = \frac{m_1}{S_1} \cdot \frac{d_i - d_1 - \frac{a_1 \cdot (d_i - d_2)}{a_2}}{d_i - 1 - \frac{(d_i - d_2)}{a_2}}, \quad (2.4)$$

где m_1 – масса образца № 1, кг;

S_1 – площадь образца № 1, м²;

d_i – истинная плотность щебня поверхностной обработки, г/см³ (определяется по ГОСТ 8269.0, для гранитного щебня допускается принимать равной 2,67);

d_1 – средняя плотность образца № 1, г/см³;

d_2 – средняя плотность образца № 2, г/см³;

a_1 – массовая доля битума в образце № 1;

a_2 – массовая доля битума в образце № 2.

Определение фактического содержания (расхода) битума в слое поверхностной обработки выполняют не менее чем на 3 кернах. Значение фактического расхода битума рассчитывается как среднее арифметическое значение всех измерений, расхождение между крайними значениями которых не должно превышать 5 % от среднего значения.

Периодический контроль-тарировка расхода щебня заключается в определении массы щебня требуемой фракции в пределах шаблона размером 250x250 мм.

Нормы точности результатов испытаний должны обеспечивать получение результатов испытаний с точностью до 5 %.

Испытания выполняют на дорожном покрытии, при этом розлив вяжущего не производят. Шаблоны укладывают на рубероид или плотный материал на расстоянии от 1 до 1,3 м от края полосы распределения щебня и от 5 до 10 м от начала его распределения и располагают на расстоянии от 2 до 3 м друг от друга со смещением на 1 м по ширине полосы. Общая длина участка при проведении испытаний составляет от 12 до 16 м. После прохода щебне-распределителя по участку проведения испытаний и заполнения шаблонов щебнем требуемой фракции, щебень извлекают из шаблонов и взвешивают. Остатки щебня с дорожного покрытия удаляют.

Расчет расхода щебня производят по формуле

$$R = \frac{m}{S}, \quad (2.5)$$

где R – расход щебня, кг/м²;

m – масса щебня в шаблоне, кг;

S – площадь шаблона, м², численно равная 0,0625 м².

2.4 Ремонт поверхностной обработки

До начала работ по ремонту поверхностной обработки необходимо провести обследование участка ремонта, установить вид дефекта поверхностной обработки, причину его образования.

Возможные дефекты поверхностной обработки, причины их образования и способы ремонта, рекомендуемые исходя из причины образования конкретного дефекта, стадии их появления, степени влияния на безопасность движения и с учетом экономической целесообразности проведения ремонтных мероприятий, приведены в таблице 2.2.

Способы ремонта поверхностной обработки:

- фрезерование неровностей покрытия с последующим розливом вяжущего и распределением мелкого щебня согласно;
- локальное устройство поверхностной обработки в виде «ковриков» согласно;
- повторное устройство (обновление) поверхностной обработки с уменьшенным расходом вяжущего согласно.

Таблица 2.2 – Дефекты поверхностной обработки и способы их устранения

Вид дефекта	Причины образования дефекта	Рекомендуемый способ ремонта
1	2	3
Продольная или поперечная неровность		
Продольная или поперечная неровность	Нарушение технологии сопряжения полос поверхностной обработки в поперечном или продольном направлении	Фрезерование неровностей покрытия с последующим розливом вяжущего и распределением мелкого щебня
	Неподготовленное покрытие (неустраненные неровности)	
Поперечная неровность в виде колеобразования глубиной до 20 мм	Устройство поверхностной обработки без предварительных ремонтных мероприятий по устранению колеи	Устройство поверхностной обработки в виде «ковриков» по полосам наката
Выпотевание вяжущего по полосам наката		
Выпотевание вяжущего с втапливанием щебня	Избыток вяжущего	Устройство поверхностной обработки по полосам наката с уменьшенным расходом вяжущего
	Несоответствие размера щебня твердости покрытия и условиям движения (грузонапряженности)	
Выпотевание вяжущего с выкрашиванием щебня	Несоответствие щебня требованиям по содержанию пыли и влажности	Устройство поверхностной обработки по полосам наката с уменьшенным расходом вяжущего
	Применение битумных эмульсий с медленным распадом	
	Несвоевременный уход за поверхностной обработкой в период ее формирования	Устройство поверхностной обработки в виде «ковриков» по полосам наката
	Недостаток вяжущего	
Перегрев вяжущего при розливе		
Локальные дефекты		
Выпотевание вяжущего пятнами с втапливанием щебня	Неподготовленное покрытие (неустраненные выбоины)	Устройство поверхностной обработки с уменьшенным расходом вяжущего
	Использование для ямочного ремонта покрытия материалов с твердостью менее твердости окружающей поверхности (литой асфальтобетон, способ пропитки)	
	Нестабильное функционирование форсунок автогудронатора (локальный избыток вяжущего)	

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3
Выпотевание вяжущего с выкрашиванием щебня	Применение для устройства поверхностной обработки щебня с высоким содержанием зерен лещадной формы	Устройство поверхностной обработки с уменьшенным расходом вяжущего
	Неподготовленное покрытие (неустраненные выступы)	
	Использование для ямочного ремонта покрытия пористого асфальтобетона	
Выпотевание вяжущего в виде продольных полос	Высокая (более 35°C) температура покрытия	Устройство поверхностной обработки с уменьшенным расходом вяжущего. В момент обнаружения дефекта – ограничение скорости движения и распределение щебня фракций 2,5-5; 5-7,5 или 5-10 мм
	Нестабильная работа форсунок автогудронатора (неравномерный розлив вяжущего)	
	Нестабильная работа щебнераспределителя (застывание зерен щебня в щебнераспределителе)	
Выпотевание вяжущего в виде поперечных полос	Нарушение технологии сопряжения полос поверхностной обработки в продольном направлении	Устройство поверхностной обработки с уменьшенным расходом вяжущего
Отрыв слоя поверхностной обработки пятнами	Недостаточно очищенные или высушенные участки покрытия перед устройством поверхностной обработки	Устройство поверхностной обработки в виде «ковриков»
Сплошные разрушения		
Выпотевание вяжущего с выкрашиванием щебня	Недостаток вяжущего	Повторное устройство поверхностной обработки с уменьшенным расходом вяжущего
	Низкая температура вяжущего при розливе или его перегрев	
	Некачественное вяжущее	
	<u>Загрязненный или влажный щебень</u>	
	Несоответствие размера фракции щебня твердости покрытия и приведенной интенсивности движения	
	Позднее распределение щебня, позднее или недостаточное уплотнение слоя поверхностной обработки	

Окончание таблицы 2.2

1	2	3
Выпотевание вяжущего с втапливанием щебня	Превышение нормы розлива вяжущего	Повторное устройство поверхностной обработки с уменьшенным расходом вяжущего
	Несоответствие размера фракции щебня твердости покрытия и приведенной интенсивности движения	
Отрыв слоя поверхностной обработки	Устройство поверхностной обработки при неблагоприятных погодных условиях (повышенная влажность, холодное или мокрое покрытие)	Повторное устройство поверхностной обработки

При производстве работ по фрезерованию неровностей покрытия с последующим розливом вяжущего и распределением мелкого щебня выполняют следующие технологические этапы:

- фрезерование неровностей покрытия;
- розлив органического вяжущего по отфрезерованным участкам, россыпь щебня фракции 2,5-5; 5-7,5 или 5-10 мм и его уплотнение;
- уход за участками ремонта.

