

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ПО АВТОМОБИЛЬНЫМ ДОРОГАМ
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНО-СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ,
СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

На правах рукописи

УДК 625.7/.8(075.8)

**АКБАРОВ ЭРКИН ХОЛДАРАЛИ УГЛИ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ И СПОСОБОВ
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ, ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ
ТРЕЩИН НА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЯХ**

Специальность 5А340801 – “Автомобильные дороги и аэродромы”

**ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание степени магистра**

**Научный руководитель:
т.ф.н. Эшонкулов А.У.**

Ташкент – 2018

Содержание

	стр.
Введение	10
Глава 1. Теоретическая оценка современного состояния эксплуатации автодорог	14
1.1. Оценка технического уровня и эксплуатационного состояния автодорог	14
1.2. Установление вида и состава работ по ремонту и содержанию автодорог по результатам оценки их состояния	23
1.3. Современное состояние нормативных документов, регулирующих и регламентирующих оценки, методов, способов и технологий эксплуатации автодорог	26
1.4. Цель и задачи	37
Выводы по главе 1	38
Глава 2. Существующие методы и способы предупреждения, предотвращения и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий	39
2.1. Общие закономерности изменений состояния автодорог в процессе эксплуатации	39
2.2. Процессы развития и основные причины образования трещин, их влияние на состояние дорожной одежды и движение автомобилей	43
2.3. Анализ и оценка современного состояния состава и структуры работ по ремонту трещин асфальтобетонных покрытий	47
2.4. Технологии, машины и оборудования для ремонта трещин асфальтобетонных покрытий	52
2.5. Материалы, применяемые для ремонта трещин асфальтобетонных покрытий	59
2.6. Фактические проводимые работы по предупреждению,	

предотвращению и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий дорожно-эксплуатационными службами республики	67
Выводы по главе 2	69
Глава 3. Разработка рекомендаций по предупреждению, предотвращению и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий	70
3.1. Разработка концептуальной схемы предупреждения, предотвращения и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий	70
3.2. Рекомендации по предупреждению трещин асфальтобетонных покрытий	73
3.3. Рекомендации по предотвращению и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий	75
3.4. Рекомендации по технологиям ремонта трещин на основе обобщения отечественного и зарубежного опыта использования новых материалов и оборудования	77
Выводы по главе 3	82
Общие выводы	83
Список использованной литературы	85
Приложения	

Введение

Дорожная система сообщений является одной из величайших достижений мировой цивилизации и занимает одно из определяющих мест в экономической, социальной и политической жизни любой страны.

Скоростные автомагистрали стали отличительным признаком промышленно развитых стран. Поэтому, одним из приоритетных направлений стратегии социально-экономического развития Узбекистана стало развитие дорожно-транспортной инфраструктуры страны.

В настоящее время дорожное хозяйство Узбекистана представляет собой сложную высокоинтегрированную совокупность дорожных объектов и сооружений, а также элементы инженерной, рыночной и социальной инфраструктуры. Его роль определяется не только тем, что оно удовлетворяет потребности в перевозках отечественных производителей и обеспечивает занятость населения республики, но и формирует экономический потенциал страны, служит важным источником валютных поступлений, поступающих от транзитных перевозок. Однако, отсутствует комплексная система удовлетворения потребностей по внутренним перевозкам, недостаточен уровень безопасности, соответствующего современным мировым техническим стандартам. Достаточно сказать, что международными соглашениями Узбекистан является партнером в реализации транзитных перевозок по проекту «Великий шелковый путь» и участником ряда конвенций и соглашений. Но для эффективной и органичной интеграции Узбекистана в мировую дорожную систему, необходимо создание помимо качественной дорожной сети, которая позволит достичь существенных результатов в экономике страны.

Трещины являются наиболее распространенным видом дефектов дорожных одежд. Причинами образования трещин являются:

- недостаточная прочность дорожной одежды и земляного полотна;
- большие перепады температур от положительных к отрицательным;
- недостаточная трещиностойкость асфальтобетонных покрытий;

- различие теплофизических свойств материалов слоев смежных покрытий;
- неравномерное уплотнение земляного полотна и слоев дорожной одежды;
- образование пучин, сопровождающееся возникновением сетки трещин в дорожной одежде.

Наличие трещин на покрытии и в дорожной одежде оказывает очень большое влияние на прочность и срок службы дорожной одежды. Трещины нарушают целостность и монолитность дорожной одежды, разделяя ее на отдельные, не связанные между собой блоки. В результате нагрузка от колеса автомобиля передается на значительно ослабленную конструкцию, распределяется на меньшую площадь, создавая в них повышенные напряжения и деформации. Через трещины вода проникает в основание и земляное полотно и значительно ослабляет их прочность и несущую способность.

Не заделывание на ранней стадии трещин и выбоин, опоздание ремонта на 2-3 месяца приводит увеличению стоимости ремонта в 3-5 раз.

Цель исследования- магистерской работы является проведение исследований по совершенствованию методов и способов предупреждения, предотвращения и ликвидации трещин на асфальтобетонных покрытиях.

Задачами исследования для достижения цели являются:

- изучение нормативных документов, регулирующих и регламентирующих оценки, методов, способов и технологий эксплуатации автодорог, в том числе предупреждения, предотвращения и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий;
- изучение установления вида и состава работ по ремонту и содержанию автодорог по результатам оценки их состояния;
- исследование закономерностей изменений состояния автодорог в процессе эксплуатации, в том числе развития и основных причин образования трещин;

- выполнение анализа и оценки состава и структуры работ, технологии, машины и оборудования, материалов для ремонта трещин асфальтобетонных покрытий;
- разработка рекомендаций по совершенствованию методики и технологий по предупреждению, предотвращению и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий.

Методология основана на теоретические исследования. Методы исследования: натурные обследования и статистическая обработка результатов обследований и исследований.

Научная новизна работы- заключается в совершенствовании методики и технологий по предупреждению, предотвращению и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий

Практическая значимость работы является:

- разработанные рекомендации по совершенствованию методики и технологий по предупреждению, предотвращению и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий могут быть использованы при разработке нормативно-технических документов в области эксплуатации автомобильных дорог общего пользования;
- разработанные рекомендации могут быть полезны магистрантам, научным сотрудникам, занимающимся вопросами в области эксплуатации автомобильных дорог.

По материалам исследований, проведенных в процессе работы над данной диссертацией, было осуществлена публикация научно-исследовательской статьи в сборниках Республиканской научной и научно-технической конференции «Перспективы подготовки высококвалифицированных кадров для предприятий автомобильно-дорожного комплекса Республики Узбекистан» и «Долзарб муаммолар ва ривожланиш тенденциялари».

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, приложений и списка литературы из 33 наименований. Общий объем работы – 80 страниц, включая приложений, в том числе 6 рисунков и 8 таблиц.

Первая глава посвящена оценке современного состояния эксплуатации автодорог

Во второй главе выполнен литературный анализ и оценка существующих методов и способов предупреждения, предотвращения и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий.

В третьей главе рассмотрены возможности развития и совершенствования методов и способов предупреждения, предотвращения и ликвидации трещин на асфальтобетонных покрытиях.

Глава 1. Теоретическая оценка современного состояния эксплуатации автодорог

1.1. Оценка технического уровня и эксплуатационного состояния автодорог

Оценка технического уровня и эксплуатационного состояния представляет собой определение степени соответствия нормативным требованиям фактических потребительских свойств автодорог, их основных параметров и характеристик. Цель оценки состоит в том, чтобы определить фактическое транспортно-эксплуатационное состояние дорог и дорожных сооружений, инженерного оборудования и обустройства, а также уровень эксплуатационного содержания, сопоставить их с требуемым, установить участки дорог, не отвечающие требованиям, выявить основные причины снижения транспортно-эксплуатационных показателей и наметить мероприятия по их повышению.

Существующие методы оценки состояния автодорог можно разделить по ряду признаков: оцениваемому показателю, полноте охватываемых оценкой элементов, периодичности оценки, объёму оценки, критериям оценки и т.д.

По оцениваемым показателям выделяют:

- а) методы оценки технико-эксплуатационных качеств или характеристик дороги, т.е. технических параметров и физических характеристик дороги, таких как прочность дорожной одежды, ровность, шероховатость и сцепные качества покрытий, устойчивость земляного полотна, а также инженерного оборудования и обустройства (знаков, ограждений, автобусных остановок, АЗС, мотелей и т.д.);
- б) методы оценки транспортно-эксплуатационных показателей дороги или ее потребительских свойств, таких как обеспеченная дорожной скоростью, удобство и безопасность движения, пропускная способность, допустимая осевая нагрузка и общая масса автомобилей, эргономические, эстетические, экологические свойства дороги и т.д.;

в) методы оценки показателей совместной работы дороги и автомобилей или технико-экономических показателей работы автотранспорта на данной дороге, таких как средняя скорость транспортного потока, производительность автомобилей, расход топлива и износ шин, себестоимость перевозок, количество дорожно-транспортных происшествий и т.д.

По полноте оцениваемых элементов или показателей выделяют:

а) методы оценки отдельных элементов, параметров, характеристик или показателей (методы раздельной оценки);

б) методы оценки группы элементов, параметров, физических характеристик или показателей;

в) методы оценки комплекса, т.е. всех или большинства основных элементов, параметров, характеристик или показателей, так называемые методы комплексной оценки.

Методы раздельной оценки технических параметров и характеристик дорог, а также элементов инженерного оборудования и обустройства применяют в случае необходимости проверки соответствия нормативным требованиям только этих параметров или элементов и соответственно назначения ремонтных работ только по этим параметрам или элементам.

Наиболее часто таким методом оценивают состояние проезжей части: прочность дорожной одежды, ровность, сцепные качества, шероховатость, колейность, трещины и ямочность на покрытиях и т.д. Методами раздельной оценки могут быть оценены также и отдельные транспортно-эксплуатационные показатели дороги: скорость движения, пропускная способность, безопасность движения и др.

По степени объективности оценки выделяют:

а) субъективные, или визуальные методы оценки, основанные на результатах визуального осмотра дороги и дорожных сооружений специалистами-экспертами. При этом различают визуальную диагностику, т.е. сбор информации о видимых параметрах и характеристиках состояния

дороги и визуальную оценку состояния, т.е. сравнение этих характеристик с нормативными требованиями;

б) объективные методы оценки, основанные на результатах измерений параметров и характеристик дорог и дорожных сооружений, выполняемых при помощи приборов, установок и передвижных лабораторий;

в) смешанные методы оценки, когда часть параметров и характеристик оценивается по результатам визуального осмотра, а часть – по результатам объективных измерений.

По числу критериев или показателей оценки выделяют однокритериальные и многокритериальные методы оценки.

Любая оценка может считаться достоверной только тогда, когда оцениваемый показатель измерен количественно и сопоставлен с нормативным или эталонным значением этого показателя. Для оценки состояния автодорог наибольшее распространение нашел метод комплексной оценки транспортно-эксплуатационного состояния дорог по обеспеченности её потребительских свойств и метод отдельной оценки технических параметров и характеристик дорог путём сравнения их фактических значений с нормативными.

В любом случае оценка состояния производится на основании результатов диагностики, которая всегда предшествует оценке состояния дорог. Объективная оценка состояния может выполняться одновременно с диагностикой, но не может предшествовать ей.

Общие принципы метода визуальной оценки состояния дорог. Визуальный осмотр, обследование и простейшие измерения могут применяться как самостоятельный способ упрощённой диагностики и оценки состояния дороги, на основании которой ориентировочно могут быть выявлены и дифференцированы участки с различным транспортно-эксплуатационным состоянием, в первом приближении установлены виды и причины деформаций и разрушений, назначены ремонтно-восстановительные и профилактические мероприятия, определены объёмы

работ и требуемые затраты на ремонт и содержание. Кроме того, визуальный осмотр и оценка, как правило, проводятся на первом этапе работ по объективной оценке состояния дороги, а также при оценке качества ремонта и содержания. В практической деятельности дорожных организаций визуальную оценку широко применяют для оценки как состояния дороги и всех дорожных сооружений в целом, так и отдельных элементов и сооружений дорог. Наиболее часто применяются визуальные методы оценки состояния дорожных одежд и покрытий.

В чистом виде визуальная оценка применяется редко. Обычно она выполняется с применением простейших средств измерения, записи информации с помощью портативных диктофонов, киносъёмки или телесъёмки, средств автоматической записи и отработки результатов оценки и т.д.

Различают два основных способа визуальной оценки. В первом способе высококвалифицированный эксперт-дорожник или группа специалистов проходят пешком или проезжают на автомобиле с малой скоростью (10-20 км/час) с остановками весь участок дороги, осматривают состояние поверхности и дорожных сооружений, проводят простейшие измерения, заносят всю информацию в журнал, диктофон или переносной компьютер. При этом координаты места нахождения дефектов, деформаций и разрушений определяют в привязке к километровым и пикетным столбам или измеряют по спидометру.

Во Франции для этих целей разработана система DESY (сокращенно от слов DecriSystem). Она состоит из микроЭВМ типа PC; двух специальных клавиатур, каждая клавиша которой имеет свой символ, означающий ту или иную информацию; набора программ по обработке собранных данных.

Во втором способе на автомобиле устанавливают видеокамеру и из движущегося автомобиля снимают весь участок дороги. Есть два варианта съёмки поверхности дороги.

После проявления снятые кадры просматривают на экране, отмечают и измеряют все дефекты, деформации и разрушения покрытия и дорожкой одежды.

В МАДИ (ГТУ) разработана система видеокомпьютерной съемки в дневное время и автоматизированной фиксации состояния дорожного покрытия и характера его повреждений.

Визуальная оценка состояния покрытия и дорожной одежды. Это наиболее часто применяемый в различных странах вид визуальной оценки состояния дорог. В России впервые для этих целей в 1953 г. была предложена трёхбалльная шкала оценки прочности дорожной одежды, разработанная СоюзДорНИИ. Прочность оценивали экспертным путем по наличию на покрытии трещин, сетки трещин и разрушений. В зависимости от состояния дорожной одежды оценка колеблется от I до III баллов. В дальнейшем оценка качества была дополнена оценкой ровности. На участках с прочной дорожной одеждой (оценка I балл) оценивают ещё и состояние покрытия по ровности. Оценка покрытия по ровности колеблется от 1 балла (отличное состояние) до 4 баллов (неудовлетворительное состояние). Таким образом, состояние дорожной одежды по прочности и ровности оценивают с помощью двойной шкалы: I/1, I/2 - I/4, II, III.

Развитием метода оценки состояния дорожной одежды по прочности на основе результатов визуального осмотра состояния дороги установлена корреляционная зависимость между видами, характером и количеством дефектов покрытия и дорожной одежды и коэффициентом запаса прочности (таблица 1.1).

Разработанный метод визуальных наблюдений за состоянием дорожной одежды позволяет во многих случаях заменять методы инструментальных испытаний. Сущность этого метода состоит в том, что, фиксируя фактическое состояние дорожной одежды (трещины, сетка трещин, просадка, колея и др.), можно оценить интегрально за прошлый период службы одежды процесс накопления дефектов и соответственно ее прочностное состояние.

