**Шипицын Валерий Валерьевич. Обоснование технологии ремонта асфальтобетонных покрытий методом холодного ресайклинга с применением медленнотвердеющих минеральных вяжущих и разжиженного битума : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.11 Омск, 2006 170 с. РГБ ОД, 61:06-5/3844**

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия

(СибАДИ)

на правах рукописи



**Шипицын Валерий Валерьевич**

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ
ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛИНГА
С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕДЛЕННОТВЕРДЕЮЩИХ
МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ И РАЗЖИЖЕННОГО БИТУМА**05.23.11 - Проектирование и строительство дорог, метрополитенов,
аэродромов, мостов и транспортных тоннелей

Диссертация

на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент Филатов С.Ф.

Омск • 2006

СОДЕРЖАНИЕ

**Введение и общая характеристика работы** 4

[**1; Технологии восстановления асфальтобетонного покрытия 8**](#bookmark0)

1. Методы регенерации асфальтобетонного покрытия - основные

понятия и принятая классификация 8

1. [Зарубежный опыт использования холодной регенерации 1 о](#bookmark3)
2. Отечественный опыт холодной регенерации покрытий 24
3. [Исследование свойств асфальтогранулобетонов 29](#bookmark4)
4. Выводы, цель и задачи исследования 40
5. **Теоретическое обоснование эффективности предлагаемой**

**технологии ремонта асфальтобетонных покрытий**  44

* 1. Особенности структурообразования в конгломерате, образующемся

при холодной регенерации асфальтобетона с использованием мед­леннотверд еющих минеральных вяжущих и разжиженного битума .. 44

* 1. Результаты электрофизических исследований медленнотвердеющих

минеральных вяжущих и их компонентов 63

* 1. Прогнозирование эффективных режимов предлагаемой технологии

ремонта асфальтобетонных покрытий 71

[Выводы по второй главе 79](#bookmark7)

1. **Экспериментальные исследования физико-механических**

**свойств асфальтогранулобетона** 82

* 1. Методики исследования и свойства исходных материалов 82
	2. Исследование физико-механических свойств

асфальтогранулобетона 83

[Выводы по третьей главе 96](#bookmark13)

1. **Определение рациональных технологических параметров**

**регенерации асфальтобетонных покрытий методом холодного ре- сайклинга 98**

* 1. Определение допустимого временного разрыва между приготовлени­ем и уплотнением смеси на дороге 98
	2. [Влияние погодных условий на технологию регенерации асфальтобе­тонных покрытий 102](#bookmark17)
	3. [Определение рациональных технологических параметров производ­ства работ 109](#bookmark18)
	4. [Исследование ремонтопригодности регенерированного асфальтобе­тонного слоя в ранние сроки твердения материала 114](#bookmark22)

[Выводы по четвёртой главе 117](#bookmark27)

1. **Опытно-производственная проверка результатов исследования и технико-экономическое обоснование предлагаемой технологии ремонта асфальтобетонных покрытий** 118
	1. Опытно-производственная проверка результатов исследования 118
	2. Технико-экономическое обоснование технологии ремонта асфальто­

бетонных покрытий с использованием медленнотвердеющих мине­ральных вяжущих и разжиженного битума 126

Выводы по пятой главе 134

**Заключение и общие выводы** 135

**Библиографический список** 138

**Приложения:**

1. Рекомендации по ремонту асфальтобетонных покрытий методом хо­

лодного ресайклинга с применением медленнотвердеющих мине­ральных вяжущих и разжиженного битума 149

1. Акты внедрения результатов исследования 157
2. Локальные ресурсные ведомости и локальные сметные расчёты 163

**Актуальность диссертационной работы.** В процессе эксплуатации дороги снижается прочность дорожной одежды, ухудшается ровность и сплошность покрытия. Традиционно ремонт покрытия проводят различ­ными способами поверхностной обработки, выравнивания асфальтобетон­ной смесью и устройством дополнительного слоя износа.