Устройство поверхностной обработки в виде «ковриков» производят по полосам наката или локально по покрытию. При производстве работ выполняют следующие технологические этапы:

- розлив органического вяжущего, россыпь щебня и его уплотнение;
- уход за участками ремонта.

Размер фракции щебня в зависимости от шероховатости покрытия, определяемой методом «песчаного пятна» по СТБ 1566, назначают по таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Зависимость размера фракции щебня поверхностной обработки от шероховатости покрытия

Шероховатость покрытия (R_{cp}), мм	Размер фракции щебня, мм
Менее 1,5	2,5-5 или 5-7,5
Св. 1,5 до 2,5	5-10 или 5-7,5
“ 2,5 ” 4	10-15 или 7,5-12,5
Более 4	10-15 или 12,5-17,5
Примечание – Поверхностная обработка с шероховатостью менее 1,5 мм подлежит ремонту, если значение коэффициента сцепления соответствует требованиям	

Повторное устройство (обновление) поверхностной обработки с уменьшенным расходом вяжущего выполняют щебнем той же фракции, что и при первоначальном устройстве. При локальном устройстве размер фракции

щебня назначают по таблице 2.3 в зависимости от шероховатости существующего покрытия. Норма расхода щебня – в соответствии с таблицей 7.2; вяжущего – 50 % от расчетной.

Технология производства работ включает:

- розлив органического вяжущего, россыпь щебня и его уплотнение;
- уход за участками ремонта.

Перечень машин и механизмов, применяемых для ремонта участков дорог способом поверхностной обработки, приведен в таблице 2.1.

Контрольные вопросы

1. Назначение слоев поверхностной обработки.
2. Конструкции поверхностной обработки.
3. Допускается ли сочетание конструкций поверхностных обработок?
4. Какие материалы применяются для поверхностной обработки?
5. Из каких технологических операций состоит процесс устройства поверхностной обработки?
6. В каких случаях требуется выполнять подгрунтовку слоя покрытия?
7. От чего зависит длина сменной захватки при использовании машин синхронного распределения вяжущего и щебня?
8. Каким способом обеспечивается качество поперечного сопряжения?
9. Когда начинают уплотнение слоя поверхностной обработки?
10. Как уплотняется двойная поверхностная обработка?
11. Какие условия должны быть обеспечены в период формирования слоя поверхностной обработки?
12. Как производится периодический контроль-тарировка расхода вяжущего?
13. Как производится оперативный контроль нормы расхода и равномерность розлива вяжущего?
14. Как осуществляется контроль расхода щебня для устройства поверхностной обработки?
15. Что необходимо выполнить до начала работ по ремонту поверхностной обработки.

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМОГО РАЗМЕРА ЩЕБНЯ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ

Для обеспечения требуемого значения коэффициента сцепления в течение срока службы поверхностной обработки должно быть соблюдено следующее условие:

$$H_{\phi} \geq H_T, \quad (3.1)$$

где H_{ϕ} – размер щебня, применяемого при устройстве поверхностной обработки, мм;

H_T – размер щебня, определенный из условия его втапливания в верхний слой покрытия в течение срока службы.

Размер фракции щебня, применяемого для устройства поверхностной обработки, должен быть определен таким образом, чтобы в течение срока службы шероховатых слоев было обеспечено условие невозможности соприкосновения шин транспортных средств с поверхностью вяжущего. Это условие выполняется, если размер щебня, применяемый для устройства поверхностной обработки, будет превышать размер щебня, определяемый из условия его втапливания в верхний слой покрытия за период эксплуатации.

Для назначенного срока службы определяют среднегодовую суточную интенсивность движения транспортных средств в обоих направлениях:

$$N_{\text{ср}} = (N_i + \dots + N_n)/n, \quad (3.2)$$

где $N_i \dots N_n$ – интенсивность движения транспортных средств в обоих направлениях в первый, второй, и т.д. годы службы поверхностной обработки, авт./сут;

n – срок службы поверхностной обработки, лет;

N_i – принимается по данным учета движения на момент устройства поверхностной обработки, авт./сут.

Интенсивность движения в последующие годы определяют по формуле

$$N_n = N_i(1 + q)^{n-1}, \quad (3.3)$$

где q – ежегодный прирост интенсивности движения;

n – год эксплуатации (срок службы поверхностной обработки).

Среднечасовую суточную интенсивность определяют по табл. 2.1 или по формуле

$$N_{\text{ч}} = 0,076N_{\text{ср}}. \quad (3.4)$$

Расчетную приведенную интенсивность движения автомобилей группы А на полосу определяют по формуле

$$N_p^A = f_{\text{пол}} \Sigma N_{\text{ч}} S_m^A, \quad (3.5)$$

где $f_{\text{пол}}$ – коэффициент, учитывающий распределение движения по ширине проезжей части, зависит от числа полос движения;

$N_{ч}$ – количество транспортных средств данной марки в обоих направлениях, авт./ч;

S_m^A – коэффициент приведения транспортных средств данной марки к расчетному автомобилю группы А, принимаемый по табл. 3.2.

Таблица 3.1 Суточная интенсивность движения

Интенсивность движения транспортных средств в обоих направлениях, авт./сут	до 1000	1000–3000	3000–6000	более 6000
Доля часовой интенсивности в объеме суточной, %	12	10	6	5,5
Среднечасовая интенсивность движения транспортных средств в обоих направлениях, авт./ч	120	100–300	180–360	330

Таблица 3.2 Коэффициент приведения транспортных средств к расчетному автомобилю группы А

Группа	Вид и марка транспортного средства	Коэффициент приведения
Легковые	–	–
Легкие грузовые	Автомобили ГАЗ с прицепом и без него, тракторы «Беларус»	0,08
Тяжелые грузовые	МАЗ 5335	1,00
	ЗИЛ	0,30
	Урал	0,29
	КамАЗ 5410	0,27
	КамАЗ 5511	1,05
	МАЗ 504А	1,03
	КрАЗ 256Е1	3,48
	КрАЗ 25В	3,34
	КрАЗ 255В	0,83
	МАЗ 5168	2,46
Тяжелые грузовые с прицепом	Автопоезд 2 оси тягача, 3 оси прицепа	5,07
	Автопоезд 2 оси тягача, 2 оси прицепа	3,00
	Поезд 3 оси тягача, 3 оси прицепа	5,00
	Поезд 3 оси тягача, 2 оси прицепа	3,70
Автобусы	ЛАЗ	0,4
	ЛиАЗ	0,53
	Икарус	2,00

Интервал годового времени, в течение которого температура верхнего слоя покрытия обеспечивает условия втапливания щебня в асфальтобетон определяют по табл. 3.3.