Таблица 1.1

Зависимость между видами, характером и количеством дефектов покрытия и дорожной одежды и коэффициентом запаса прочности

№ п/п	Состояние покрытия и характер повреждения	Коэффициент прочности, $K_{пр}$
1	Без дефектов и отдельные трещины на расстоянии более 40 м	1,00
2	Отдельные трещины на расстоянии 20-40 м между трещинами	0,98-1,00
3	То же, на расстоянии между соседними трещинами 10-20 м	0,95-0,98
4	Редкие трещины на расстоянии между соседними трещинами 8-10 м	0,90-0,95
5	То же, 6-8 м	0,88-0,90
6	То же, 4-6 м	0,85-0,88
7	Частые трещины на расстоянии между соседними трещинами 3-4 м	0,80-0,85
8	То же, 2-3 м	0,78-0,80
9	То же, 1-2 м	0,75-0,78
10	Сетка трещин при относительной площади, занимаемой сеткой менее 30 %	0,70-0,75
11	То же, от 60 до 30 %	0,68-0,70
12	То же, 90-60 %	0,65-0,68
13	Искажение продольного микропрофиля и поперечного профиля (волны, колея)	0,68-0,70
14	Просадки при относительной площади просадок до 20 %	0,60-0,65
15	То же, от 50 до 20 %	0,58-0,60
16	То же, более 50 %	0,55-0,58
17	Проломы дорожной одежды при относительной площади проломов менее 10 %	0,60-0,65
18	То же, от 30 до 10 %	0,58-0,60
19	То же, более 30 %	0,50-0,58

Наличие современного оборудования для видеокomпьютерной съемки позволяет упростить и автоматизировать процесс фиксации состояния дорожной одежды и характер повреждений. В МАДИ (ГТУ) разработана методика обработки результатов видеокomпьютерной съёмки состояния дорожной одежды [15].

Визуальную оценку состояния дорожной одежды осуществляют ежегодно на всех дорогах в весенний период после снеготаяния до начала ослабления дорожной одежды. Одной из задач этого осмотра является выявление участков, на которых необходимо провести инструментальные измерения прочности дорожной одежды, т.е. тех участков, где есть сомнения

в этой прочности. Оценку выполняет группа в составе: инженер (руководитель группы), техник и водитель автомобиля.

Визуальную оценку производят в процессе проезда автомобиля со скоростью, позволяющей фиксировать имеющиеся на покрытии дефекты (10-20 км/ч). Для удобства осмотра специалист, производящий этот осмотр, садится рядом с водителем, а ведущий записи располагается сзади.

При необходимости более подробного осмотра отдельных участков (уточнение характера дефекта) или проведения измерений (измерений глубины колеи) автомобиль проезжает вперед от места дефекта на 5-10 м, инженер и техник выходят из автомобиля и двигаются по обочине в направлении, обратном движению.

В процессе визуальной оценки состояния дорожной одежды ее делят на однотипные участки длиной от 100 до 1000 м, границы которых назначают по близким состояниям одежды. Расстояния устанавливают по спидометру автомобиля. Внутри каждого участка назначают частные участки с практически одинаковым состоянием одежды. В случае наличия нескольких дефектов оценку назначают по дефекту, дающему наиболее низкое его значение коэффициента запаса прочности.

Методика комплексной оценки качества и состояния дорог по их потребительским свойствам. Метод разработан проф. А.П. Васильевым на основании многолетних исследований, выполненных в МАДИ, Гипродорнии и других организациях [16, 17, 18]. Он основан на том, что в рыночных условиях конечным результатом деятельности дорожных организаций как при строительстве новых, так и при эксплуатации существующих дорог является обеспечение высоких потребительских свойств дорог, через которые дорожная отрасль осуществляет свой вклад в технико-экономические показатели работы автомобильного транспорта, в социальное и экономическое развитие регионов. С этих позиций к дорогам вполне применимо определение, что качество продукции - это комплекс ее

потребительских свойств, обуславливающих способность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением продукции.

Цель диагностики и оценки состояния заключается в определении степени соответствия фактических транспортно-эксплуатационных показателей нормативным требованиям к потребительским свойствам дорог. Интегральным показателем, наиболее полно отражающим все основные транспортно-эксплуатационные показатели, принята скорость движения, выраженная через коэффициент обеспеченности расчетной скорости.

Рассматриваемый метод применяется для оценки качества проекта строительства, реконструкции или ремонта дороги, качества дороги в момент сдачи её в эксплуатацию после строительства, реконструкции или ремонта, а также качества и транспортно-эксплуатационного состояния дороги, находящейся в эксплуатации.

Под качеством дороги понимают степень соответствия показателей технического уровня, эксплуатационного состояния, инженерного оборудования и обустройства, а также уровня содержания нормативным требованиям, обеспечивающим потребительские свойства дороги данной категории.

Оценку потребительских свойств дороги или её транспортно-эксплуатационных показателей выполняют применительно к работе дороги и её состоянию в осенне-весенний период года, когда все достоинства и недостатки дороги проявляются наиболее полно. В сухое теплое время года при благоприятных условиях погоды фактические транспортно-эксплуатационные показатели могут быть выше, чем в осенне-весенний период. Поэтому результаты обследований, выполненных в сухое тёплое время года, приводятся к расчётным осенне-весенним условиям работы дороги.

Сводные результаты оценки технического уровня и эксплуатационного состояния автодорог. Общую оценку качества и состояния автомобильной дороги выполняют:

- после завершения работ по диагностике для выявления степени соответствия фактического состояния дороги нормативным требованиям по потребительским свойствам и назначения мероприятий по ремонту или реконструкции дороги;
- после разработки плана мероприятий по ремонту или реконструкции дороги или сети дорог для определения ожидаемого уровня транспортно-эксплуатационного состояния, сравнения его с нормативами и расчёта ожидаемой эффективности намеченных мероприятий;
- ежегодно после окончания ремонтно-строительного сезона или сразу после окончания работ по ремонту или реконструкции для оценки фактического состояния и фактической динамики его изменения в результате выполненных работ, а также оценки их эффективности и составления плана дальнейших действий.

Результаты расчётов заносят в карточку оценки качества автодороги (участка дороги).

На основании анализа оценки качества и состояния автодорог и дорожной сети намечают основные пути повышения транспортно-эксплуатационных свойств дорог, последовательность и очерёдность выполнения работ по реконструкции, ремонту и содержанию.

1.2. Установление вида и состава работ по ремонту и содержанию автодорог по результатам оценки их состояния

Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования, утвержденная постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 1 ноября 2006 года №226 «О совершенствовании организации и обеспечения контроля качества строительства и эксплуатации автомобильных дорог общего пользования» [4], а также измененная и дополненная постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 31 декабря 2011 года №352 «О внесении изменений и дополнения в Классификацию работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования»[5] устанавливает виды и составы работ по ремонту и содержанию автодорог, которые являются основанием для обоснования направлений использования средств, прогнозирования расходов на ремонт и содержание автодорог.

В Классификации работы по ремонту и содержанию автодорог подразделяются на следующие виды:

- а) по ремонту: капитальный ремонт; текущий ремонт;
- б) по содержанию: линейное содержание; зимнее содержание; озеленение.

Классификация устанавливает, что:

- объемы работ по ремонту автодорог, подлежащих ремонту в целом по их сети, определяются на основании результатов технического обследования (диагностики и оценки) состояния дорог и дорожных сооружений с учетом действующих межремонтных сроков службы дорожных одежд и покрытий;
- объемы работ по конкретным дорогам и участкам автодорог, подлежащих тому или иному виду ремонта, и сроки их выполнения определяются путем сопоставления фактического состояния автодорог и дорожных сооружений с установленными критериями для назначения соответствующих видов ремонта;
- требуемый вид ремонта, состав и объемы работ по ремонту каждой автодороги и ее участка устанавливаются на основании результатов

технического обследования (диагностики и оценки) их фактического состояния, инженерных изысканий, испытаний и обследований в объеме, позволяющем сопоставить это состояние с критериями назначения соответствующего вида ремонта.

В состав изучения и оценки состояния автодорог входят:

- техническое обследование – процесс, который включает в себя контроль, испытание, анализ и оценку элементов автодорог и дорожных сооружений в целях выяснения эксплуатационных качеств, целесообразности ремонта автодорог;

- технический осмотр автодороги – проводится сезонно (весенний и осенний периоды), по результатам которого разрабатывается полный перечень мероприятий, связанных с организацией безопасного движения, повышением транспортно-эксплуатационных качеств автодороги и улучшением ее геометрических элементов и дорожных сооружений;

- диагностика автодорог – является основным элементом в системе сбора информации по состоянию автодорог и включает определение технического состояния, в котором находится автодорога в рассматриваемый период времени, прогнозирование технического состояния, в котором окажется автодорога по истечении определенного периода времени, выяснение первопричин возникновения тех или иных дефектов на автодорогах.

При текущем ремонте автодорог выполняют комплекс ремонтных работ по восстановлению, с целесообразным улучшением эксплуатационных показателей, направленных на обеспечение надежности и комфортности отдельных участков или элементов автодорог. Критерием для назначения текущего ремонта автодороги являются результаты технических обследований и технических осмотров состояния дорожного покрытия и дорожных сооружений, при котором ровность и сцепные качества покрытия снизились до предельно допустимых значений, или когда на элементах автодороги и дорожных сооружениях накопились деформации и разрушения.

К текущему ремонту дорожной одежды относятся, в том числе

следующие работы по ликвидации трещинообразования:

- ремонт и заполнение швов в цементобетонных покрытиях;
- заделка ям, трещин, выбоин, колеи, исправление просадок, кромок, бордюров на всех типах покрытий;
- восстановление изношенных верхних слоев дорожных покрытий;
- устройство поверхностной обработки, защитных слоев и слоев износа на всех типах дорожной одежды, карточный ремонт покрытия.

Задача линейного содержания состоит в обеспечении постоянной сохранности автодороги и дорожных сооружений, позволяющей поддержание их состояния в соответствии с требованиями, допустимыми по условиям обеспечения непрерывного и безопасного автомобильного движения в любое время года.

К линейному содержанию дорожной одежды относятся, в том числе следующие работы по ликвидации трещинообразования относятся следующие работы:

- остановка и предупреждение развития трещин и сетки трещин устройством изолирующего слоя мелкозернистой поверхностной обработки локальными картами;
- ремонт сколов и обломов плит цементобетонных покрытий от поверхностных разрушений.

В состав прочих работ по содержанию автодорог также входят следующие работы по ликвидации трещинообразования:

- оценка качества содержания автодорог и дорожных сооружений;
- диагностика и оценка состояния автодорог, текущие и периодические осмотры, формирование и ведение банков данных о состоянии дорог.
- разработка, переработка отраслевых норм и правил, стандартов, а также методической документации, а также их приобретение в части ликвидации трещинообразования.

1.3. Современное состояние нормативных документов, регулирующих и регламентирующих оценки, методов, способов и технологий эксплуатации автодорог

Ниже приводятся анализ основных нормативных документов, регулирующих и регламентирующих оценки, методов, способов и технологий эксплуатации автодорог.

1. ИКН 05-2011 Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог [7].

Нормы устанавливают правила диагностики и оценки состояния, порядок оценки технического уровня, эксплуатационного состояния, инженерного оборудования и обустройства, автодорог, порядок сбора информации о параметрах и характеристиках дорог необходимых для оценки.

Диагностика автодорог – это обследование, сбор и анализ информации о параметрах, характеристиках и условиях функционирования дорог и дорожных сооружений, наличии дефектов и причин их появления, характеристиках транспортных потоков и другой необходимой для оценки и прогноза состояния дорог и дорожных сооружений в процессе дальнейшей эксплуатации.

Технический уровень дороги – это степень соответствия нормативным требованиям постоянных (не меняющихся в процессе эксплуатации или меняющихся только при реконструкции и капитальном ремонте) геометрических параметров и характеристик дороги и ее инженерных сооружений.

Правила содержат методику комплексной оценки технического уровня, эксплуатационного состояния, а также устанавливают порядок, последовательность и повторяемость сбора и обработки данных о состоянии дорог, необходимых для сезонной оценки, методику обследования дорог, перечень приборов, лабораторий и измерительного оборудования.

Диагностику и оценку состояния автодорог выполняют с целью определения их транспортно-эксплуатационного состояния и уровня содержания, степени соответствия их транспортно-эксплуатационных показателей требованиям к потребительским свойствам дорог и выявлением причин этого несоответствия.

Материалы диагностики и оценки состояния, автодорог являются исходной базой для разработки проектно-системной документации на ремонт и реконструкцию дорог и дорожных сооружений.

Состав и объем работ по диагностике транспортно-эксплуатационного состояния дорог зависят от вида периодичности обследования дорог. При этом полной считают диагностику и оценку всех основных элементов, параметров и характеристик дорог, определяющих их транспортно-эксплуатационное состояние.

Полную объективную первичную диагностику эксплуатируемых дорог проводят при первой оценке транспортно-эксплуатационного состояния, в процессе которой собирают подробную объективную информацию по полной номенклатуре параметров и характеристик, а также по условиям работы автодорог. Составляют линейный график оценки качества и состояния автодорог и передают всю информацию в электронный банк дорожных данных.

Полную объективную диагностику и оценку состояния вновь построенных (реконструированных) автодорог (участков дорог) проводят перед вводом их в эксплуатацию и утверждением актов государственной приемочной комиссией.

Повторную частичную объективную диагностику и оценку качества и состояния выполняют в конце строительного сезона на участках автодорог, где проводились ремонтные работы по тем элементам и параметрам, которые были изменены в процессе ремонта.

Периодическую частичную объективную, или комбинированную диагностику проводят по переменным параметрам (ровность, коэффициент сцепления, состояние покрытия и др.) не реже 1-2 раза в год.

Визуальный осмотр проводят на первом этапе полной и частичной диагностики при оценке состояния автодороги и дорожных сооружений, ее инженерного оборудования и обустройства, а также при оценке качества текущего ремонта и содержания. Как правило, визуальный осмотр проводят с использованием простейших средств измерения и записи информации с помощью портативных диктофонов и других средств регистрации. На основании визуального осмотра выявляют характерные участки по состоянию автодороги и намечают места детальных обследований.

Все документы диагностики должны быть составлены отдельно по каждой автодороге (участку), по установленным формам и в соответствии с требованиями данных правил. В техническую документацию учета ежегодно вносят изменения по состоянию на 1 января.

Документы диагностики должны храниться в первичных дорожных организациях в электронном и бумажном виде, а в вышестоящие органы управления по мере возможности иметь доступ к электронной базе данных этих организаций или потребовать согласно установленным формам отчетности.

По результатам диагностики и оценки состояния дорог в процессе эксплуатации выявляют участки дорог, не отвечающие нормативным требованиям к их транспортно-эксплуатационному состоянию и, руководствуясь "Классификацией работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования", определяют виды и состав основных работ и мероприятий по содержанию, ремонту и реконструкции с целью повышения их транспортно-эксплуатационного состояния до требуемого уровня.