Концепция холодного ресайклинга дорожной одежды, как способа восстановления эксплуатационных свойств, относительно нова. Холодная регенерация асфальтобетонных покрытий выгодно отличается от традици- ► онных способов ремонта, прежде всего, своей экономичностью. Эта техно­логия позволяет наиболее эффективно использовать материал старой до­рожной одежды, устранять трещины в старом покрытии на всю или боль­шую часть глубины, что замедляет появление трещин на новом покрытии. Кроме того, проведение работ без разогрева материала наносит минималь­ный вред окружающей среде.

Обычно для восстановления старого асфальтобетона рекомендуют вводить органические вяжущие: жидкий битум, битумную эмульсию, от­работанные масла и др. В качестве минерального вяжущего в основном применяют цемент.

Однако эта эффективная технология требует дальнейшего развития в части использования для укрепления материалов других вяжущих, совер­шенствования технологического процесса. Не изучено комплексное влия­ние технологических и погодных факторов на свойства получаемых конст­руктивных слоев.

**Объектом диссертационного исследования** является технология ! ремонта асфальтобетонных покрытий методом холодного ресайклинга.

**Предмет исследования:** параметры технологического процесса хо­лодного ресайклинга асфальтобетонных покрытий с применением медлен­нотвердеющих минеральных вяжущих и разжиженного битума.

**Цель диссертационной работы:** развитие научных положений и по­вышение практических результатов технологии холодного ресайклинга асфальтобетонных покрытий с применением медленнотвердеющих мине­ральных вяжущих и разжиженного битума.

Для достижения цели поставлены и решены следующие **задачи:**

* произведен анализ и обобщение проблем, связанных с применени­ем технологии ремонта асфальтобетонных покрытий методом холодного ресайклинга;
* теоретически обоснована эффективность технологии ремонта ас­фальтобетонных покрытий методом холодного ресайклинга с применени­ем медленнотвердеющих минеральных вяжущих и разжиженного битума;
* исследованы физико-механические свойства АГБ с установлением параметров технологического процесса;
* осуществлена опытно-производственная проверка полученных ре­зультатов;
* выполнена технико-экономическая оценка предлагаемых решений.

**Научная новизна результатов исследования** заключается в разви­тии научных положений в области технологии ремонта асфальтобетонных покрытий методом холодного ресайклинга:

* обосновано применение медленнотвердеющих минеральных вяжу­щих и разжиженного битума в технологии холодного ресайклинга;
* разработаны рациональные составы смесей;
* установлены параметры технологического процесса, учитывающие комплексное влияние технологических и погодных факторов на свойства получаемых конструктивных слоев.

**Практическая значимость работы** состоит в расширении возмож­ностей использования и повышении качества ремонта асфальтобетонных покрытий методом холодного ресайклинга. Разработаны рекомендации по технологии ремонта асфальтобетонных покрытий методом холодного ре­сайклинга с применением медленнотвердеющих минеральных вяжущих и разжиженного битума.

**Автор защищает:**

* совокупность технологических решений и параметры технологиче­ского процесса, позволяющие получать качественное покрытие с учётом комплексного влияния технологических и погодных факторов на свойства получаемых конструктивных слоев;
* особенности структуры асфальтогранулобетона и рациональные со­ставы смесей, полученных с применением медленнотвердеющих мине­ральных вяжущих и разжиженного битума.

**Достоверность** основных положений, выводов и рекомендаций обоснована использованием в исследованиях фундаментальных положе­ний теории структурообразования и технологии асфальтобетонов, соблю­дением основных принципов физического моделирования, необходимым объемом экспериментальных данных, полученных с использованием со-. временных приборов и оборудования. Экспериментально-теоретические положения проверены и подтверждены при опытно-производственном строительстве.

**Реализация работы:**

' 1. Временные рекомендации по восстановлению асфальтобетонных покрытий методом холодного ресайклинга с применением медленнотвер­деющих минеральных вяжущих и разжиженного битума приняты к приме­нению в Управлении дорожного хозяйства Омской области.

2. Осуществлены работы по ремонту покрытия на участках автомо­бильных дорог областного значения Омск - Муромцево и на федеральной дороге Омск - Тюмень.