Таблица 3.3 Интервал годового времени

Местонахождение дороги, область	Интервал годового времени, в течение которого происходит втапливание щебня в асфальтобетон, ч
Витебская	750–850
Могилевская	800–950
Минская	950–1150
Гродненская	1200–1350
Брестская	1300–1450
Гомельская	1400–1500

Далее определяют среднюю скорость движения транспортных средств с использованием следующей методики: на участке автомобильной дороги, где намечается устройство шероховатой поверхностной обработки, замеряют скорость движения транспортных средств. Составляют сводку наблюдений (табл. 3.4), и строят график накопления (или кумулятивную кривую) при 50-процентной обеспеченности (рис. 3.1).

Таблица 3.4 Сводка наблюдений

Диапазон скоростей	Частота, шт	Частота, %	Накопленная частота, %	Средняя скорость, км/ч
20–25	–	–	–	–
25,1–30	1	1,2	1,2	27,5
30,1–35	4	2,1	3,3	32,5
35,1–40	6	4,6	7,9	37,5
.....				
90,1 – 95	10	8,1	90,8	92,5
95,1–100	12	9,2	100	97,5
	Σ (кол-во за ч)	Σ 100 %	–	–

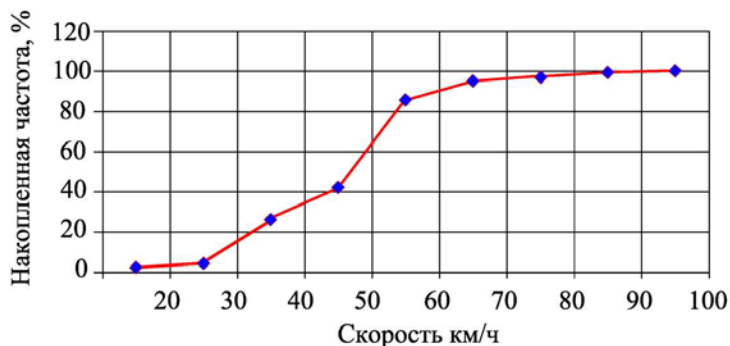


Рисунок – 3.1. Куммулятивная кривая скорости движения

По номограмме (рисунок 3.2) определяют время, в течение которого шероховатый слой находится под воздействием колесной нагрузки расчетного автомобиля группы А.

Твердость верхнего слоя покрытия определяют при помощи твердомера ИП-18, по методике, описанной в ТКП 094 [9, приложение В].

По номограмме (рис. 2.3) определяют глубину втапливания щебня $h_{щ50}$ для фракций 5–10, 10–15, 15–20, 20–25.

Требуемый размер щебня находят по формуле (рисунок 3.4)

$$H_T = h_{вт} + h_v + h_{ш} + h_{щ}^{50}, \quad (3.6)$$

где $h_{вт}$ – глубина втапливания щебня в верхний слой покрытия в момент устройства поверхностной обработки, мм;

h_v – толщина слоя вяжущего на поверхности покрытия, мм;

$h_{ш}$ – глубина внедрения щебня в резину протектора автошин, мм;

$h_{щ}^{50}$ – глубина втапливания щебня в верхний слой покрытия в течение срока службы шероховатого слоя, мм.

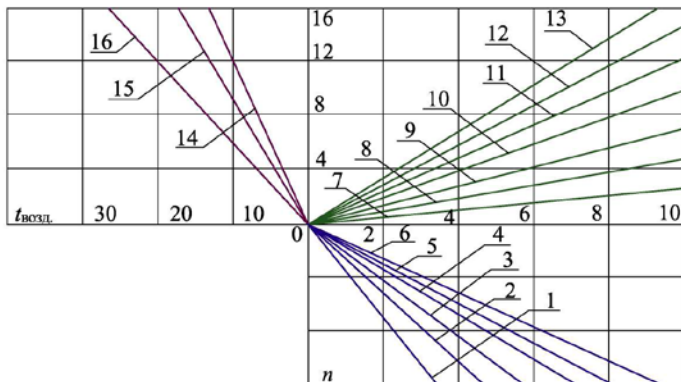


Рис. 2.2. Номограмма для определения времени воздействия транспортных средств на шероховатый слой в течение срока его службы:

1–6 – приведенный к расчетной температуре интервал годового времени, равный, соответственно, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600 ч; 7–13 – интенсивность движения автомобилей группы А, равная, соответственно, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 км/ч; 14–16 – скорость движения, равная, соответственно, 80, 60, 40 км/ч.

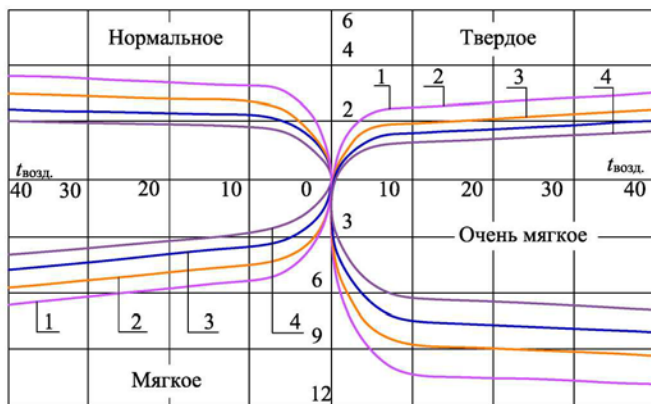


Рисунок – 2.3. Номограмма для определения глубины втапливания щебня при различной степени твердости верхнего слоя покрытия:

- 1 – щебень фракции от 5 до 10 мм; 2 – щебень фракции от 10 до 15 мм;
- 3 – щебень фракции от 15 до 20 мм; 4 – щебень фракции от 20 до 25 мм

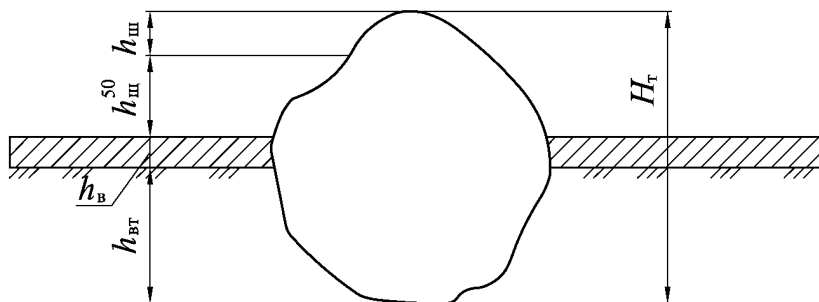


Рисунок – 3.4. Схема расчета размера щебня

Величина $(h_{вт} + h_{в} + h_{ш}) = \text{const}$ и определяется по таблице 3.5.

Таблица 3.5 Определение значения постоянной величины

Размер щебня, мм	Величина $(h_{вт} + h_{в} + h_{ш})$
5–10	7,5
10–20	8,6
20–25	9,0

Значение величины размера щебня H_t считают для каждой фракции. Оптимальным является щебень, для которого это значение H_t совпадает с его фактическими размерами.

4 РЕМОНТ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

4.1 Общие сведения

Монолитные цементобетонные покрытия устраивают на дорогах I – III категорий с интенсивным и тяжелым движением, а также на дорогах промышленных предприятий при наличии в составе движения тяжелых машин. Основными компонентами такого покрытия являются цемент, мелкий заполнитель (песок), крупный заполнитель (щебень или гравий), вода [14].