Результаты диагностики и оценки дорог являются предпроектными материалами и информационной базой для разработки в установленном

порядке проектов реконструкции, капитального ремонта, ремонта и содержания эксплуатируемых дорог. В отдельных случаях, предусмотренных Классификацией, допускается взамен проекта разработка сметной документации на ремонт и содержание дорог на основании результатов диагностики и оценки их состояния.

Диагностика состояния автодорог включает четыре основных этапа, которые выполняются, как правило, последовательно:

- подготовительные работы;
- полевые обследования;
- камеральная обработка полученной информации;
- формирование и обновление базы дорожных данных.

2. МШН 24-2005 Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог [8].

Нормы устанавливают основные требования к транспортно-эксплуатационному состоянию автодорог общего пользования, принципы оценки состояния дорог и планирования работ по их ремонту и содержанию; раскрывают вопросы организации и технологии производства работ по обеспечению сохранности дорог и дорожных сооружений, улучшению условий непрерывного, безопасного и удобного движения автомобилей с установленными скоростями и нагрузками; отражают принципы приемки и оценки качества работ и вопросы технического учета и паспортизации дорог и дорожных сооружений; определяют основные положения по охране природной среды при ремонте и содержании дорог.

К основным транспортно-эксплуатационным показателям автодороги относятся: обеспеченная скорость, пропускная способность, уровень загрузки ее движением, непрерывность, комфортность и безопасность движения, способность пропускать автомобили и автопоезда с осевой нагрузкой и грузоподъемностью (или общей массой), соответствующими категориями дороги.

Основными параметрами и характеристиками, определяющими транспортно-эксплуатационные показатели дороги, являются:

- геометрические параметры, к которым относятся ширина проезжей части и краевых укрепленных полос, общая и укрепленная ширина обочин, продольные уклоны, радиусы кривых в плане и профиле, уклоны виражей и расстояние видимости;

- прочность и состояние дорожной одежды проезжей части и обочин;
- ровность и сцепление покрытий проезжей части и обочин;
- состояние земляного полотна, водоотвода, элементов инженерного оборудования и обустройства дороги.

- габариты, грузоподъемность и состояние мостов, путепроводов и других искусственных сооружений.

Документ также устанавливает основные правила оценки состояния дорог, дорожных сооружений, планирования работ по их ремонту и содержанию, организации дорожной службы, основных задач, структуру и функции подразделений дорожной службы, обеспечение безопасности движения, содержание дорог в весенний, летний и осенний периоды, зимнее содержание, ремонт земляного полотна, водоотводных сооружений, дорожных одежд и искусственных сооружений, озеленение автодорог правила приемки и оценки качества работ, технический учет и паспортизация автодорог и дорожных сооружений, основные положения по охране природной среды при ремонте и содержании автодорог.

3. МКН 36-2008 Нормы потребности дорожной техники при текущем ремонте и содержании автомобильных дорог [9].

Нормативный документ является основным регламентирующим документом для планирования и нормативного обеспечения предприятий отрасли дорожной техникой с учетом перспективных объемов работ, позволяющих выполнить перечень ремонтно-эксплуатационных работ в заданные сроки с обеспечением высокого качества и максимальной экономической эффективностью.

Нормативы позволяют обосновать потребность количества машин и механизмов на текущий ремонт и содержание автодорог общего пользования. Нормы включают в себя номенклатуру дорожной техники, обеспечивающих требуемый уровень механизации выполнения дорожных работ по текущему ремонту и содержанию автодорог.

Методика расчета потребности машин и механизмов для выполнения работ по ремонту и содержанию автодорог включает:

- расчет потребного количества машин и механизмов по норме времени;
- расчет потребного количества машин и механизмов по производительности дорожной техники;
- расчет потребного количества машин и механизмов по занятости машин в течение смены.

Документ содержит:

- расчет нормативного количества машин и механизмов на 100 км автодорог для выполнения дорожных работ текущего ремонта и содержания, с указанием виды выполняемых дорожных работ;
- технологические работы при текущем ремонте и содержании автодорог и рекомендуемые машины и механизмы;
- нормы потребности дорожной техники для использования при текущем ремонте и содержании 100 км автодорог, с установлением вида машин и механизмов и их главный параметр, в зависимости от категории дороги.

4. ИКН 14-01-13 Правила организации и проведения лабораторного контроля при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог, а также при производстве строительных материалов и конструкций [10].

Правила устанавливают основные задачи, функции, права, обязанности и структуру службы лабораторного контроля подведомственных дорожной администрации страны учреждений, организаций и предприятий по лабораторному контролю за качеством применяемых дорожно-строительных, эксплуатационных материалов и конструкций, производству дорожных работ при строительстве, реконструкции и ремонте автодорог общего пользования

и искусственных сооружений на них, а также приемки законченных строительством, реконструкцией, ремонтом объектов дорожного хозяйства, устанавливают порядок и основные принципы взаимодействия лабораторий различных уровней.

В Правилах определены основные требования, предъявляемые к лабораториям различного уровня по технической оснащенности средствами измерений и испытательным оборудованием, а также изложены основные задачи, обязанности, права и ответственность сотрудников служб лабораторного контроля соответствующих уровней.

Основной целью функционирования службы лабораторного контроля является:

- обеспечение контроля за соответствием качественных характеристик сырья, применяемых материалов, изделий, конструкций требованиям проекта, Государственных стандартов, технических условий, стандартам предприятий и другим нормативным документам;
- соблюдение технологии строительства, реконструкции, ремонта и содержания автодорог общего пользования и искусственных сооружений на них проектным данным, требованиям действующих стандартов, техническим условиям, градостроительным нормам и правилам;
- оценка и обеспечение качества выполненных работ, произведенной продукции, своевременному ведению технической исполнительной документации в установленном порядке.

Главной задачей службы лабораторного контроля является своевременное и качественное выполнение в требуемом объеме и с необходимой точностью комплекса измерений, лабораторных испытаний и исследований, являющихся неотъемлемой частью работ при строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автодорог общего пользования и искусственных сооружений на них, производстве строительных материалов и конструкций для дорожного строительства.

5. МКН 01-2007 Инструкция по техническому учету и паспортизации автомобильных дорог общего пользования [11].

Инструкция устанавливает единую методику и порядок выполнения полевых и камеральных работ по техническому учету и паспортизации автодорог. Она определяет технические параметры автодорог, подлежащие учету при паспортизации, единую форму ведения документации и требования к составлению технического паспорта дороги.

Под техническим учетом дорог подразумевается сбор данных о технических и эксплуатационных характеристиках автодороги и дорожных сооружений для составления технического паспорта дороги.

Технический учет и паспортизация автодорог производятся с целью получения объективных данных о наличии дорог и дорожных сооружений, их протяженности, техническом состоянии, качестве, степени износа отдельных конструктивных элементов, информации о наличии и состоянии инженерного оборудования, обустройства и обстановки дорог, линейных зданий и сооружений. Данные паспортизации используются для принятия экономически обоснованных технических решений при планировании работ по содержанию, ремонту и реконструкции автодорог.

Техническому учету и паспортизации подлежат все автодороги общего пользования и дорожные сооружения на них. Учет и паспортизацию проводят по каждой автодороге в отдельности. Паспортизацию проводят в течение года после утверждения актов государственной приемочной комиссии.

Различают первичный, повторный и текущий технический учет и паспортизацию автодорог общего пользования.

Первичный технический учет проводится на вновь построенных и введенных в эксплуатацию автодорогах, а также на существующих дорогах, не имеющих технических паспортов, в полном объеме в соответствии с положениями настоящей инструкции.

Повторный технический учет ранее паспортизированных дорог проводится лишь после их реконструкции и ремонта, в результате которой претерпели серьезные изменения параметров дороги, т.е. повысился ее технический уровень.

Текущий технический учет производится ежегодно по результатам годовых текущих работ и анализа информации существующего паспорта дороги с обоснованием измерения отдельных переменных параметров дороги.

6. МКН 41-2008 Отраслевые нормы межремонтных сроков службы нежестких дорожных одежд, покрытий и поверхностных обработок [12].

Нормы предназначены для разработки норм перспективного планирования объемов финансирования на капитальный и средний ремонт автодорог общего пользования, уточнения норм расхода материалов и денежных затрат на ремонт автодорог, а также для использования при расчете прочности дорожных одежд и слоев усиления конструкций, находящихся в эксплуатации.

Срок службы дороги – период, за который автодорога приходит в состояние, когда ежегодные разрушения и износ настолько увеличиваются, что становится технически невозможным или экономически невыгодным поддержание ее в нормальном для движения состоянии. Характерным показателем долговечности дорожной конструкции является межремонтный срок службы дорожных одежд и покрытий.

Межремонтные сроки службы нежестких дорожных одежд и покрытий определяют исходя из фактического снижения в процессе эксплуатации дороги прочности дорожной одежды и сцепных качеств, отсутствия требуемой ровности покрытия в связи с повышением грузоподъемности автомобилей, увеличением интенсивности движения, воздействием природных факторов, ухудшающих состояние проезжей части. Межремонтные сроки – это период от момента сдачи дороги в эксплуатацию

до первого капитального или среднего ремонта, а также период между двумя смежными капитальными или средними ремонтами в процессе эксплуатации.

Поверхностная обработка – усовершенствованное облегченное покрытие, устроенное путем одно или двукратного розлива органического вяжущего по покрытию или готовому основанию и россыпи слоя прочного минерального материала после каждого розлива. Процесс устройства такого покрытия носит такое же название.

Слой износа – верхний тонкий слой многослойного дорожного покрытия устраиваемый, как правило, в виде коврика из асфальтобетонной смеси или обработанного органическим вяжущим мелкого щебня, распределенного по поверхности дорожного покрытия.

Нормативные межремонтные сроки служб дорожной одежды установлены с учетом уровней надежности, типа покрытия, интенсивности движения, дорожно-климатической подзоны.

7. ИКН 02-10 Нормы времени на работы по содержанию автомобильных дорог общего пользования [13].

Нормы времени распространяются на основные виды работ, выполнение которых необходимо для обеспечения в течение года безопасного и непрерывного транспортного движения на автодорогах.

Документ разработан с учетом единицы времени и состава затрат, необходимых для линейного содержания автодорог.

Нормы разработаны для определения количества рабочих, привлекаемых к работам по содержанию автодорог с учетом объема работ, утвержденных на основании технических показателей, закрепленных за предприятиями дорожного хозяйства республики автодорог и годовых планов работ.

Нормы включают в себя нормы времени на все работы по содержанию автодорог, для обеспечения качественного содержания их, с безопасными условиями движения и непрерывности их эксплуатации.

Нормы используются для определения потребности рабочих на основании плановых показателей объемов работ по содержанию автодорог, и рекомендуются для применения во всех организациях дорожного хозяйства. Нормы времени приведены для основных элементов автодорог общего пользования всех категорий.

8. ИКН 03–10 Состав и структура сметных ресурсных затрат на работы по содержанию автомобильных дорог общего пользования [14].

Сметные ресурсные нормы затрат предназначены для определения потребности в ресурсах (затрат труда рабочих, содержание инженерно-технических работников, эксплуатация машин и механизмов, материалы) и составления сметы затрат ресурсным методом на работы по содержанию автодорог общего пользования Республики Узбекистан.

Они отражают среднеотраслевые затраты на эксплуатацию машин и механизмов, технологию и организацию содержания автодорог по видам работ. Нормы обязательны для применения всеми предприятиями и организациями, независимо от их принадлежности и форм собственности, осуществляющие содержание автодорог общего пользования.

Для улиц городов и иных населенных пунктов и хозяйственных автодорог, содержание которых осуществляется за счет средств местных бюджетов, собственных средств предприятий, организаций нормы носят рекомендательный характер.

1.4. Цели и задачи исследования

Объектом исследования являются автомобильные дороги общего пользования.

Предметом исследования является изучение образования трещин их влияние на состояние дорожной одежды и движение автомобилей целью с получения возможных их показателей.

Цель исследования магистерской работы является проведение исследований по совершенствованию методов и способов предупреждения, предотвращения и ликвидации трещин на асфальтобетонных покрытиях.

Задачами исследования для достижения цели являются:

- изучение нормативных документов, регулирующих и регламентирующих оценки, методов, способов и технологий эксплуатации автодорог, в том числе предупреждения, предотвращения и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий;
- изучение установления вида и состава работ по ремонту и содержанию автодорог по результатам оценки их состояния;
- исследование закономерностей изменений состояния автодорог в процессе эксплуатации, в том числе развития и основных причины образования трещин;
- выполнение анализа и оценки состава и структуры работ, технологии, машины и оборудования, материалов для ремонта трещин асфальтобетонных покрытий;
- разработка рекомендаций по совершенствованию методики и технологий по предупреждению, предотвращению и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий.

Методология и методы исследования. Методология основана на теоретические исследования. Методы исследования: натурные обследования и статистическая обработка результатов обследований и исследований.

Выводы по главе 1

1. Дорожная система сообщений является одной из величайших достижений мировой цивилизации и занимает одно из определяющих мест в экономической, социальной и политической жизни любой страны.

2. Наличие трещин на покрытии и в дорожной одежде оказывает очень большое влияние на прочность и срок службы дорожной одежды. Трещины являются наиболее распространенным видом дефектов дорожных одежд. Причинами образования трещин являются недостаточная прочность дорожной одежды и земляного полотна; большие перепады температур от положительных к отрицательным; недостаточная трещиностойкость асфальтобетонных покрытий; различие теплофизических свойств материалов слоев смежных покрытий; неравномерное уплотнение земляного полотна и слоев дорожной одежды; образование пучин, сопровождающееся возникновением сетки трещин в дорожной одежде. Не заделывание на ранней стадии трещин и выбоин, опоздание ремонта на 2-3 месяца приводит увеличению стоимости ремонта в 3-5 раз.

3. Цель исследования является проведение исследований по совершенствованию методов и способов предупреждения, предотвращения и ликвидации трещин на асфальтобетонных покрытиях.

4. В состав работ по содержанию автодорог также входят следующие работы по ликвидации трещинообразования и разработка, переработка отраслевых норм и правил, стандартов, а также методической документации, а также их приобретение в части ликвидации трещинообразования.

5. Изучено современное состояние нормативных документов, регулирующие и регламентирующие оценки, методов, способов и технологий эксплуатации автодорог.

Глава 2. Существующие методы и способы предупреждения, предотвращения и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий

2.1. Общие закономерности изменений состояния автодорог в процессе эксплуатации

Под совместным воздействием многократно повторяющихся нагрузок от автомобилей и природных факторов в земляном полотне и в дорожной одежде возникают напряжения и деформации, которые, постепенно накапливаясь, могут привести к их разрушению.

Причиной возникающих деформаций могут быть проектные ошибки и строительные недостатки, недостатки в содержании и ремонте, условия эксплуатации дорог, природно-климатические факторы. Чаше всего причиной является сочетание нескольких из перечисленных факторов, действующих одновременно.

Основные факторы, являющиеся причинами образования и накопления деформаций и появления разрушений в процессе эксплуатации, по отношению к условиям работы элементов можно разделить на внешние, не зависящие от дороги, и внутренние, непосредственно зависящие от дороги.

Главными из них являются внешние факторы, к которым относится воздействие автомобильной нагрузки и природно-климатических условий. Из внешних факторов наибольшее влияние на механизм образования деформаций и разрушения оказывают:

- нагрузки на ось автомобиля и большое давление в шинах;
- количество повторных приложений тяжелой нагрузки при высокой интенсивности движения и короткие интервалы между этими приложениями;
- продолжительность приложения каждой нагрузки и суммарная продолжительность, при задержках и заторах;
- температура воздуха и солнечная радиация;
- тип грунта земляного полотна и условия его увлажнения грунтовыми и поверхностными водами.

В летний период особенно заметно влияние внешних факторов на накопление остаточных деформаций в слоях дорожной одежды из асфальтобетона и битумоминеральных смесей, которое объясняется термопластическими и вязкоупругими свойствами этих материалов. Этот эффект возрастает при плохом составе смеси, когда введено чрезмерное количество вяжущего, использован битум с недостаточной вязкостью, занижено содержание заполнителя по отношению к дозировке вяжущего, а также при недостаточном уплотнении смеси.

К внутренним факторам относятся физико-механические характеристики дорожной конструкции и материалов ее слоев, а также показатели напряжённо-деформированного состояния этих слоев и материалов под действием нагрузки от колес автомобилей и изменения водно-теплового режима.

К наиболее важным внутренним факторам можно отнести:

- недоуплотнение или неравномерное уплотнение в поперечном направлении слоев нежёстких дорожных одежд и земляного полотна;
- неравномерный износ (истирание) покрытия под действием колёс;
- образование пластических деформаций в асфальтобетонных покрытиях и слоях из битумоминеральных смесей;
- появление структурных разрушений и накопление остаточных деформаций в покрытии и других слоях дорожной одежды, и нарушение сплошности или структуры материала одного или нескольких слоев;
- накопление остаточных деформаций в грунте земляного полотна под действием нагрузки от тяжелых грузовых автомобилей, особенно в период наибольшего увлажнения грунта, когда их несущая способность снижается до минимальных значений.

Накопление деформаций в конструктивных элементах дороги в процессе эксплуатации происходит неравномерно. Можно условно выделить несколько характерных периодов изменения транспортно-эксплуатационного состояния дороги во времени (рис. 2.1).

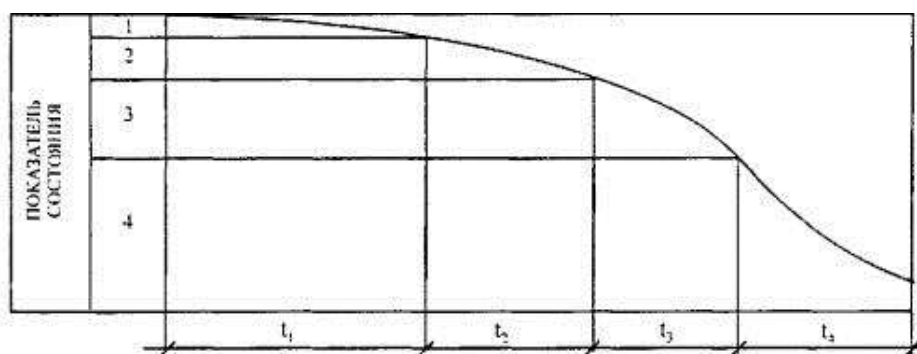


Рис. 2.1. Характерные периоды изменения состояния дороги:
 1 - очень хорошее; 2 - хорошее; 3 - удовлетворительное; 4 - плохое, недопустимое; t_1 , t_2 , t_3 , t_4 - продолжительность различных периодов, лет

Первый период после завершения строительства и ввода автодороги в эксплуатацию характерен очень высоким уровнем состояния дороги. В этот период происходит медленный, малозаметный износ покрытия. В результате действия движущихся автомобилей происходит доуплотнение слоев дорожной одежды и земляного полотна и формирование их устойчивой структуры. Отдельные деформации возникают главным образом вследствие дефектов строительства, ремонта или содержания. Задержка по срокам или неполное выполнение этих работ приводит к существенному сокращению продолжительности первого периода и наступления второго.

Второй период характерен достаточно хорошим уровнем состояния дороги. Однако заметно увеличивается износ покрытия, снижаются его сцепные качества и ровность, появляются трещины и выбоины. Степень и скорость развития этих деформаций зависят прежде всего от интенсивности и состава транспортного потока. Особенно большое разрушающее воздействие оказывают тяжёлые грузовые автомобили, автопоезда, сочленённые и многоосные транспортные средства.

Для устранения накопившихся деформаций и других дефектов необходимо своевременно выполнять работы по ремонту дороги с воспроизведением её первоначальных транспортно-эксплуатационных характеристик, при котором должно производиться возмещение износа покрытия, восстановление и улучшение его ровности и сцепных качеств,

устранение всех деформаций и повреждений дорожного покрытия, земляного полотна.

Промедление с выполнением восстановительных работ приводит к значительному ускорению темпов нарастания деформаций.

Третий период характерен накоплением деформаций не только в покрытии, но и в других слоях дорожной одежды, а также в земляном полотне. Как правило, к этому периоду значительно возрастает интенсивность движения, в том числе и количество тяжёлых грузовых автомобилей. Начинает проявляться эффект старения и деградации структуры материалов слоев дорожной одежды; накапливаются усталостные явления. В результате увеличивается площадь деформаций дорожной одежды, появляются её разрушения.

Состояние дороги быстро переходит от удовлетворительного к плохому. Требуется немедленный капитальный ремонт с усилением дорожной одежды или реконструкция. Задержка с проведением этих работ приводит к быстрому разрушению дороги и многократному удорожанию работ по ее реабилитации в последующем.

Важно отметить, что продолжительность того или иного состояния дороги в значительной степени зависит от уровня эксплуатационного содержания и своевременности выполнения работ по предупреждению и устранению возникающих деформаций и разрушений.

2.2. Процессы развития и основные причины образования трещин, их влияние на состояние дорожной одежды и движение автомобилей

По причинам образования принято различать технологические и эксплуатационные трещины.

В асфальтобетонных покрытиях технологические трещины образуются чаще всего из-за некачественного сопряжения горячей и холодной полосы укладки (на стыке полос).

К появлению технологических трещин в цементобетонных покрытиях приводят несвоевременная нарезка деформационных швов, неправильный уход за твердением и другие нарушения правил производства работ.

Эксплуатационные трещины в дорожном покрытии образуются от растягивающих напряжений в результате комплексного воздействия внешних силовых факторов. Обычно выделяют три вида трещин по основным причинам их образования: температурные, усталостные и отраженные.

Температурные трещины возникают в результате охлаждения и сопротивления покрытия температурной усадке. По вертикали эти трещины развиваются сверху вниз, от поверхности покрытия к основанию.

Усталостные трещины, возникающие при изгибе монолитного слоя от многократных транспортных нагрузок, развиваются снизу вверх от подошвы к поверхности покрытия.



Поперечные трещины



Продольные трещины



Сеть трещин

Рис.2.2. Виды трещин

Отраженные трещины копируют швы или трещины жестких трещиновато-блочных оснований и являются наиболее характерными для асфальтобетонных покрытий.

По расположению в дорожном полотне трещины подразделяются на поперечные, продольные и диагональные.

Продольные и поперечные трещины, расположенные на расстоянии свыше 4 метров друг от друга считаются одиночными.

Взаимопересекающиеся поперечные, продольные и диагональные трещины, делящие поверхность покрытия на многоугольники со сторонами 0,5-1,0 м и менее, относятся к сетке трещин. Сетка трещин с мелкими ячейками размером сторон порядка 10-20 см может образовываться на полосах наката в тонких покрытиях расположенных на недостаточно прочном основании.

По ширине раскрытия трещины подразделяются на узкие до 5 мм, средние – 5-10 мм и широкие – 10-30 мм. Ширина раскрытия зависит от температуры окружающего воздуха и расстояния между трещинами.

Узкие трещины в зависимости от распространения по толщине покрытия могут быть поверхностными и сквозными.

Основной причиной образования трещин является возникновение растягивающих и изгибающих напряжений в слоях дорожной одежды, возникающих под действием нагрузки от автомобилей и температурных колебаний и особенно при совместном действии этих факторов. Основная часть трещин, возникающих по полосам наката от действия нагрузки, является результатом усталостного разрушения слоя дорожной одежды.

Механизм усталостного разрушения состоит в следующем. Хотя растягивающие напряжения при проходе одного автомобиля значительно меньше критических, из-за неоднородности материала локальные напряжения могут существенно отклоняться от среднего значения.

Большую долю трещин на поверхности покрытия составляют отражённые трещины. Это трещины старого покрытия, на котором уложен новый слой асфальтобетона. Опыт показывает, что трещины старого покрытия в процессе эксплуатации начинают проявляться уже через 1-2 года, а по истечении 5-7 лет могут полностью повториться на новом покрытии.

Наличие трещин на покрытии и в дорожной одежде оказывает очень большое влияние на прочность и срок службы дорожной одежды по следующим причинам:

- трещины нарушают целостность и монолитность дорожной одежды, разделяя ее на отдельные, не связанные между собой блоки;
- через трещины вода проникает в основание и земляное полотно и значительно ослабляет их прочность и несущую способность;
- при наезде колёс на кромки трещины отдельные части покрытий обламываются, стенки трещины перемешаются относительно одна другой в вертикальной плоскости. В результате кромки обламываются и разрушаются, стенки раскрашиваются и постепенно трещина превращается в выбоину.

Вода, попадая в трещины, усиливает коррозионные физико-химические процессы в материалах дорожной одежды, а при замерзании оказывает растягивающее действие на стенки трещин и отдельные частицы материалов. В сочетании с динамическим воздействием от транспортных нагрузок материал покрытия в зоне образования трещины начинает разрушаться и выбиваться, а трещина быстро перерастает в выбоину. Поэтому незаделанная трещина всегда является потенциальным источником появления выбоин.

Сразу после проезда колеса автомобиля через выступ неровности в виде трещины или выбоины возникает динамический удар на покрытие на некотором расстоянии за выбоиной (рис. 2.3). Многократное повторение

такого удара приводит к расшатыванию структуры материала, появлению и развитию еще более крупных трещин или выбоины, которые затем сливаются в одну большую выбоину.

Если стоимость работ по ямочному ремонту, выполненному ранней весной, принять за единицу, то с опозданием ремонта на 2-3 месяца эта стоимость может возрасти в 3-5 раз.

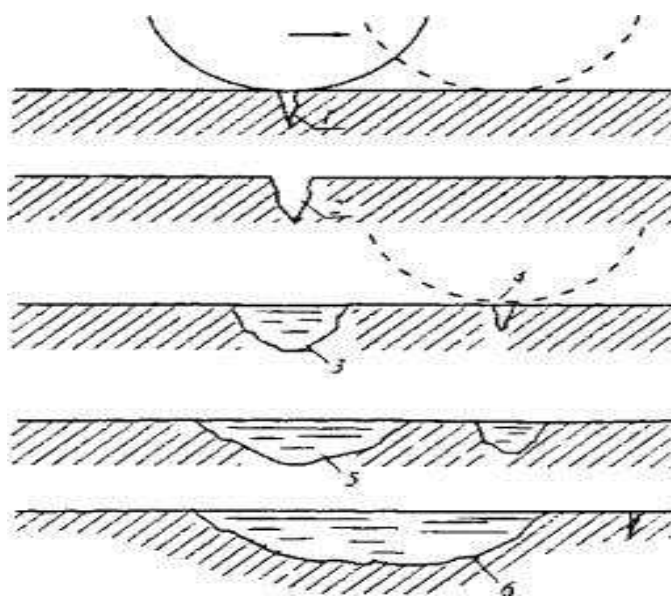


Рис. 2.3. Пример перехода трещин или раковин в выбоины:

1,2 - трещины или раковины при выкрашивании; 3 - расклинивающее действие воды и льда и образование трещин в зоне повторного удара; 4 - вторичный удар колеса; 5, 6 - развитие смежных выбоин и их объединение

2.3. Анализ и оценка современного состояния состава и структуры работ по ремонту трещин асфальтобетонных покрытий

Ремонтируют трещины асфальтобетонных покрытий весной и осенью, когда они имеют значительное раскрытие. Наиболее распространенный способ - заливка их битумом или битумной мастикой.

Технология ремонта заключается в следующем:

- очистка трещин от пыли и грязи;
- раскрытие (разделка) трещин;
- высушивание или разогрев трещин;
- обмазка или подгрунтовка трещин;
- заполнение трещин заполнителем и герметизирующим материалом;
- присыпка трещин фрикционным материалом или заклеивание горячим жидким заполнителем.

Для ремонта трещин широко применяют различные виды оборудования, которое размещают и монтируют на специальной дорожно-ремонтной машине (дорожный ремонтер).

Очистка трещин от пыли и грязи — это первая, очень важная рабочая операция по ремонту трещин. Простейший способ выполнения этой операции состоит в прочистке трещин металлическими крючьями с продувкой сжатым воздухом. Лучший результат достигается, когда перед прочисткой трещину увлажняют, прочищают металлическими крючьями или щетками, а затем просушивают сжатым воздухом.

Трещины шириной 5... 50 мм прочищают механическими щетками, имеющими диски с металлическим ворсом разного диаметра и толщины (в зависимости от ширины), или вручную металлическими крючьями; продувают, подсушивают и разогревают струей горячего сжатого воздуха. Высокого качества разделки трещин достигают прорезанием канавок на глубину до 5 см и ширину до 3 см фрезой или дисковой пилой с последующим удалением пыли, грязи и смазочных материалов из трещин. В результате получается чистая, правильно оформленная прорезь одной

ширины с вертикальными чистыми стенками, что существенно облегчает выполнение всех последующих операций по заделке трещин и повышает качество работ.

В наборах оборудования для ремонта трещин предусмотрена их очистка горячим сжатым воздухом. Одновременно разрез очищается от мелкого мусора, пыли и продуктов разрушения асфальтобетона. Кромки разреза или трещины оплавляются, что способствует лучшему сцеплению мастики, заливаемой в трещину. При продувке без разогрева перед нанесением мастики желательнее обработать трещину растворителем.

Заливку трещин производят немедленно после очистки. В зависимости от ширины трещин для их заполнения могут быть использованы различные материалы.

Узкие трещины шириной до 5 мм после очистки промазывают жидким битумом, а затем с помощью заливщика трещин заполняют жидким или вязким разжиженным битумом или битумом, нагретым до рабочей температуры 160-170°C. После трещины присыпают песком.