Бетонные покрытия могут быть одно- и двухслойными. При двухслойном покрытии толщина верхнего слоя принимается не менее 6 см. Толщину бетонного покрытия назначают с учетом интенсивности движения и материала основания.

Для повышения шероховатости покрытия, его водонепроницаемости, а также для предотвращения разрушения покрытия из цементобетона устраивают защитные слои.

Защитные слои устраивают способом поверхностной обработки или с использованием асфальтобетонных смесей. Выбор вида защитного слоя зависит от состояния покрытия и результатов расчета [10]:

- при толщине защитного слоя до 2 см – пропитка укрепляющим антикоррозионным составом или одиночная поверхностная обработка;
- при толщине защитного слоя до 3 см – одиночная поверхностная обработка;
- при толщине защитного слоя от 3 до 5 см – двойная поверхностная обработка или слой асфальтобетона;
- при толщине защитного слоя более 5 см – слои усиления из асфальтобетона.

Наиболее часто применяется поверхностная обработка покрытий. Это технологический процесс устройства шероховатых и защитных слоев износа на усовершенствованных покрытиях автомобильных дорог путем разлива по поверхности покрытия органических вяжущих материалов и распределения прочных каменных материалов с уплотнением. Вяжущий материал фиксирует щебень на поверхности покрытия, обеспечивает его герметичность и одновременно снижает и стабилизирует скорость деградации верхнего старого слоя покрытия. Щебень обеспечивает контакт с колесам автомобиля, воспринимает их сжимающее и истирающее воздействие и защищает верхний слой покрытия от износа.

Поверхностная обработка выполняет следующие функции: восстанавливает и повышает сцепные качества дорожного покрытия; формирует слой износа и защитный слой от проникания воды в дорожную одежду; останавливает разрушение и продлевает срок службы старых покрытий. Процесс окончательного формирования отработанной поверхности продолжается около 10

дней, в течении которых производится ежедневное сметание неукрепившихся щебенки и ограничивается скорость движения автомобилей.

Преимуществом поверхностной обработки является: низкая стоимость, высокие сцепные свойства, коррозионная устойчивость покрытия.

Недостатки: ограниченные сроки применения поверхностной обработки на территории республики Беларусь по погодным условиям в течение года, высокий процент отказа в первый год эксплуатации.

Повышают качество поверхностной обработки применением синхронного распределения вяжущего и щебня. Разрыв между операциями при этом не должен превышать 1 с, что существенно сказывается на повышении качества поверхностной обработки, т.к. за столь короткий промежуток битум не успевает остыть, сохраняет жидкую консистенцию и высокую клеящую способность. В результате битум хорошо проникает в микropоры щебня и покрытия, обволакивает каждую щебенку, прочно приклеивает их к покрытию одну к другой. Такая технология препятствует преждевременному разрушению поверхностной обработки.

4.2 Определения толщины защитного слоя

Толщина защитного слоя определяется по формуле

$$h_3 = (H_{тр} - H_p) / ((E_a / (1 - m_p) E_b))^{1/3}, \quad (4.1)$$

где $H_{тр}$ – толщина цементобетонного покрытия, которая удовлетворяет требованиям к прочности для перспективной интенсивности, 24 см;

H_p – расчетная толщина существующего асфальтобетонного покрытия, см;

E_a, E_b – модули упругости асфальтобетона и бетона, МПа, значения которых приведены в таблицах 4.1 и 4.2;

m_p – расчетный коэффициент разрушения, учитывающий остаточный ресурс существующего цементобетонного покрытия.

Таблица 4.1 – Расчетные значения модуля упругости для асфальтобетона

Материал	Марка битума	Расчетные значения модуля упругости E_a , МПа
Плотный асфальтобетон	БНД 60/90	3200
	БНД 90/130	2400
	БНД 130/200	1500
Пористый и высокопористый асфальтобетон	БНД 60/90	2000
	БНД 90/130	1400
	БНД 130/200	1100

Таблица 4.2 – Расчетные значения упругости для цементобетона

Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе	Средняя прочность бетона на растяжение при изгибе, МПа	Расчетный модуль упругости бетона E_b , МПа	
		тяжелого (со щебнем)	мелкозернистого (песчаного)
$B_{ТВ} 4,4$	5,5	36000	-
$B_{ТВ} 4,0$	5,0	33000	26000
$B_{ТВ} 3,6$	4,5	32000	25000
$B_{ТВ} 3,2$	4,0	30000	23000
$B_{ТВ} 2,8$	3,5	28000	22000

Фактический предельный коэффициент разрушения покрытия по наличию трещин определяется по формуле

$$m_p = 0,5\Phi(z), \quad (4.2)$$

где $\Phi(z)$ – функция нормального распределения (нормированная функция Лапласа), определяется в зависимости от величины параметра z по таблице 3.3.

Параметр z рассчитывается по формуле

$$z = Y_{\text{факт}} / S, \quad (4.3)$$

где S – стандартное отклонение удельной длины трещин в цементобетонном покрытии, равное $0,05$ м/м²;

$Y_{\text{факт}}$ – удельная длина всех видов трещин на рассматриваемом участке автомобильной дороги, м/м², которая определяется по следующей формуле

$$Y_{\text{факт}} = L_{\text{тр}} / F, \quad (4.4)$$

где $L_{\text{тр}}$ – фактическая длина всех видов трещин на рассматриваемом участке автомобильной дороги, м;

F – общая площадь покрытия на рассматриваемом участке дороги, м².

Фактический предельный коэффициент разрушения покрытия по наличию выбоин, сколов кромок плит, шелушения и выкрашивания определяется из выражения

$$m_p = F_{\text{деф}} / F, \quad (4.5)$$

где $F_{\text{деф}}$ – фактическая площадь дефектов на рассматриваемом участке дороги, м²;

F – общая площадь покрытия на рассматриваемом участке, м².

В качестве расчетного значения коэффициента m_p принимается наибольшее из определенных значений m_p .

Таблица 4.3 – Нормированная функция Лапласа

z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$
0,0	0,0	1,7	0,91087	3,4	0,999326
0,1	0,07966	1,8	0,92814	3,5	0,999535
0,2	0,15852	1,9	0,94257	3,6	0,999682
0,3	0,23582	2,0	0,95450	3,7	0,999784
0,4	0,31084	2,1	0,96427	3,8	0,999855
0,5	0,38292	2,2	0,97219	3,9	0,9999038
0,6	0,45149	2,3	0,97855	4,0	0,9999367
0,7	0,51607	2,4	0,98360	4,1	0,9999587
0,8	0,57629	2,5	0,98758	4,2	0,9999733
0,9	0,63188	2,6	0,99068	4,3	0,9999829
1,0	0,68269	2,7	0,99307	4,4	0,9999892
1,1	0,72867	2,8	0,99489	4,5	0,99999320
1,2	0,76986	2,9	0,99627	4,6	0,99999578
1,3	0,80640	3,0	0,99730	4,7	0,99999740
1,4	0,83849	3,1	0,99806	4,8	0,99999841
1,5	0,86639	3,2	0,998626	4,9	0,999999042
1,6	0,89040	3,3	0,999033	5,0	0,999999427

Расчетная толщина существующего цементобетонного покрытия определяется по формуле

$$H_p = H_\phi(1 - m_p) / K_n, \quad (4.6)$$

где K_n – требуемый уровень надежности, задаваемый при проектировании, 0,98;

H_ϕ – фактическая толщина существующего цементобетонного покрытия, см.