Тонкие «молодые» трещины заделывают также нанесением разогретой полимербитумной мастики в виде ленты, препятствующей выкрашиванию покрытия у кромок трещины. Мастику разглаживают специальным нагреваемым утюжком и посыпают фракционированным песком. Покрытие в зоне трещины предварительно подсушивают струей сжатого воздуха.

Средние и широкие трещины шириной до 3 см после очистки обрабатывают жидким битумом по норме 0,15 л/м² с помощью распылителя или краскопульта и, используя раздаточный пистолет заливщика швов, заполняют резинобитумной мастикой температурой 150-170°C. После присыпают поверхность сухим нагретым песком или каменной мелочью.

В состав мастики для заливки швов входят вязкий битум, минеральный порошок, резиновая крошка и коротковолокнистый асбест, который может быть заменен синтетическими волокнами.

Средние и широкие трещины могут быть заполнены также полимербитумными вяжущими, эмульсионно-минеральной, битуминизированной песчаной, асфальто- или полимербетонной смесью.

Очень широкие трещины шириной более 3 см заделывают мелкозернистой асфальтобетонной смесью, предварительно смазав стенки трещины разжиженным битумом. После заполнения асфальтобетонную смесь уплотняют катками массой 5...6 т.

Трещины шириной 50 мм и более оконтуривают нарезчиком швов или отбойными молотками на всю толщину покрытия, укладывают послойно мастично-щебеночную смесь и присыпают песком.

Если трещину разделяют не на всю глубину, во избежание появления отраженной трещины перед герметизацией на дно канавки в трещину укладывают специальный уплотнительный шнур, слой битуминизированного песка или резиновой крошки.

Для упрощения технологии заделки трещин и повышения качества этих работ применяют мастики с твердыми наполнителями, отличающейся повышенной механической прочностью и тепловой устойчивостью, что позволяет увеличить срок службы покрытий после обработки в 2 —2,5 раза. Применение мастик с твердым наполнителем дает возможность отказаться от посыпки залитой трещины песком или высеvkами.

Имеется опыт заполнения широких трещин щебнем с пропиткой битумом и заклеиванием полосами из стекловолокна, которое заливают сверху битумом, а также опыт заклеивания заполненной трещины специальной битумной лентой.

Трещины с разрушенными краями разделяют, вырубая покрытие полосой шириной 10-15 см с каждой стороны деформированного слоя. Разделанные трещины заделывают так же, как и выбоины.

При наличии на покрытии сплошной сетки трещин на небольших участках их перекрывают поверхностной обработкой. Сплошную сетку трещин, возникшую из-за неустойчивости основания, ремонтируют как и

места пониженной прочности — вырубкой основания и выполнением новой поверхностной обработки.

Для ремонта трещин выпускают специальные комплекты машин и оборудования.

Ямочный метод. Самый распространенный способ ремонта дорог с трещинами. Специальной фрезой куски асфальта вырезают, при этом важно затронуть не только верхний, но и нижние слои. Дно образовавшейся ямы тщательно зачищают от крошки, пыли и мусора. Затем ее заливают горячей эмульсией битума и сверху уже укладывают асфальтобетонную смесь. Далее участок утрамбовывают с помощью ручных виброплит [24].

Струйно-инъекционный метод. Этот метод отличается дешевизной, но он избирателен и подходит только для тех участков дороги, на которые не возлагаются сильные нагрузки. Трещины зачищаются с помощью специального аппарата, который нагнетает сжатый воздух. Затем внутренняя поверхность дефекта обрабатывается битумной эмульсией и засыпается щебнем. Щебень для закрепления тоже «пропитывается» эмульсией и трамбуется [24].

Метод с использованием литого асфальтобетона. Этап подготовки покрытия к ремонтным работам точно такой же, как и для простого ямочного ремонта. Единственное отличие: при наличии рециклера снятый слой асфальта перерабатывается и используется вторично. Им засыпают яму, утрамбовывают и заливают сверху литой асфальтобетонной смесью. Утрамбовывать этот материал не нужно [24].

Заливка трещин различными видами полимеров. Способ очень эффективен: очищенные трещины герметично заливаются специальным составом, который уже не пропустит воду и предотвратит дальнейшее разрушение покрытия [24].

Ликвидация трещин с применением пластификаторов. В обычных способах заполнения трещин не восстанавливается сплошность покрытия, а следовательно, его прочность [24]. Очищенные трещины заполняют

реагентами, разжижающими и пластифицирующими битум стенок и кромок покрытия. Пластификатором заполняют трещину и обрабатывают поверхность покрытия, прилегающую к ней. Под действием движущихся автомобилей при высокой летней температуре происходит закрытие трещин с восстановлением сплошности и прочности материала покрытия.

Заделка трещин геотекстильными лентами. В процессе эксплуатации покрытия с отремонтированными трещинами заполняющий материал через некоторое время начинает разрушаться и выбивается из трещин под действием колес автомобилей [24]. Трещины снова раскрываются.

Для закрепления ремонтного материала можно заклеить трещину геотекстильной лентой шириной 8... 12 см. Такой способ применим при заделке узких и средних трещин. Для лучшей пропитки геотекстильной ленты сверху по ней может быть разлит битум с расходом 0,5... 1 л/м².

Ремонт трещин и предупреждение образования выбоин проведением местной поверхностной обработки. Через 5 лет эксплуатации эрозия поверхности покрытия может составить 5... 20% площади, причем большинство мелких трещин и разрушений перерастут в глубине выбоины.

Чтобы остановить этот процесс, одним из путей сдерживания эрозии покрытия является местная поверхностная обработка в зоне образования трещин или сетки трещин. Эта технология особенно целесообразна в начальной стадии появления и развития трещин, когда площадь эрозии покрытия составляет 1... 2 % общей площади покрытия, а ширина трещин не превышает 15 мм.

2.4. Технологии, машины и оборудования для ремонта трещин асфальтобетонных покрытий

В зависимости в основном от ширины и причин образования трещин выбирается технология их ремонта и состав применяемого оборудования. Основной задачей при ремонте трещин является предотвращение проникновения через них воды в нижележащие слои дорожной одежды. Гидроизоляция трещин достигается за счет их герметизации битумом или специальными мастиками. Огромное влияние на качество герметизации трещин оказывает правильный выбор и строгое соблюдение технологии производства работ и применяемого оборудования[26, 27].

Узкие трещины не требуют большого набора сложных технологических операций.

Средние и широкие трещины изначально должны быть оценены на предмет разрушения кромок. В случае, если трещина имеет разрушенные кромки, технология ремонта должна начинаться с операции ее разделки. В случае, когда кромки трещины не подвергались разрушению и имеется возможность качественно загерметизировать трещину без ее разделки. Операция разделки трещины является наиболее дорогостоящей из-за высокой стоимости применяемого инструмента, и включение ее в технологию производства работ должно быть экономически и технически обосновано.

Оборудование и машины для заделки трещин

Для заделки трещин используют то же оборудование, что и для ямочного ремонта, но существуют и специальные агрегаты.

В дорожном хозяйстве используют ранцевый инструмент с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Для подачи потока воздуха в рабочую зону используется шланг, на котором также монтируют ручку управления воздушной заслонкой двигателя (газом). Используется воздуходувка для очистки трещин от пыли и грязи, а также для просушки внутренних полостей трещин. **Воздуходувка** — ранцевый инструмент, который носится за

плечами работника, и используется для очистки трещин от пыли и грязи, а также для просушки внутренних полостей трещи (рис.2.4а).

Промышленный фен представляет собой комбинацию воздуходувки с нагревателем для воздуха. Позволяет не только быстрее удалять влагу из трещин, но и прогревать их стенки. Таким образом (особенно важно при работе в прохладную погоду и использовании битума), улучшается сцепление материала для ремонта с асфальтобетоном (рис.2.4б).



а)



б)

Рис.2.4. Оборудование для очистки трещин от пыли и грязи высушивание или разогрев трещин: а – воздуходувка, б – промышленный фен

Битумоварки представляют собой емкости для разогрева битума либо эмульсии (рис.2.5). Они используются при ручной заделке трещин, нагретая в них эмульсия либо битум отбираются через кран в лейку, затем вручную распределяются по длине дефекта.



а)



б)

Рис.2.5. Оборудование для разогрева битума и эмульсии

Распределители битума (гудронаторы). Машина представляет собой автоцистерну с устройством для нагрева битума (эмульсии, герметика) и подачи его под давлением. Гудронатор используется для распределения материала по площадям при обустройстве слоев износа, для стыкования слоев асфальтобетона, при этом используется ряд форсунок на штангах. Использование подобной техники оправдано при ремонте дорог с густым распространением трещин.

Машины для ремонта струйно-инъекционным методом. Представляют собой комбинированный агрегат, включающий в себя емкость для битума (эмульсии) с устройством для разогрева и насосом для подачи, бункер для щебня (песка), компрессор для очистки дефектов и подачи щебня в зону ремонта, а также рабочий орган на штанге, которым управляет оператор (рис.2.6). Машина выполняет все операции: очистку дефекта от грязи и пыли и ее сушку струей воздуха, подачу ремонтного материала в трещину, просыпание отремонтированного участка песком или мелким щебнем. Эффективно их использовать, если на дороге образовалась сетка трещин. Также можно производить заделку трещин и ямочный ремонт одновременно. [28, 29].



Рис.2.6. Машины для ремонта струйно-инъекционным методом

Ведущими зарубежными фирмами по выпуску комплектов оборудования для ремонта трещин являются Breining(Германия), Grun (Германия), Schaefer(Германия), Crafcо(США), Stow(США), Cedima (Германия), Strassmaug (Австрия), «Сплитстоун» (Россия).

Фирма Cedima выпускает ручную машину для фрезерования трещин модели CRF-60B (рис.2.7а). Машина предназначена для разделки трещин как в асфальтобетонных, так и в цементобетонных покрытиях. Для разделки трещин в асфальто- и цементобетонных покрытиях предназначено также оборудование фирмы Grun. Машина в процессе работы передвигается вручную, производя разделку трещины алмазным инструментом. Аналогичные машины для разделки трещин, использующие алмазный инструмент, выпускает фирма Stow.

Машина модели FF6-SF для разделки трещин фирмы Breining имеет существенные отличия от аналогичных машин упоминавшихся ранее фирм, основным из которых является тип используемого режущего инструмента – фрезы с твердым сплавом. В отличие от алмазной резки, когда щебень в асфальтобетонном покрытии разрезается, при фрезеровании твердым сплавом происходит дробление крупных зерен щебня.

Машина для разделки трещин модели PC-200 фирмы Crafcso (рис.2.7б) отличается конструкцией режущего узла, с помощью которого фреза точно повторяет конфигурацию трещины, какой бы извилистой она ни была. В качестве режущего инструмента на машине используются фрезы с твердым сплавом.



а)



б)

Рис.2.7. Оборудование для разделки трещин: а – фирмы Cedima (Германия), б – фирмы Crafcso (США)

Машины, выпускаемые фирмами Schaefer и Strassmaug имеют привод хода, и также в качестве инструмента на них используются фрезы с твердым сплавом. Особенностью твердосплавного инструмента является возможность

его затачивания, если он затупился в процессе работы. Самоходные машины моделей S-FF (рис. 2.8а) обладают высокой производительностью.

В случае, когда необходимо произвести ремонта достаточно широких и сильно загрязненных трещин, их очистку обычно производят механическими щетками. Такие щетки (рис. 2.8б, в) выпускают соответственно фирмы Breining и Schaefer. В качестве рабочего инструмента используется диск с металлическим ворсом диаметром 300 мм и толщиной 6, 8, 10 или 12 мм.



а)



б)



в)

Рис.2.8. Оборудование для разделки трещин и прогрева стенок трещины

а – для разделки трещин фирмы Schaefer (Германия), б – для разделки трещин фирмы Schaefer (Германия)фирмы Crafcо (США), в – для прогрева стенок трещины фирмы Schaefer (Германия)

Фирма Breining производит заливщики моделей смонтированные на автомобильном шасси и самоходные машины (рис. 2.9). Машина имеет гидропривод на задние колеса и может передвигаться со скоростью до 20 км/час.

Замкнутая система циркуляции горячей мастики с обратной подачей ее от заливочного сопла в бак, а также электропрогрев шлангов, предусмотрена на заливщиках фирмы Crafcо (рис. 2.10).



Рис. 2.9. Универсальная самоходная машина для герметизации трещин модели UVM 500 фирмы Breining (Германия)



Рис. 2.10.Плавильно-впрыскивающие установки серии SuperShot фирмы Crafcoc (США)

Заливщик Fugenwiesel фирмы Schaefer имеют системы подогрева, перемешивания и заливочного сопла (рис.2.11а). Достоинством заливщика Fugenwiesel является возможность герметизировать трещины большой ширины, так как мастика из сопла подается струей шириной в несколько сантиметров.



Рис. 2.11. Заливщики трещин и швов
а–Schaefer, б - CrackFillingMachine

Ямочный ремонт асфальтобетонных покрытий без разломки по струйно-инъекционной технологии комплексом БЦМ-24, где используется щебень фр.5-8 мм и битумная катионная эмульсия (рис.2.12а).

Технология "СларриСил", заключается в нанесении на поверхность дорог с помощью специально оборудованных машин водонепроницаемого и эластичного слоя износа, изготовленного на основе битумной эмульсии. Полный цикл по применению вышеуказанной технологии включает производство эмульсии на собственном заводе, доставку до места укладки и непосредственное нанесение его на дорожное полотно (рис.2.12б).



а)



б)

Рис.2.12. Комплексы дорожно-строительных и ремонтных работ:
а – комплекс ямочного ремонта БЦМ-24, б - рРемонтно-укладочный комплекс Масропавер

2.5. Материалы, применяемые для ремонта трещин асфальтобетонных покрытий

Требования к применяемым материалам

Герметизирующие материалы, применяемые для ремонта трещин и швов, должны обеспечивать надежную гидроизоляцию дорожных покрытий на протяжении не менее 5 лет.

Для ремонта трещин и швов в дорожных покрытиях следует применять герметики горячего и холодного применения. Герметики горячего применения представляют собой мастики на битумной основе. Рабочая температура зависит от состава герметика и обычно находится в пределах от 150 до 180 °С. Герметики холодного применения представляют материалы на основе синтетических каучуков отверждающиеся в результате химической реакции при смешении составляющих компонентов. Показатель жизнеспособности герметиков холодного применения при температурах до +60 °С должен быть не менее 1 часа. Время полного отверждения герметика при температуре воздуха 15 - 20°С обычно составляет около 24 часов[31].

К основным свойствам герметизирующих материалов относятся технологичность и удобство в работе, короткий период формирования, адгезионная и когезионная прочность, устойчивость к размягчению и необратимым деформациям, к агрессивной среде и погодно-климатическим факторам, к истиранию колесами автомобилей.

Показатели физико-механических свойств герметизирующих материалов должны соответствовать климатическим условиям района применения (таблица 2.1) и отвечать требованиям таблицы 2.2.