На основании полученного значения h_3 и состояния дорожного покрытия выбирается вид защитного слоя.

4.3 Определение толщины слоя усиления

Толщина слоя усиления асфальтобетоном, имеющего разрушения в виде выкрашивания и шелушения с толщиной, меньше первоначальной, определяется по формуле

$$h_y = (H_{\text{тр}} - H_{\text{ф}}) / (E_a / KE_{\text{б}})^{1/3}, \quad (4.7)$$

где K – коэффициент учитывающий остаточный ресурс существующего цементобетонного покрытия, 0,65;

Остаточная фактическая толщина существующего цементобетонного покрытия дороги определяется по формуле

$$H_{\text{ф}} = H_{\text{тр}} - H_{\text{деф}}, \quad (4.8)$$

где $H_{\text{деф}}$ – глубина дефектов дорожного покрытия, см.

4.4 Определение расчетного срока службы защитного слоя по условию образования отраженных трещин

Отраженные трещины возникают в результате концентрации напряжений в асфальтобетоне в зоне существующих швов и трещин основания при перемещениях плит и блоков в результате охлаждения слоев. Развиваются в асфальтобетонном покрытии на цементобетонном основании, имеющем деформационные швы, а также при укладке новых слоев асфальтобетона на старое покрытие с наличием трещин [13].

Процент отраженных трещин от швов и трещин старого цементобетонного покрытия в новое асфальтобетонное определяется по формуле

$$B = 100 / (1 + \exp(a + bt)), \quad (4.9)$$

где t – срок службы нового покрытия, лет;

a, b – параметры, определяемые в зависимости от состояния ремонтируемого цементобетонного покрытия, проектируемых мероприятий по ограничению отраженных трещин и толщины защитного слоя или слоя усиления, по формулам:

$$a = 3,5 + 0,75(0,394h - c); \quad (4.10)$$

$$b = -0,69 - 3,73(0,394h - c)^{-0,915}, \quad (4.11)$$

где c – параметр, который определяется согласно таблице 5.4, при $m_{\text{доп}} = 0,05$;

h – толщина слоя, см.

Таблица 4.4 – Значение параметра c

Защитный слой или слой усиления асфальтобетона		
Мероприятия по ограничению отраженных трещин	Коэффициент повреждения старого цементбетонного покрытия m_p	Параметр c
Без прослойки	$m_p \leq m_{доп}$	1
	$m_p \geq m_{доп}$	3
Геотекстиль	$m_p \leq m_{доп}$	0
	$m_p \geq m_{доп}$	1
ПБВ (мембрана)	$m_p \leq m_{доп}$	0
	$m_p \geq m_{доп}$	1
Слои из зернистых материалов	$m_p \leq m_{доп}$	0
	$m_p \geq m_{доп}$	1
Устройство организованных трещин в асфальтобетонном покрытии	$m_p \leq m_{доп}$	-5
	$m_p \geq m_{доп}$	-3
Полное разрушение бетона с помощью виброрезанантной технологии	$m_p \leq m_{доп}$	-10
	$m_p \geq m_{доп}$	-5

Контрольные вопросы

16. Где устраивают цементобетонные покрытия?
17. В зависимости от чего принимается толщина бетонного покрытия?
18. Какими способам устраивают защитные слои?
19. От чего зависит выбор вида защитного слоя?
20. От чего зависит толщина защитного слоя?
21. Что такое фактический предельный коэффициент разрушения покрытия?
22. Как определяется толщина слоя усиления асфальтобетона?
23. От чего зависит срок службы защитного слоя по условию образования отраженных трещин?

5 РЕГЕНЕРАЦИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Регенерация асфальтобетонных покрытий – процесс обновления старого асфальтобетона путем внесения минеральных, вяжущих материалов и улучшающих добавок с последующей укладкой смеси в покрытие и ее уплотнение. Существующее покрытие служит основанием для укладки новых слоев при усилении дорожной одежды в связи с ростом интенсивности и изменениям состава движения.

В зависимости от состояния дорожной одежды технология регенерации делится на два вида: холодную и горячую (рисунок 4.1)

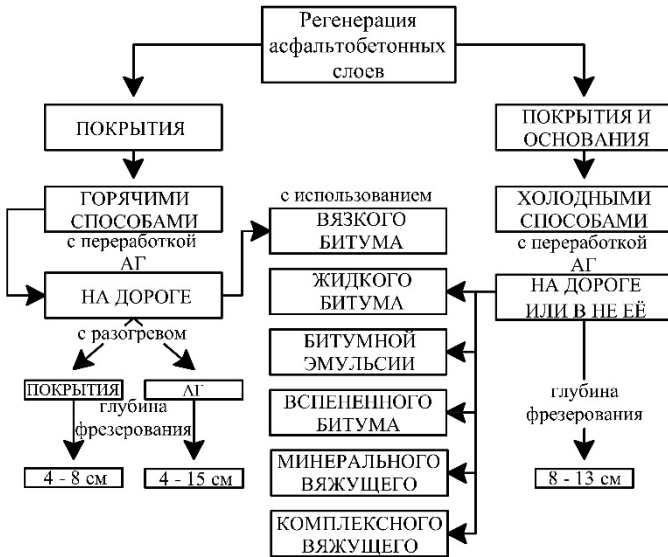


Рисунок 5.1 – Классификационная схема основных технологий регенерации

5.1 Технология холодного фрезерования

Холодная технология регенерации применяется для восстановления первоначальной прочности дорожной одежды или ее усиления. Технология применяется на трещиноватых битумосвязных слоях дорожной конструкции, которые свидетельствуют о циклическом воздействии подвижной транспортной нагрузки и температурном влиянии. Такая технология предусматривает помимо усиления дорожной конструкции устранение искажений поперечного профиля и неудовлетворительной ровности покрытия [10].

Для определения условий холодной регенерации в дорожной одежде выбуривают керны и находят величину заглабления фрезы и состава асфальтобетона.

Так как толщина регенерированного слоя всегда больше, чем глубина фрезерования, то в таком случае она может быть определена по формуле

$$h_{\text{в}} = \frac{[h_{\text{а}}(100 + Д)\gamma_{\text{а}}]}{(100\gamma_{\text{в}})}, \quad (5.1)$$

где $h_{\text{а}}$ – глубина фрезерования, см;

$Д$ – доля добавок по массе, %;

$\gamma_{\text{а}}$, $\gamma_{\text{в}}$ – средние плотности слоев старого покрытия и регенерированного слоя, г/см.

Расчетная толщина регенерированного слоя принимается из расчета по проекту. Тогда глубину фрезерования определим по формуле

$$h_{\text{а}} = (100h_{\text{в}}\gamma_{\text{в}})/(100 + Д)\gamma_{\text{а}}, \quad (5.2)$$

Подбор состава улучшенного асфальтобетона основывается на следующих основных факторах:

- корректировке гранулометрического состава минеральной части с целью получения оптимальной смеси;
- определение требуемого содержания вяжущего;
- установлении оптимального содержания воды.