Таблица 2.1

Климатическое районирование для ремонта трещин и швов

Условное обозначение климатического района	Температура воздуха		Дорожно-климатическая зона
	Наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98	Абсолютная максимальная	
Теплый	Выше -25	Выше +40	III, IV
Умеренный	От -25 до -35	От +35 до +40	II, III
Холодный	Ниже -35	Ниже +35	II

Требования к физико-механическим свойствам герметиков

Наименование показателей	Значения для климата			Методы испытаний
	Теплый	Умеренный	Холодный	
Температура размягчения, °С, не ниже	+80	+70	+65	ГОСТ 11506
Гибкость на брусе с радиусом закругления 10 мм, °С, не выше	- 20	- 30	- 40	ГОСТ 30740
Относительное удлинение при минус 20 °С в момент разрыва, %, не менее	75	150	200	ГОСТ 30740
Прочность сцепления с бетоном при минус 20 °С, МПа, не менее	0,6	0,7	0,8	ГОСТ 26589
Температура хрупкости, °С, не выше	-30	-40	-50	ГОСТ 11507
Температура липкости, °С, не ниже	+60	+55	+50	ГОСТ 30740
Выносливость, количество циклов, не менее	30 000	30 000	30 000	ГОСТ 30740
Водопоглощение, %, не более	0,5	0,5	0,5	ГОСТ 25945
Старение под воздействием ультрафиолетового излучения в течение не менее 1000 ч, %, не более	15	15	15	ГОСТ 30740

При плохом сцеплении герметика с боковыми поверхностями шва или камеры их следует обрабатывать праймером. При выборе праймера необходимо учитывать кроме обеспечения хорошего сцепления с бетоном также текучесть и удобство нанесения грунтовки на обрабатываемую поверхность, скорость высыхания и возможность связывания пылеватых частиц[31].

При герметизации деформационных швов покрытий применяют эластичный уплотнительный шнур, который позволяет обеспечивать требуемую глубину заливки, правильную форму и оптимальную работу герметика в процессе эксплуатации, а также снижает образование пузырей при заливке мастики. Диаметр уплотнительного шнура необходимо выбирать в зависимости от ширины ремонтируемого шва по таблице 2.3.

Уплотнительный шнур должен обладать физико-механическими свойствами, обеспечивающими качество и долговечность герметизации швов.

Таблица 2.3

Рекомендуемый диаметр уплотнительного шнура

Ширина шва, мм	Диаметр уплотнительного шнура, мм
4-6	9
6-10	12
10-13	15
16-19	22
19-22	25
22-26	31
26-31	38
31-38	50

Материалы для ремонт трещина асфальтобетонных покрытий

Наиболее распространённый способ ремонта трещин заключается в заливке их битумом или битумной мастикой. Узкие трещины шириной до 3-5 мм после очистки промазывают жидким битумом, а затем с помощью заливщика трещин заполняют жидким или вязким разжиженным битумом или битумом, нагретым до температуры 160-170°C. После заполнения битумом трещины присыпают песком. Тонкие трещины заделывают также нанесением разогретой полимербитумной мастики в виде ленты. Средние и широкие трещины шириной до 3 см после очистки обрабатывают жидким битумом по норме 0,1-0,15 л/м² с помощью распылителя или краскопульта и, используя раздаточный пистолет заливщика швов, заполняют резинобитумной мастикой, нагретой до 150-170°C. После этого присыпают поверхность сухим нагретым песком или каменной мелочью.

В состав мастики для заливки швов входит вязкий битум, минеральный порошок, резиновая крошка и асбест коротковолокнистый, который может быть заменен синтетическими волокнами (таблица 2.4).

Таблица 2.4

Компоненты	Процентная доля по массе для температуры размягчения мастики, %			
	55°C	58°C	60°C	65°C
Битум вязкий 90/130 или 60/90				
Минеральный порошок	80	70	60	60
Резиновая крошка	10	25	25	25
Асбест коротковолокнистый	10	5	5	-
	-	-	10	15

Имеется опыт заполнения широких трещин щебнем с пропиткой битумом и заклеиванием полосами из стекловолокна, которое заливают сверху битумом, а также опыт заклеивания заполненной трещины специальной битумной лентой, которая разогревается на месте укладки газовой горелки.

При наличии на покрытии сплошной сетки трещин на небольших участках их перекрывают поверхностной обработкой. Сплошную сетку трещин, возникшую из-за неустойчивости основания, ремонтируют как и места пониженной прочности - вырубкой основания и устройством новой поверхностной обработки.

Характеристики резинобитумного вяжущего, приведены в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Наименование показателей	Резинобитумное вяжущее, полученное	
	из образца	в лабораторных условиях
Глубина проникания иглы при 250°С, 0,1 мм	62	64
Температура размягчения по кольцу и шару, град. С	63,4	75
Температура хрупкости по Фраасу, град. С	-19	менее -20

Эффективные материалы и технологии ремонта покрытий

Применение асфальтобетонных смесей Microvia E и Microvia R

Microvia E "Viafrance" (Франция) является высококачественной асфальтобетонной смесью, предназначенной для ремонта деформированных покрытий или покрытий дорог, имеющих усадочные трещины. Смесью Microvia E укладывают слоем толщиной 15-25 мм.

Смесью Microvia R (индекс R указывает на присутствие в смеси резины) является высококачественной "жесткой" асфальтобетонной смесью 0/6, предназначенной для строительства верхних слоев дорожных покрытий. Слой, уложенный из смеси Microvia R, характеризуется высокой прочностью,

устойчивостью к колееобразованию, слабой чувствительностью к воздействию температур, сопротивлением усталостным явлениям.

Ремонт покрытия дороги асфальтобетонной смесью со стальными волокнами

Применение асфальтобетонной смеси с добавлением стальных волокон решат проблемы, связанные с улучшением эксплуатационных качеств дорожных покрытий. Стальные волокна улучшают физические и эксплуатационные свойства асфальтобетона, продлевая тем самым срок службы покрытия. Усиление верхних слоев покрытия стальными волокнами, способствует уменьшению расхода асфальтового вяжущего, прочность такого покрытия превышает прочность покрытий, не содержащих их. В составе смесей доля стальных волокон содержит 1,1-1,5%.

Новая битумная лента - Ток для заделки стыков асфальтобетонных покрытий

Фирма "Densokorn AG" (ФРГ) выпускает специальную битумную ленту - Ток, обеспечивающей хорошее сцепление старого и нового слоев покрытий в местах их примыкания, а также хорошую изоляцию такого шва, принимая на себя часть нагрузок и действуя как "мягкий шарнир" Желательно, чтобы битумная лента выступала примерно на 5 мм над поверхностью старого покрытия. После уплотнения образуется заклепочная головка, которая заполняет неровности кромки, возникшие при резке старого покрытия.

Ликвидация трещин с применением пластификаторов

Одним из способов ликвидации трещин с улучшением сплошности и монолитности покрытия в естественном состоянии летом является пластификация материала покрытия в зоне, прилегающей к трещине. Суть способа состоит в том, что очищенные трещины заполняются реагентами, разжижающими и пластифицирующими битум стенок и кромок покрытия. Пластификатором заполняют трещину и обрабатывают поверхность покрытия, прилегающую к ней. Под действием транспорта при высокой

летней температуре происходит закрытие трещин с восстановлением сплошности и прочности материала покрытия.

Заделка трещин геотекстильными лентами

Для закрепления ремонтного материала можно заклеить трещину геотекстильным материалом шириной ленты 8-12 см. Такой способ применим при заделке узких и средних трещин (рис. 2.13).

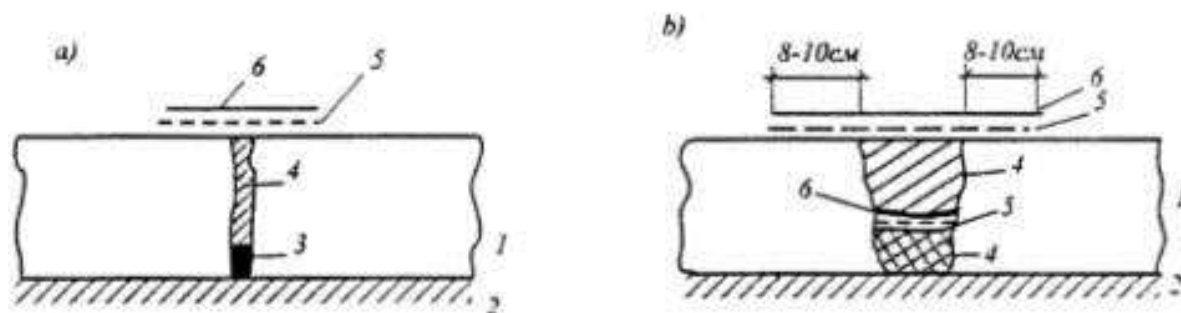


Рис. 2.13. Закрепление ремонтного материала геотекстильными лентами:
1 - покрытие; 2 - основание; 3 - остатки пыли, песка, щебня; 4-ремонтный материал для заполнения трещин; 5 - битум; 6 - геотекстильный материал;
а - узкие и средние трещины; б - широкие и очень широкие трещины

Ремонт трещин и предупреждение образования выбоин путем устройства местной поверхностной обработки.

При ремонте одиночных трещин поверхностная обработка из мелкозернистого щебня устраивается на всю длину трещины полосой, ширина которой составляет 30-40 см (рис.2.14).. В местах, где несколько трещин расположены рядом или образовалась сетка трещин, поверхностная обработка устраивается на всей площади, поражённой трещинами.

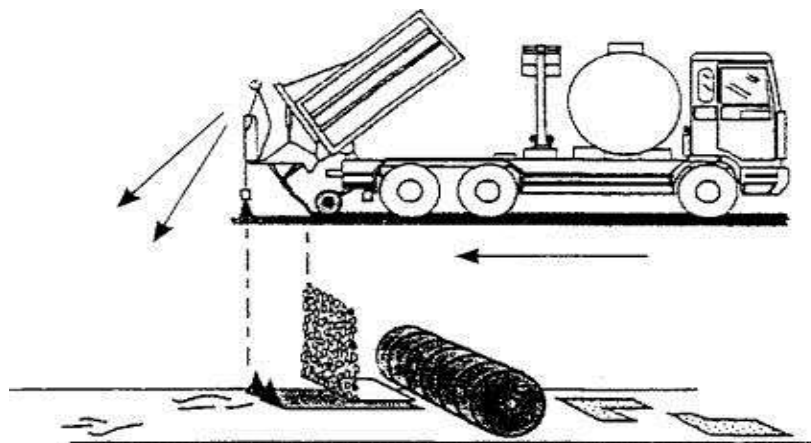


Рис. 2.14. Предупреждение образования ямочности путём местной поверхностной обработки машиной типа «Стоппер» фирмы «Сэкмэр» (Франция)

Трещины заполняются вязущим и мелким щебнем и закрываются водонепроницаемым шероховатым слоем (рис. 2.15). Таким образом, создаются основы стратегии профилактического предупредительного ремонта.

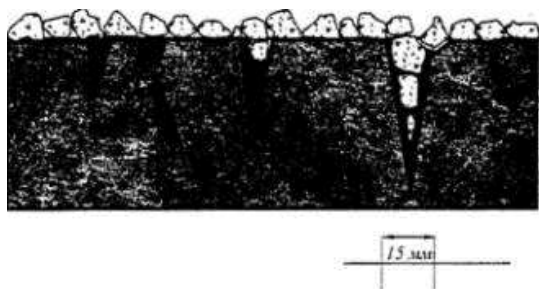


Рис. 2.15. Заполнение трещин вязущим материалом и щебнем

Покрытия Сларри

Покрытие Сларри Сил представляет собой литую эмульсионно-минеральную смесь, состоящую из битумной эмульсии, каменного материала с определенным гранулометрическим составом, воды и специальных добавок. Для смесей применяются так называемые «быстрохватывающиеся эмульсии» (quickset) (для Сларри Сил) или «эмульсии быстрого открытия движения» (quicktrafficemulsion) (для Микросюрфейсинга).

Микросюрфейсинг

Это разновидность эмульсионно-минеральной смеси типа Сларри, позволяющая производить укладку смеси более толстым слоем и в несколько слоев, более прочная, с более высокими требованиями к качеству каменного материала.

Покрытия типа Сларри состоят из четырех основных компонентов: эмульсия, вода, каменный материал и регулятор скорости распада смеси, которые смешиваются в точных пропорциях при помощи специального оборудования.

Битум является основным компонентом эмульсии. Материал, показанный на рис.2.16, является окисленным продувкой воздухом битумом и может быть усовершенствован путем добавления Roadchem[®] 701 и использования новых технологий эмульгирования.

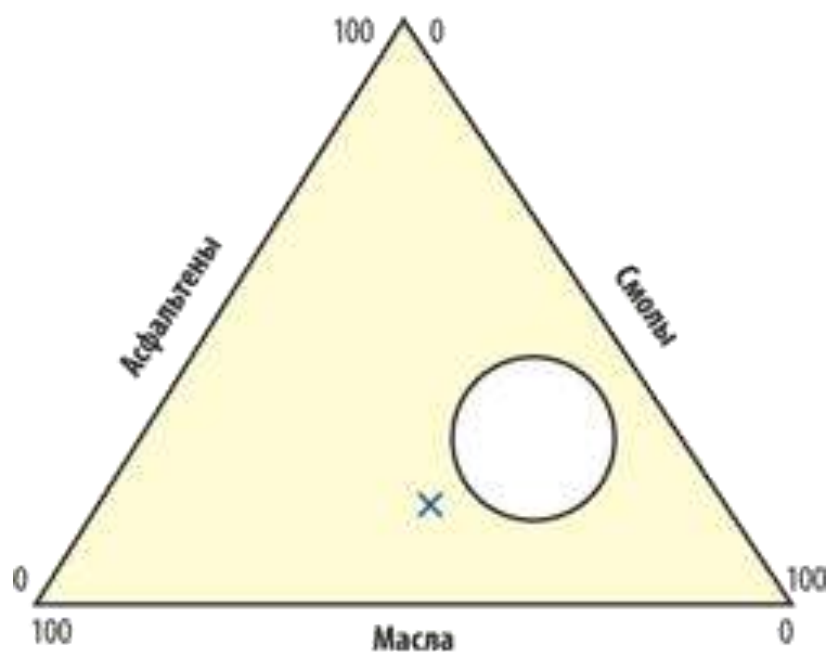


Рис. 2.16. Оценка химического состава битума

Свойства полимермодифицированного вяжущего Таблица 2.6

Эмульсия	G^* (МПа) 20°C 10рад/сек	Фазовый угол 50°C 10 рад/сек	Прочность 300 МПа максимум и m value 0,3 минимум	Эффективная низкая температура
3%SBR	3,2	55	-15°C	-25°C
5%SBR	5,7	52	-25°C	-30°C
10%SBR	6,4	43	-35°C	-45°C
3%SBS	2,3	52	-20°C	-30°C
5%SBS	3,1	49	-35°C	-40°C
5%SBS/ 3%SBR	3,6	43	-40°C	-45°C
%SBS/ 3% fibre	3,9	47	-25°C	-30°C
5%SBR/ 5%RG-1	5,7	51	-25°C	-35°C

2.6. Фактические проводимые работы по предупреждению, предотвращению и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий дорожно-эксплуатационными службами республики

Проводимые работы дорожно-эксплуатационными службами республики по предупреждению, предотвращению и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий установлены в некоторых нормативных документах [8, 13, 14].

Трещины шириной 5 мм и более заделывают мастикой, а мелкие залиты битумом и присыпаны минеральным порошком. Отдельные раскрытые трещины шириной 5 мм и более заделывают следующим образом: очищают от пыли и грязи при помощи сжатого воздуха, стальной щетки или металлических крючьев; смачивают органическим растворителем по норме 0,1-0,15 л/м²; заливают битумной мастикой. После удаления избытка мастики трещину присыпают горячими каменными высевками или песком.

Трещины с разрушенными краями разделяют, вырубая асфальтобетон полосой 10-15 см с каждой стороны на всю толщину деформированного слоя. Разделанные трещины заделывают так же, как и выбоины.

После появления трещин шириной 5 мм и более, нормы рекомендуют заполнять трещины резинобитумной мастикой.

Остановку и предупреждение развития трещин и сетки трещин осуществляется устройством изолирующего слоя мелкозернистой поверхностной обработки локальными картами.

Перечень основных машин, механизмов и оборудования, способы, применяемые на работах по предотвращению и ликвидации трещин: заделка трещин с применением заливщика на базе автогудронатора; заделка трещин с применением ручного заливщика швов; заделка трещин в ручную при помощи лейки; уплотнение покрытия вручную ручными механизмами.

Технология и состав работ при заделке трещин с использованием заливщика на базе автогудронатора: наполнение цистерн битумом; погрузка материалов в бункера (асфальта, каменной мелочи); подогрев битума с

проверкой шлангов; установка и снятие ограждений; очистка покрытия и трещин от пыли и грязи; заливка трещин битумом; засыпка трещин каменной мелочью или холодным асфальтом; перемещение заливщика в процессе работы; подноска инструментов, материалов в пределах рабочего места.

Технология и состав работ при заделке трещин с использованием заливщика швов: установка и перестановка ограждений; очистка поверхности покрытия и трещин; смазка стенок трещин и швов жидким битумом; заделка трещин в асфальтобетонном покрытии с заполнением бачка заливщика битумом; перемешивание и подогрев битума в бачке; перемещение заливщика в процессе работы; засыпка трещин.

Технология и состав работ при заделке трещин при помощи лейки (рис.2.17): очистка швов и трещин металлическими крючками, щетками и ручными компрессорами; разогрев битума в передвижном котле и приготовление разжиженного битума; смазка стенок трещин и днищ жидким битумом; заполнение швов и трещин битумом из леек; засыпка трещин песком или каменной мелочью; подноска материалов на расстояние до 25 м и передвижка котла.

При выборе технологии ремонта трещин различного типа учитывают: вид материала покрытия; число трещин и среднее расстояние между ними; ширину трещин и максимально возможное перемещение кромок в процессе эксплуатации; степень разветвленности трещин в плане; состояние покрытия в зоне трещин и степень разрушения кромок; прочность дорожной одежды, особенно в зоне трещин и швов; наличие машин-механизмов и оборудования.



Рис. 2.17. Заделка трещин вручную при помощи лейки

Выводы по главе 2

1. Выполнен анализ процессов развития и основные причины образования трещин, их влияние на состояние дорожной одежды и движение автомобилей, с выделением технологических и эксплуатационных трещин.

2. Анализом и оценкой современного состояния состава и структуры работ по ремонту трещин асфальтобетонных покрытий установлены традиционные технологии ремонта трещин, выбор метода, технологии, материалов и оборудования для ремонта.

3. Исследованы и сопоставлены способы ремонта трещин, как ямочный метод, струйно-инъекционный метод, метод с использованием литого асфальтобетона, заливка трещин различными видами полимеров, ликвидация трещин с применением пластификаторов, заделка трещин геотекстильными лентами, проведение местной поверхностной обработки и др.

4. Изучены комплексы машин и оборудования, а также применяемые материалы для ремонта трещин покрытий в зависимости от вида, причин образования трещин, технология их ремонта. Рассмотрены эффективные материалы и технологии ремонта покрытий, такие как асфальтобетонные смеси Microvia E и Microvia R (Франция), герметизирующие слои Flexochape, асфальтобетонные смеси с добавлением стальных волокон, битумная лента - ТОК для заделки стыков асфальтобетонных покрытий, пластификаторы, геотекстильные ленты, покрытие Сларри Сил, микросюрфейсинги др.

5. Проанализированы фактические применяемые работы по предупреждению, предотвращению и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий в республике и установлено, что пока дорожно-эксплуатационными службами применяются традиционные, порой устаревшие методы ремонта трещин.

Глава 3. Разработка рекомендаций по предупреждению, предотвращению и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий

3.1. Разработка концептуальной схемы предупреждения, предотвращения и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий

Механизмом, подходами и критериями разработки концептуальной схемы предупреждения, предотвращения и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий являются следующие предпосылки:

Различают технологические и эксплуатационные трещины по причинам их образования.

Технологические трещины в асфальтобетонных покрытиях образуются чаще всего из-за некачественного сопряжения горячей и холодной полосы укладки. В цементобетонных покрытиях несвоевременная нарезка деформационных швов, неправильный уход за твердением и другие нарушения приводят к появлению технологических трещин.

Эксплуатационные трещины образуются от растягивающих напряжений в результате комплексного воздействия внешних факторов.

Температурные трещины возникают в результате охлаждения и сопротивления покрытия температурной усадке.

Усталостные трещины, возникают при изгибе монолитного слоя от многократных транспортных нагрузок.

Отраженные трещины копируют швы или трещины жестких трещиновато-блочных оснований.

Сетка трещин может образовываться на в тонких покрытиях на недостаточно прочном основании,

Другие немаловажные причины образования трещин:

- недостаточная прочность дорожной одежды и земляного полотна;
- большие перепады температур от положительных к отрицательным;
- недостаточная трещиностойкость асфальтобетонных покрытий;
- различие теплофизических свойств материалов слоев покрытий;
- неравномерное уплотнение земляного полотна и дорожной одежды;

- образование пучин.

В начальной стадии образования трещины практически не оказывают влияния на условия движения автомобилей до тех пор, пока трещины не переходят в выбоины. Наличие трещин на покрытии и в дорожной одежде оказывает очень большое влияние на прочность и срок службы дорожной одежды по следующим причинам:

- трещины нарушают целостность и монолитность дорожной одежды, разделяя ее на отдельные, не связанные между собой блоки;
- через трещины вода проникает в основание и земляное полотно и значительно ослабляет их прочность и несущую способность;
- при наезде колёс на кромки трещины отдельные части покрытий обламываются, стенки трещины перемешаются относительно одна другой в вертикальной плоскости. В результате кромки обламываются и разрушаются, стенки раскрашиваются и постепенно трещина превращается в выбоину.

Таким образом, каждая своевременно не устраненная трещина, а тем более сетка трещин рано или поздно превратится в выбоину.

В любом случае выбоины и ямы необходимо заделывать на ранней стадии их образования. Опыт показывает, что каждая незаделанная выбоина увеличивается в размерах и способствует появлению новых выбоин. В начале этот процесс идет медленно, а затем приобретает лавинообразный характер.

Если стоимость работ по ямочному ремонту, выполненному ранней весной, принять за единицу, то с опозданием ремонта на 2-3 месяца эта стоимость может возрасти в 3-5 раз.

На основании исследований в настоящей работе предлагается концептуальная схема предупреждения, предотвращения и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий (рис.3.1)

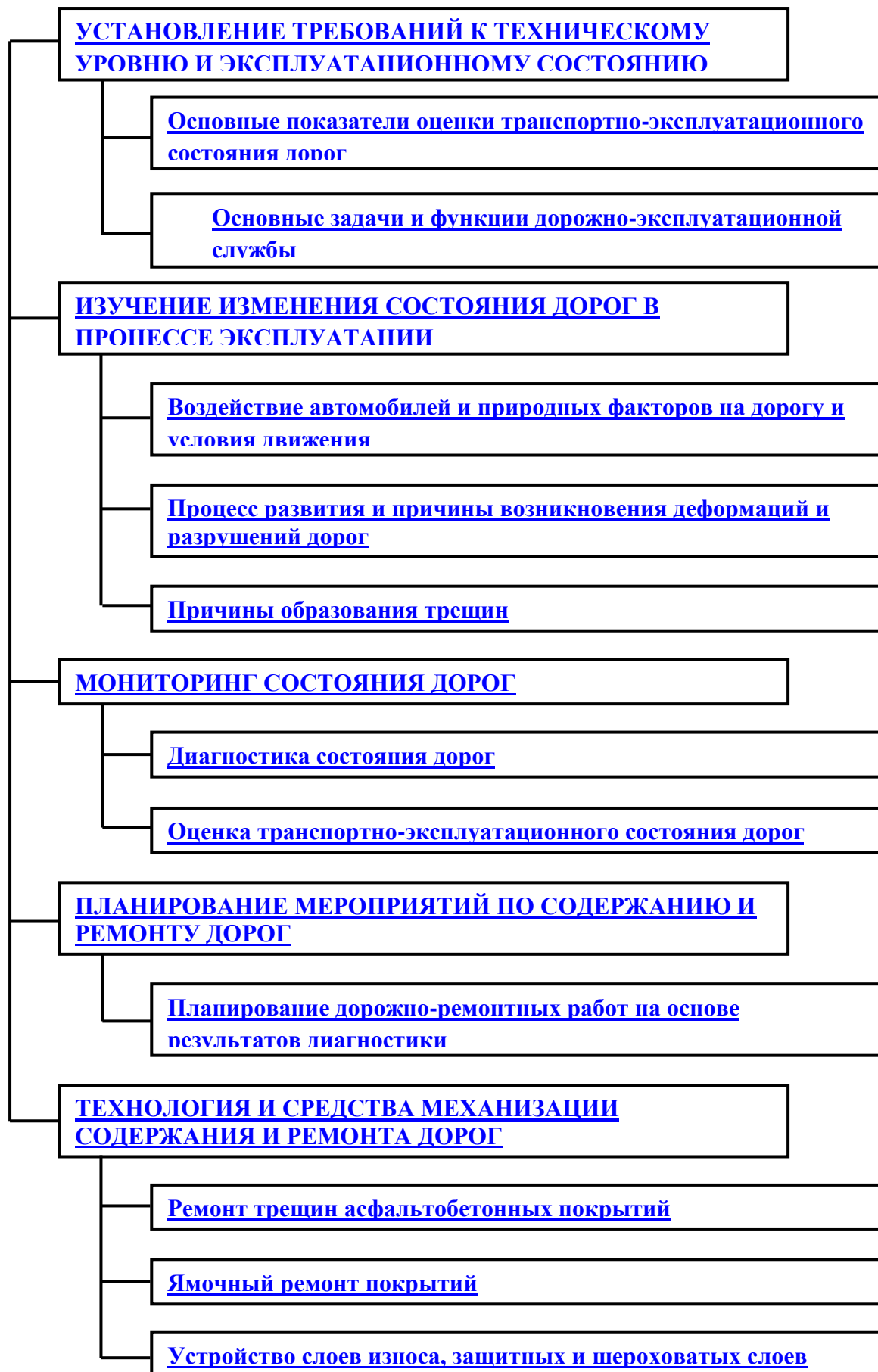


Рис.3.1. Концептуальная схема предупреждения, предотвращения и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий

3.2. Рекомендации по предупреждению трещин асфальтобетонных покрытий

По результатам проведенных теоретических, аналитических исследований, оценки и анализа ниже приведены дефекты асфальтобетона и возможные причины их возникновения и предлагаемые способы их предупреждения.

Основными причинами их возникновения:

- конструктивные (проектные) дефекты - появляются в результате ошибочных вычислений при проектировании;
- производственные дефекты - связаны с несоответствием выполненных технических решений и требованиям проектной документации;
- технологические - обусловлены нарушениями технологической инструкции, несоблюдением правил и порядка производства работ.
- эксплуатационные - являются результатом естественного старения покрытия, износа, влияния погодных и климатических условий, воздействия транспортных нагрузок и пр.

Обобщая вышеперечисленные можно сделать следующие выводы:

- необходимо строгий контроль за качеством устройства покрытий;
- нужно достичь качественного сопряжения горячей и холодной полосы;
- своевременная нарезка деформационных швов в цементобетонных покрытиях и правильный уход за твердением цементобетона;
- исключить появления отраженных трещин оснований или старого покрытия, путем их прерывания;
- принятие ограничительных мер в период пучинообразования;
- обеспечить прочность дорожной одежды и земляного полотна;
- недостаточная трещиностойкость;
- обеспечить деформативных свойств битума асфальтобетонных покрытий реальным температурным условиям работы покрытий;

- обеспечить равномерное уплотнение земляного полотна и дорожной одежды;

- температурные, усталостные и отраженные трещины как бы неизбежные, однако надо принимать меры по их устранению и ликвидации.

Некачественные швы сопряжения полос (разность уровней или расслоение смеси в шве) имеют причиной несоблюдение выше приведенных правил их выполнения.

Для устранения дефекта следует четко соблюдать правила работ, целесообразно рекомендовать разогрев холодных спаек газовыми горелками или линейками дефектных мест с подкаткой катком.

Продольные трещины вдоль полотна могут быть вызваны либо недостаточным уплотнением нижнего слоя или сцеплением с ним, либо сдвигом от тяжелого катка при разворотах, либо уплотнением слишком горячей смеси.

Дефект, в случае двух последних причин, может быть устранен только частично, пока смеси находятся в горячем состоянии.

3.3. Рекомендации по предотвращению и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий

По результатам проведенных теоретических, аналитических исследований, оценки и анализа ниже приведены трещины покрытия, возможные причины их возникновения и предлагаемые способы устранения.

Причины образования трещин и факторы, способствующие их появлению, подробно описаны в параграфе 2.4 и 3.2.

Для обеспечения требований к эксплуатационному состоянию, увеличения сроков их службы и снижения затрат на ремонт и содержание необходимо своевременно проводить гидроизоляцию трещин и швов в дорожных покрытиях. Предельное допустимое количество необработанных трещин в эксплуатируемом дорожном покрытии не должно превышать установленное в зависимости от интенсивности движения [8].

При выборе технологии ремонта трещин различного типа следует учитывать материал покрытия, число и расстояние, ширину трещин и степень разветвленности трещин, состояние покрытия в зоне трещин и степень разрушения кромок, прочность дорожной одежды.

На дорожных покрытиях с частой сеткой трещин проводить герметизацию не эффективно.

Технологические операции (разделка, очистка, просушка, заливка герметика и т.п.) должны соответствовать, положениям, описанным в параграфах 2.3 и 2.4.

В общем виде технология ремонта трещин состоит из следующих операций (в порядке их выполнения): очистка трещины от пыли и грязи; разделка (раскрытие) трещины; высушивание полости трещины или разогревание ее стенок; подгрунтовка трещины; заполнение трещины заполнителем и герметизирующим материалом; присыпка поверхности трещины фрикционным материалом.