Зерновой состав должен быть доведен до каркасообразующей конструкции, оптимальное содержание битума определяется аналитическим методом, основанным на определении общего количества необходимого битума в зависимости от зернового состава минеральной части по эмперической зависимости

$$P_{\text{с}} = 0,035a + 0,045b + Kc + F, \quad (5.3)$$

где a , b , c – массовые доли зерен, соответственно, крупнее 2,5 мм, мельче 2,5 мм и крупнее 0,071 мм, мельче 0,071 мм, %;

K – коэффициент, зависящий от содержания зерен мельче 0,071 мм и принимаемый равным: 0,15 ($c = 11-15\%$); 0,18 ($c = 6-10\%$) и 0,20 (c меньше 5%);

F – фактор, связанный с адсорбционной способностью минерального материала по отношению к битуму (0,7-1,0%).

Количество добавляемого битума определяем по формуле

$$P_{\text{д}} = P_{\text{с}} - P_{\text{а}}P_{\text{р}}, \quad (5.4)$$

где $P_{\text{д}}$ – массовая доля добавляемого битума в 100% смеси, %;

P_a – массовая доля битума, который содержится в старом асфальтобетоне, %;
 P_p – содержание асфальтогранулята в укрепляемой смеси, в долях единицы.

При использовании эмульсии ее количество составит

$$P_s = P_d / R, \quad (5.5)$$

где R – фактор, зависящий от содержания битума в эмульсии, принимается 0,6 - 0,7 соответственно концентрации эмульсии.

Содержание добавляемого вяжущего (битума или эмульсии) в укрепленной смеси можно определить по формуле

$$P_{d,m} = 100P_{d,э} / (100 - P_{d,э}). \quad (5.6)$$

Определенное расчетным путем количество добавляемого битума или эмульсии уточняют на основе результатов лабораторных испытаний.

Оптимальное содержание дополнительно вводимого битума составляет 1-2% сверх 100% по массе асфальтогранулята, битумной эмульсии – 2-4% [10].

5.2 Технология горячего фрезерования

Горячее фрезерование позволяет использовать машины ремиксер в технологических режимах термопланирования, термоукладки, термосмешения (рисунок 6.2)

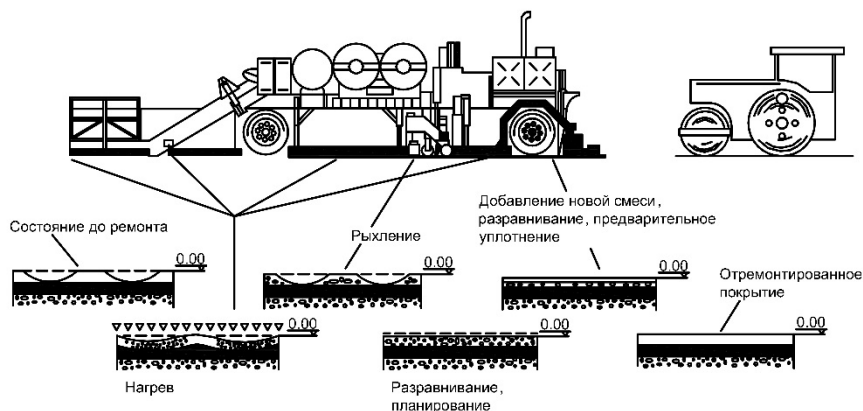


Рисунок 5.2 – Последовательность технологических операций регенерации при добавлении новой асфальтобетонной смеси

Технологический режим термопланирования наиболее прост, но имеет ограниченное применение из-за того, что его можно использовать только на

малодеформируемых покрытиях, где не нужно менять поперечные уклоны проезжей части. При этом режиме выполняются следующие технологические операции: разогрев старого покрытия, его рыхление, перераспределение разогретой разрыхленной смеси в поперечном направлении, выравнивание, выглаживание и уплотнение.

При работе в режиме термоукладки добавляются следующие операции: прием новой смеси, распределение ее в поперечном направлении по разогретой разрыхленной и выровненной старой смеси.

При работе в режиме термосмещения добавляются следующие операции: разогрев старого покрытия, его рыхление, перемещение данной смеси к центру отвала ремиксера и подача ее в мешалку, выравнивание нижележащего слоя покрытия отвалом, прием новой смеси и подача ее транспортером в мешалку, распределение перемешанной смеси, выглаживание и предварительное уплотнение.

В последних двух режимах горячее фрезерование возможно применять при ремонтах покрытий с большими амплитудами неровностей, более глубокими колеями, значительной ямочностью, нарушенными поперечными уклонами. Режим термосмещения позволяет в определенной мере корректировать состав старой смеси при частичной или полной регенерации [11].

Так как работы выполняются на одной захватке, то определяют длину сменной захватки (скорость потока) из условия выполнения работ на половине проезжей части дороги, ровной сменной производительности ремиксера

$$L_3 = \frac{(T_{см} / H_{вр})}{b} 1000, \quad (5.7)$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, ч;

b – ширина полосы ремиксирования, м;

$H_{вр}$ – норма времени на ремиксирование 1000 м² асфальтобетонного покрытия, маш.-ч.

Контрольные вопросы:

1. Что такое регенерация дорожного покрытия?
2. Когда применяется технология холодного фрезерования?
3. От чего зависит глубина фрезерования?
4. Какие факторы влияют на подбор состава асфальтобетона?
5. Как влияет зерновой состав на качество асфальтобетона?
6. Как определить количество добавляемого битума (эмульсии)?
7. От чего зависит длина сменной захватки?

6 ОГРАЖДЕНИЕ МЕСТ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ И ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ

6.1 Общие положения

Технические средства организации дорожного движения (ТСОДД) – комплекс устройств, сооружений и изображений, применяемых для обеспечения безопасности дорожного движения и повышения пропускной способности дороги.

Обустройство мест дорожных работ выполняется в целях обеспечения безопасности движения транспортных средств и пешеходов, а также работников, занятых при производстве дорожных работ, и осуществляется в соответствии с требованиями ТКП 45-1.03-40, ТКП 45-1.03-44, СТБ 1300.

Требования к применению ТСОДД определяются исходя из характера дорожных работ в соответствии с таблицей 6.1.

Таблица 6.1 – Требования к ТСОДД

Характер работ	Характеристика работы и транспортного (пешеходного) движения
1 Аварийно-восстановительные	Работы, связанные с устранением дефектов (уборка посторонних предметов) проезжей части, обочин, тротуаров и пешеходных дорожек, образовавшихся в результате стихийных бедствий, дорожно-транспортных происшествий и т. п. Зона дорожных работ и время ограничения движения транспортных средств определяется размером и характером работ по устранению дефектов
2 Подвижные	Работы по текущему ремонту и содержанию дорог или улиц с применением только перемещающихся дорожных машин и механизмов в любое время суток (уборка снега, очистка дороги от мусора, диагностические работы с использованием передвижных дорожных лабораторий и т. п.), а также выполняемые рабочими под прикрытием автомобилей сопровождения и прикрытия (нанесение разметки проезжей части, ямочный ремонт, изыскательские работы и т.п.). Движение транспортных средств ограничено в пределах перемещаемой зоны дорожных работ
3 Кратковременные	Работы по текущему ремонту и содержанию дорог или улиц, которые начинаются и заканчиваются исключительно в светлое время суток, а после их окончания проезжая часть и обочины освобождаются от дорожных машин и механизмов, ограждающих устройств, временных дорожных знаков и возобновляется беспрепятственное движение транспортных средств по всей ширине проезжей части. Движение транспортных средств ограничено в пределах стационарной зоны дорожных работ

Окончание таблицы 6.1

4 Долговременные	Работы, выполняемые в течение более одной смены. Движение транспортных средств ограничено в пределах стационарной зоны дорожных работ
------------------	---

Примечание – Маячок оранжевого цвета должен быть включен во время производства работ на автомобилях сопровождения и прикрытия.

Образец схемы установки ТСОДД приведен на рисунке 6.1.

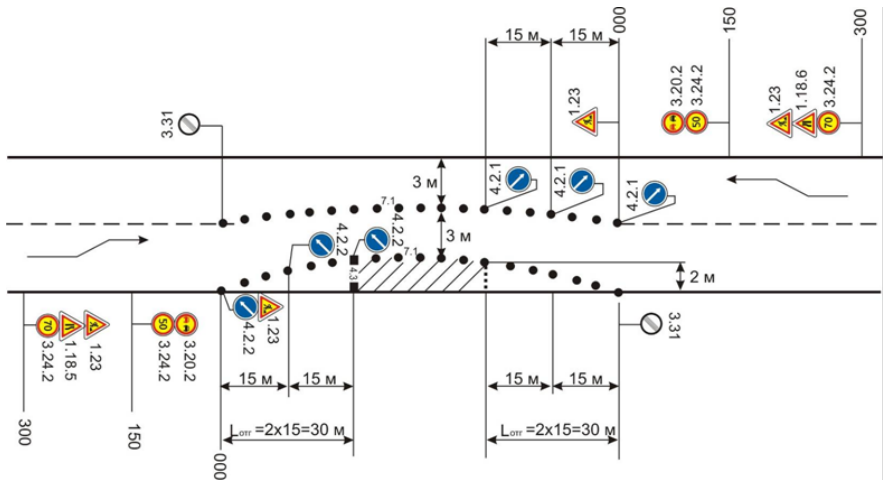


Рисунок 6.1 – Схема установки ТСОДД

Кратковременные и долговременные работы должны выполняться только при наличии разработанных и утвержденных планами обустройства мест производства работ. Планы обустройства мест дорожных работ разрабатываются на основании проектов организации строительства, реконструкции, ремонта и планов содержания дорог, улиц населенных пунктов.

Выбор ТСОДД для обустройства мест производства работ осуществляется на стадиях разработки технологических карт, технологических регламентов, проектов организации и планов строительства, реконструкции, ремонта и содержания дорог, улиц и дорог населенных пунктов в соответствии с требованиями, приведенными ТКП 172 [12, приложение В].

При кратковременных и долговременных работах строительные материалы, излишний грунт, машины, механизмы и оборудование должны размещаться только в зоне строительной площадки.

Ответственность за организацию обустройства мест производства работ возлагается на руководителя организации, производящей работы. Ответственность за соблюдение требований при производстве работ возлагается на должностное лицо, ответственное за производство работ.

6.2 Общие требования к установке ТСОДД в местах производства дорожных работ

При разработке схем по установке ТСОДД в местах производства дорожных работ необходимо выполнение условий:

- предварительное предупреждение водителей транспортных средств и пешеходов об опасности, связанной с дорожными работами;
- четкое обозначение направления объезда имеющихся на проезжей части препятствий, а при устройстве объезда ремонтируемого участка - его маршрута;
- создание безопасного режима движения транспортных средств и пешеходов в зоне дорожных работ (канализирование движения транспортных потоков при подъезде к опасному участку, ограничение скорости движения, выделение зон безопасного передвижения пешеходов и т. п.);
- создание безопасных условий труда для работников, выполняющих дорожные работы.

Планирование дорожных работ без закрытия транзитного движения на участке дороги или улицы допускается в период суток, когда часовая интенсивность движения менее показателей пропускной способности участка дороги или улицы с учетом их сужения, вызванного производством работ.

Для предварительных расчетов при решении вопросов о закрытии движения по улицам населенных пунктов нагрузку на одну полосу движения следует принимать в приведенных в соответствии с ТКП 45–3.03-227 к одному расчетному автомобилю единицах транспортных средств в час:

- при режиме непрерывного движения – 1200-1500 ед./ч;
- при регулируемом движении – 500-700 ед./ч.

Для предварительных расчетов при решении вопросов о закрытии движения по автомобильным дорогам вне населенных пунктов максимальную пропускную способность дорог (одной полосы) без действия параметров снижения пропускной способности следует принимать в приведенных единицах по ТКП 45-3.03-19 для:

- двухполосной дороги 2000 ед./ч (в обоих направлениях);
- трехполосной дороги 4000 ед./ч (в обоих направлениях);
- четырехполосной дороги 2000 ед./ч (по одной полосе);
- шестиполосной дороги 2200 ед./ч (по одной полосе);
- восьмиполосной дороги 2300 ед./ч (по одной полосе).

От начала зоны дорожных работ до начала зоны строительной площадки (от конца зоны строительной площадки до конца зоны дорожных работ) должно быть обеспечено плавное изменение траектории движения транспортных средств на протяжении $L_{отг}$. Протяженность $L_{отг}$ определяется в зависимости от установленных скоростей движения на подходах к зоне строительной площадки и ширины зоны строительной площадки $H_{сп}$ по таблице 6.2.

Ширина одной полосы для пропуска транспортных средств должна быть не менее ширины основной полосы движения. В исключительных случаях допускается уменьшение полосы движения до 3,0 м.

Таблица 6.2 – Расстояние от начала зоны работ до зоны строительной площадки

Установленная скорость движения на подходе к зоне дорожных работ, км/ч	$L_{отг}$ $H_{сп}$
До 40 включ.	10:1
Св. 40 до 60 включ.	20:1
Св. 60	50:1

В зоне производства дорожных работ ограничение скорости движения менее 40 км/ч, как правило, не допускается. При соответствующем обосновании (коэффициенте сцепления колеса автомобиля с поверхностью дороги, улицы меньше 0,3, крайне неудовлетворительном качестве покрытия, специфических условиях производства работ и т.п.) допускается ограничение скорости движения до 20 км/ч.

При кратковременных и долговременных работах ограждения первой группы применяются совместно с направляющими устройствами.

В условиях слепящего действия фар встречных транспортных средств в темное время суток и недостаточной видимости дороги направляющие устройства при кратковременных и долговременных работах применяются совместно со светосигнальными устройствами.

При невозможности установки светосигнальных устройств в условиях недостаточной видимости дороги кратковременные работы должны немедленно прекращаться и обеспечиваться безопасный пропуск транспортных средств по всей ширине дороги.

Для плавного и безопасного изменения скорости движения транспортных средств перед зоной дорожных работ последовательное снижение скорости необходимо производить ступенями с шагом не более 20 км/ч. Временные дорожные знаки, регламентирующие ступенчатое ограничение скоростей, располагают друг от друга на расстоянии не менее 100 м вне населенных пунктов и не менее 50 м в населенных пунктах. Число знаков, ограничивающих скорость, зависит от разности скоростей до и после ограничения.