Для упрощения технологии заделки трещин необходимо применять специальные битумные мастики с твердыми наполнителями. Применение

битумных мастик с твердым наполнителем дает возможность отказаться от посыпки залитой трещины песком или высевками.

Целесообразно обработка трещины горячим воздухом, при которой отпадает необходимость в подгрунтовке, высушивании и разогреве, так как стенки трещины покрываются расплавленным битумом.

Трещины с разрушенными краями должны быть разделаны, вырубая полосы асфальтобетона шириной 10–15 см с каждой стороны деформированного слоя и ремонтировать, как выбоины.

Использование для ремонта трещин современной дорожно-строительной техники (дорожного ремонтера, заливщика трещин, машины для поверхностной обработки и др.) обеспечивает достаточно высокую степень механизации и автоматизации данного процесса.

Эффективным методом ремонта с улучшением сплошности и монолитности покрытия является пластификация (ремонт трещин методом пластификации) материала покрытия в зоне, прилегающей к трещине. Пластификатор должен хорошо совмещаться с битумом, обладать малой летучестью и хорошей стабильностью.

Для закрепления ремонтного материала рекомендуется метод заделки трещин геотекстильной лентой. После заполнения трещины вязким горячим битумом приклеивается геотекстильная лента к битуму шириной 12-20 см.

Применение поверхностной обработки в зоне образования трещин (не более 15 мм) сдерживает эрозию (не более 2 % от общей площади) покрытия.

Целесообразно его применять для заливки небольших трещин в поверхности покрытия покрытие Сларри Сил (**литая эмульсионно-минеральная смесь**), состоящего из **быстрохватывающейся** битумной эмульсии, каменного материала с определенным гранулометрическим составом, воды и специальных добавок. Толщина слоя покрытия Сларри Сил составляет не более 8 мм.

3.4. Рекомендации по технологиям ремонта трещин на основе обобщения отечественного и зарубежного опыта использования новых материалов и оборудования

На основании изучения и обобщения отечественного и зарубежного опыта использования новых материалов и оборудования по технологиям ремонта трещин разработаны соответствующие рекомендации.

Предлагаемые ниже виды ремонтных работ получены из опыта мировых лидеров ремонта и содержания автодорог (таблица 3.1.)

Таблица 3.1

Виды работ в зависимости от уровня содержания дороги

Стадии ухудшения автодорог	Виды целесообразных работ для поддержания дороги на уровне 1 или 2
<u>Уровень 1</u> Новая автодорога Превентивное содержание	Поверхностная обработка или Микросюрфейсинг
<u>Уровень 2</u> Автодорога с трещинами Превентивное содержание	Ремонт трещин + Поверхностная обработка или двухслойный Микросюрфейсинг
<u>Уровень 3</u> Автодорога с трещинами и ямами Целевое содержание	Ямочный ремонт и заделка трещин + двухслойный покрытие
<u>Уровень 4</u> Автодорога с колеями и трещинами Целевое содержание	Двухслойный покрытие или двухслойный Микросюрфейсинг
<u>Уровень 5</u> Много трещин или почти разрушенная автодорога Целевое содержание	Полная реконструкция

Рекомендуемые к использованию современные машины и технологии для поверхностной обработки, укладки тонких слоев и ликвидации трещин приводятся на рис.3.1-3.4.



Рис. 3.1. Чипсилер на шасси тягача



Рис.3.2. Чипсилер на полуприцепе



а



б

Рис.3.3. Сларри Пейвер с давлением (а) и Сларри Пейвер с насосами (б)



а



б

Рис.3.4. Крейссилер АФУ (а) АФУ ТК (б) (Заделка трещин)

Опыт содержания и ремонта автодорог в Германии на примере технологии немецкой компании SCHAFER приводится на (рис.3.5).





Рис.3.5. Тонкие слои асфальтобетона холодной укладки фирмы SCHAFER

Ремонт и техническое обслуживание как цементобетонных так и асфальтобетонных покрытий, используя методов, продлевающие срок службы покрытий, представлено по опыту английской компании Rekma (рис.3.6) .



Рис. 3.6. Технология компании Rekma по ремонту и обслуживанию покрытий

Сферы и принципы применения тонких слои асфальта холодной укладки - ТСХ: сетка трещин; выщелачивание; истирание, износ; выкрашивание заполнителя и старение битума; отраженные трещины.

ТСХ в системе содержания и ремонта автодорог способствует:

- Качественный скачок техники и технологии, развитие технологии высококачественных ТСХ;
- Существенно возрастающие требования к безопасности дорожного движения и вследствие того к потребительским свойствам дорог;
- Новые стандарты защиты окружающей среды
- Экономические факторы.

Тонкие слои холодной укладки считается экономичной, высококачественной и износостойкой технологией в системе содержания дорог (рис.3.7)



Рис.3.7. ТСХ в системе содержания и ремонта автодорог в Германии

Интегральная техника включает в себе все функции асфальтобетонного завода и асфальтоукладчика (рис.3.8). Оснащена системами калибровки, автоматического непрерывного взвешивания, дозировки и подачи.



Рис.3.8. Интегральная техника с функциями завода и асфальтоукладчика



а



б

Рис.3.9. Текстура поверхностей
а - нижний слой ТСХ 8, б - верхний слой ТСХ 5

Преимущества рекомендуемой технологии:

- используются самые качественные и дорогие материалы в тонкие верхние слои;
- холодный и тонкий слой вместо горячего и толстого;

- половина толщины – полная экономичность, экологичность, безопасность, долговечность и универсальность

Высокая экономичность рекомендуемой технологии:

- низкие расходы на производство;
- низкая потребность в материалах - 18 – 24 кг/м²;
- низкоэнергетическое производство - холодная технология без АБЗ;
- компактный процесс укладки - один комплекс (4 человека, без катков);
- мало вспомогательных работ - без нарезания, на крайних участках растекается;
- высокая производительность - до 30.000 м²/день;
- скорейшее открытие движения - 20 мин после окончания работ;
- долговечность - на автобанах, как правило, больше 13 лет.

Технология обеспечивает высочайшие потребительские свойства:

- особенная, износостойкая шероховатость - сцепление с колесами - в среднем 0,6 (предел 0,4);
- существенное снижение шума - около 3 дБ;
- практически без колеиности - постоянное самовыравнивание под воздействием движения;
- почти нет возникновения трещин - из-за более мягких битумов хорошее самовосстановление;
- высокая стойкость против старения - УФ-излучение, Антигололедные реагенты;
- высокая гидроизоляция - защита нижележащего слоя

Технологические аспекты рекомендуемого метода:

- технология холодного производства без АБЗ - высокая территориальная независимость от места производства материалов;
- короткие сроки производства работ - незначительное нарушение потока движения.

Выводы по главе 3

1. На основании исследований предложена концептуальная схема предупреждения, предотвращения и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий.

2. По результатам проведенных теоретических, аналитических исследований, оценки и анализа возможных причины возникновения трещин предложены меры по их предупреждению, предотвращению и ликвидации

3. На основании изучения и обобщения отечественного и зарубежного опыта, мировых лидеров ремонта и содержания автодорог (Франции, Германии, Англии), использования новых материалов и оборудования по технологиям ремонта трещин разработаны рекомендации по поверхностной обработке, укладке тонких слоев и ликвидации трещин, используя методов, продлевающие срок службы покрытий. Рекомендуемые технологии являются высокоэкономичными, обеспечивают высочайшие потребительские свойства, экологичность, безопасность, долговечность и универсальность.

Общие выводы

1. Дорожная система сообщений является одной из величайших достижений мировой цивилизации и занимает одно из определяющих мест в экономической, социальной и политической жизни любой страны.

2. Наличие трещин на покрытии и в дорожной одежде оказывает очень большое влияние на прочность и срок службы дорожной одежды. Трещины являются наиболее распространенным видом дефектов дорожных одежд. Причинами образования трещин являются недостаточная прочность дорожной одежды и земляного полотна; большие перепады температур; недостаточная трещиностойкость асфальтобетонных покрытий; различие теплофизических свойств материалов слоев покрытий; образование пучин. Не заделывание на ранней стадии трещин и выбоин, опоздание ремонта на 2-3 месяца приводит к увеличению стоимости ремонта в 3-5 раз.

3. Целью является проведение исследований по совершенствованию методов и способов предупреждения, предотвращения и ликвидации трещин.

4. Изучено современное состояние нормативных документов, регулирующие и регламентирующие оценки, методов, способов и технологий эксплуатации автодорог.

5. Выполнен анализ процессов развития и основные причины образования трещин, их влияние на состояние дорожной одежды и движение автомобилей, с выделением технологических и эксплуатационных трещин.

6. Анализом и оценкой современного состояния состава и структуры работ по ремонту трещин установлены традиционные технологии ремонта трещин, выбор метода, технологии, материалов и оборудования для ремонта.

7. Исследованы и сопоставлены способы ремонта трещин, как ямочный метод, струйно-инъекционный метод, метод использования литого асфальтобетона, заливка трещин различными видами полимеров, ликвидация трещин с применением пластификаторов, заделка трещин геотекстильными лентами, проведение местной поверхностной обработки и др.

8. Изучены комплексы машин и оборудования, а также применяемые материалы для ремонта трещин в зависимости от вида, причин образования трещин, технология их ремонта. Рассмотрены эффективные материалы и технологии ремонта покрытий, такие как асфальтобетонные смеси Microvia E и Microvia R, герметизирующие слои Flexochape, асфальтобетонные смеси с добавлением стальных волокон, битумная лента - ТОК для заделки стыков асфальтобетонных покрытий, пластификаторы, геотекстильные ленты, покрытие Сларри Сил, микросюрфейсинги др.

9. Проанализированы фактические применяемые работы по предупреждению, предотвращению и ликвидации трещин асфальтобетонных покрытий в республике и установлено, что пока применяются традиционные, порой устаревшие методы ремонта трещин.

10. На основании исследований предложена концептуальная схема предупреждения, предотвращения и ликвидации трещин.

11. По результатам проведенных теоретических, аналитических исследований, оценки и анализа возможных причины возникновения трещин предложены меры по их предупреждению, предотвращению и ликвидации

12. На основании изучения и обобщения отечественного и зарубежного опыта, мировых лидеров ремонта и содержания автодорог (Франции, Германии, Англии), использования новых материалов и оборудования по технологиям ремонта трещин разработаны рекомендации по поверхностной обработке, укладке тонких слоев и ликвидации трещин, используя методов, продлевающие срок службы покрытий. Рекомендуемые технологии являются высокоэкономичными, обеспечивают высочайшие потребительские свойства, экологичность, безопасность, долговечность и универсальность.

Использованная литература

Руководящие и нормативно-правовые документы

1. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон, 2017. -104 б.
2. **Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар Стратегияси тўғрисида” ПФ-4947-сонли Фармони.**
3. “Закон об автомобильных дорогах» Республики Узбекистан. ЗРУ-117, 2 октября 2007 года.
4. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 1 ноября 2006 года №226 «О совершенствовании организации и обеспечения контроля качества строительства и эксплуатации автомобильных дорог общего пользования».
5. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 31 декабря 2011 года №352 «О внесении изменений и дополнения в Классификацию работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования».

Нормативно-технические документы

6. ШНК 2.05.02-07. Автомобильные дороги. Ташкент, 2008 г.
7. ИКН 05-2011 Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог.
8. МШН 24-2005 Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог.
9. МКН 36-2008 Нормы потребности дорожной техники при текущем ремонте и содержании автомобильных дорог.
10. ИКН 14-01-13 Правила организации и проведения лабораторного контроля при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог, а также при производстве строительных материалов и конструкций.
11. МКН 01-2007 Инструкция по техническому учету и паспортизации автомобильных дорог общего пользования.

12. МКН 41-2008 Отраслевые нормы межремонтных сроков службы нежестких дорожных одежд, покрытий и поверхностных обработок.
13. ИКН 02-10 Нормы времени на работы по содержанию автомобильных дорог общего пользования.
14. ИКН 03–10 Состав и структура сметных ресурсных затрат на работы по содержанию автомобильных дорог общего пользования.

Учебники, учебные пособия и литература

15. Борисюк Н.В., Яковлев Ю.М. Использование результатов видеокomпьютерной съёмки при оценке прочности дорожных одежд нежесткого типа // Строительство и эксплуатация автомобильных дорог: задачи и решения. - М.: МАДИ (ГТУ), 2001.- с. 36-42.
16. Планирование дорожно-ремонтных работ на основе прогнозирования транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог: Метод, указания / Ш.Х. Бекбулатов, О.А. Красиков и др.; Минстрой Респ. Казахстан. - Алма-Ата, 1993. - 36 с.
17. Бируля А.К., Михович С.И. Работоспособность дорожных одежд. - М.: Транспорт, 1968. - 172 с.
18. Временные правила диагностики автомобильных дорог, оценки их состояния и назначения ремонтных мероприятий / Мин-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь. - Минск, 1996. - 80 с.
19. Яковлев Ю.М. и др. Автодорожные водопропускные трубы и их строительства. Москва, 2011 г.
20. Нормативы потребности в дорожной технике для содержания автомобильных дорог. ОДН218.014-99. М. ГП ГосдорНИИ, 1999 г.
21. Бусел А.В. Ремонт автомобильных дорог. Учеб. пособие / мн.: Арт Дизайн, 2004 г.
22. Горячев М.Г. и др. Расчёт производительности машин для строительства, ремонт и содержания городских путей сообщения. МКГП. М., 2003 г.

23. Васильева А.П. Ремонт и содержания автомобильных дорог. Москва, Транспорт, 1989 г.

Материалы из Интернета

24. <http://rovnayadoroga.ru/remont/remont-treshhin-v-asfalte.htm>.
25. <http://www.unidorstroy.kiev.ua/articles-asphalting/crack-repair-asphalt.html>.
26. <http://roadmasters.ru/remont-dorogi/tekushchij/zadelka-treshhin/tehnologiya-materialy.html>.
27. <http://roadmasters.ru/remont-dorogi/tekushchij/zadelka-treshhin/prichiny-poyavleniya-treshhin-razlomov-na-asfaltobetonnom-pokrytii-ix-remont.html>.
28. <http://roadmasters.ru/remont-dorogi/tekushchij/zadelka-treshhin/oborudovanie-dlya-zadelki-treshhin.html>
29. <http://rovnayadoroga.ru/remont/remont-treshhin-v-asfalte.html>
30. http://www.steps.ru/article/remont_dorogi_zalivka_shvov_dorozhnogo_pokrytiya.

Интернет-сайты

31. www.stat.uz (Ўзбекистон Республикаси Давлат статистика қўмитаси).
32. www.davarx.uz (Ўзбекистон Республикаси Давлат Архитектура ва қурилиш қўмитаси).
33. www.uzavtoyul.uz (Ўзбекистон Республикаси Автомобиль йўллари давлат қўмитаси).