Для разделения встречных потоков транспортных средств в зоне дорожных работ, обозначения рядности и обеспечения безопасной траектории движения используют направляющие устройства, а также устраивают разметку проезжей части. При плотности транспортного потока свыше 37 авт./км и интенсивности движения свыше 89% от пропускной способности дороги, улицы для разделения встречных потоков транспортных средств применяются дорожные ограждения первой группы.

При выполнении небольших по протяженности подвижных дорожных работ для обеспечения наименьшей потери времени проходящих транспортных средств длину закрываемого участка следует выбирать минимальной с учетом требований технологии работ и безопасности движения.

Расстановку ТСОДД, применяемых для обустройства мест дорожных работ, осуществляют непосредственно перед началом производства работ.

ТСОДД в местах производства дорожных работ должны устанавливаться в следующем порядке:

– дорожные знаки. Первыми устанавливают дорожные знаки наиболее удаленные от места дорожных работ (сначала в направлении полосы движения, противоположной той, на которой предусмотрено проведение работ). При установке дорожных знаков должна соблюдаться следующая очередность: знаки приоритета; предупреждающие дорожные знаки; запрещающие дорожные знаки; предписывающие дорожные знаки; информационно-указательные знаки (таблички);

– дорожные светофоры;

– направляющие устройства;

– дорожные ограждения второй группы; д) дорожные ограждения первой группы.

Временные предупреждающие и запрещающие дорожные знаки после обозначенных перекрестков повторяются в соответствии с требованиями СТБ 1300.

Демонтаж ТСОДД, применяемых для обустройства мест дорожных работ, осуществляют в обратной последовательности.

Постоянные ТСОДД, действие которых распространяется на участок производства работ, но противоречит принятой схеме организации движения, на период дорожных работ должны быть сняты или закрыты чехлами.

6.3 Особенности установки ТСОДД в местах производства дорожных работ на улицах населенных пунктов

При разработке планов по обустройству мест дорожных работ необходимо учитывать преимущество в движении маршрутных транспортных средств.

При возможности остановочные пункты маршрутных транспортных средств необходимо выносить из зоны дорожных работ и временно располагать их на расстоянии 30-40 м до начала и 15-25 м после окончания зон дорожных работ с учетом обеспечения безопасных условий движения пешеходов и пассажиров (устройство посадочных площадок, пешеходных переходов и тротуаров).

На участках долговременных дорожных работ светосигнальные устройства в поперечном направлении следует устанавливать по краям закрываемой ширины проезжей части и один – посередине; в продольном направлении – совместно со знаками 4.2.1 (4.2.2).

На участках работ под путепроводами, эстакадами или в тоннелях необходимо устанавливать дорожные ограждения первой группы только со светосигнальными устройствами по контуру ограждения. Светосигнальные устройства должны быть включены круглосуточно. Допускается использование в качестве ограждений автомобилей сопровождения (прикрытия) с включенными проблесковыми маячками оранжевого цвета.

Нетранспортабельные дорожно-строительная техника и материалы должны находиться только в зоне строительной площадки.

Контрольные вопросы

1. С какой целью устанавливаются ТСОДД?
2. Как классифицируются дорожно-строительные работы в зависимости от характера их производства?
3. Когда осуществляется выбор ТСОДД для обустройства мест производства работ?
4. Как классифицируются дорожные ограждения?
5. От каких параметров зависит протяженность $L_{отг}$?
6. Какой должна быть ширина одной полосы для пропуска транспортных средств?
7. Когда осуществляют расстановку ТСОДД, применяемых для обустройства мест дорожных работ?
8. В каком порядке устанавливаются ТСОДД в местах производства дорожных работ?
9. Где должны находиться нетранспортабельные дорожно-строительная техника и материалы, при производстве дорожных работ?

ЛИТЕРАТУРА

1. Технический кодекс установившейся практики. ТКП 45-3.03-19-2006 (02250) Автомобильные дороги. Правила проектирования. – Мн. – Министерство архитектуры и строительства РБ, 2006. – 42 с.
2. Технический кодекс установившейся практики. ТКП 45-3.03-112-2008 (02250). Автомобильные дороги. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования – Мн. – Министерство архитектуры и строительства РБ, 2009. – 84 с.
3. Технический кодекс установившейся практики. ТКП 140-2015 (33200) Автомобильные дороги. Порядок выполнения диагностики. – Мн. – Министерство архитектуры и строительства РБ, 2006. – 42 с.
4. СТБ 1566-2005. Дороги автомобильные. Методы испытаний. – Мн. – Министерство архитектуры и строительства РБ, 2005. – 19 с.
5. СТБ 1291-2007. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. – Мн. – Госстандарт, 2007. – 25 с.
6. Технический кодекс установившейся практики. ТКП 059-2012 (02191). Автомобильные дороги. Правила устройства. – Мн. – Министерство архитектуры и строительства РБ, 2012. – 86 с.
7. Технический кодекс установившейся практики. ТКП 068-2011 (02191). Автомобильные дороги. Классификация и состав работ по строительству, реконструкции и капитальному ремонту. – Мн. – Департамент «Белавтодор» Мин-ва трансп. и коммуникаций, 2011. – 12 с.
8. Технический кодекс установившейся практики. ТКП 069-2014 (02190). Автомобильные дороги. Классификация и состав работ по текущему ремонту и содержанию. – Мн. – Департамент «Белавтодор» Мин-ва трансп. и коммуникаций, 2012. – 42 с.
9. Технический кодекс установившейся практики. ТКП 094-2012 (02191). Автомобильные дороги. Правила устройства асфальтобетонных покрытий и защитных слоев. – Мн. – Департамент «Белавтодор» Мин-во трансп. и коммуникаций, 2014. – 17 с.
10. Содержание и ремонт автомобильных дорог: методическое пособие к лабораторным работам для студентов специальности 1-37 03 01 «Автомобильные дороги» / И.И.Леонович, Ж.В.Реут, С.Н.Соболевская. – Минск: БНТУ, 2011. – 57 с.
11. Автомобильные дороги. Строительство, ремонт, эксплуатация / Л.Г.Основина и др. – Ростов н/Д: Феникс, 2011. – 490, [1] с. : ил. – (Справочник).

12. Технический кодекс установившейся практики. ТКП 172-2009 (02191). Обустройство мест производства работ при строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог и улиц населенных пунктов. – Мн. – Департамент «Белавтодор» Мин-во трасп. и коммуникаций, 2009. – 51 с.

13. Диагностика автомобильных дорог: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-37 03 01 «Автомобильные дороги» / И.И.Леонovich, С.В.Богданович. – Минск: БНТУ, 2012. – 226 с.

14. Справочник дорожного мастера. Строительство, эксплуатация и ремонт автомобильных дорог / Под ред. С.Г.Цупикова. – М.: «Инфра – Инженерия», 2007. – 928 с.

15. Дорожный методический документ ДМД 02191.5. 002-2006. Рекомендации по назначению ремонтных мероприятий с учетом расчетных межремонтных сроков службы дорожных конструкций. – Мн. – Департамент «Белавтодор» Мин-во трасп. и коммуникаций, 2006. – 21 с.