3. Материалы диссертационного исследования используются в учеб­ном процессе на факультете «Автомобильные дороги и мосты» СибАДИ при изучении дисциплин «Технология и организация строительства авто­мобильных дорог» и «Реконструкция автомобильных дорог».

**Апробация работы:** материалы исследования докладывались и об­суждались на Международных научных конференциях, посвященных 70 и 75-летию образования СибАДИ в 2000 и 2005 гг.; на Всероссийских научно-практических конференциях, организованных предприятием Ал- *t .* тайавтодор в г. Барнауле в 2001 и 2003 гг.; на 63-й научно-технической конференции в г. Новосибирске (НГАСУ) в 2006 г.

**Публикации.** Основные положения диссертационного исследования опубликованы в 8 научных работах.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Результаты исследования изложены на 170 страницах основного текста, включающего 46 рисунков, 41 таблицу, библиографию из 159 наименований.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

1. В результате проведённого исследования теоретически обоснована и практически подтверждена эффективность технологии ремонта асфальтобе­тонных покрытий методом холодного ресайклинга с применением медлен­нотвердеющих минеральных вяжущих и разжиженного битума.
2. Асфальтогранулобетон (АГБ) - это композиционный материал, в ко­тором наполнителем являются полизернистые частицы АГ, а матрицей - комплексное вяжущее на основе медленнотвердеющего минерального вяжу­щего и разжиженного битума. В процессе структурообразования в АГБ фор­мируется два типа микроструктуры - коагуляционная и конденсационно­кристаллизационная, что объясняет повышенные деформативные и прочно­стные свойства, водо- и морозостойкость АГБ. Коагуляционные связи между частицами АГ осуществляются через адсорбционно-сольватные структури­рованные пленки битума. Конденсационно-кристаллизационные связи пред­ставлены слабозакристаллизованной массой гелевидных гидросиликатов кальция.
3. Длительное сохранение тиксотропной коагуляционной структуры мед­леннотвердеющего минерального вяжущего, позволяет улучшить техно­логические параметры строительства конструктивных слоев дорожных одежд с использованием таких материалов. Применение разжиженного вяз­кого битума способствует повышению качества перемешивания смеси, что в конечном итоге улучшает физико-механические свойства получаемого мате­риала.
4. Установлены показатели физико-механических свойств асфальтогра­нулобетонов с применением в качестве регенерирующих добавок медленнот­\*

вердеющих минеральных вяжущих и вязкого битума, разжиженного кероси­ном. Разработанные составы смесей позволяют получать АГБ типа Б (биту­мосодержащие), типа М (минералосодержащие), и типа К (комплексные),

отвечающие требованиям нормативных документов и пригодные для строи-

**■ #** .

тельства нижних и верхних слоев асфальтобетонных покрытий. АГБ типа М и К из смесей на основе медленнотвердеющих минеральных вяжущих обла­дают лучшей деформативностью, а значит и трещиностойкостью по сравне­нию с АГБ в состав которых входит цемент.

1. Наилучшие показатели прочности АГБ достигаются при введении в смесь оптимального количества разжиженного битума и воды; причём, со­держание воды в смеси должно быть откорректировано, в зависимости от ви­да и дозировки минерального вяжущего, а также от условий приготовления и твердения материала на дороге. Получена математическая модель влияния температуры воздуха, скорости ветра и времени выдерживания смеси на до­роге, на испарение из неё влаги. Это позволяет для конкретных условий и технологии производства работ устанавливать водосодержание смеси при её приготовлении, с учетом последующего испарения влаги.

Испарение лёгких фракций керосина в основном происходит в первые две недели твердения смеси, при этом прочность АГБ возрастает. Сущест­венный вклад в формирование прочности АГБ вносит медленнотвердеющее минеральное вяжущее, что подтверждается длительным набором прочности образцов, содержащих это вяжущее.

1. Данные исследований позволяют обоснованно проектировать техно­логический процесс ремонта дорожных покрытий, определять длину техно­логической подзахватки для данной производительности машин, оптималь­ное и допустимое время уплотнения смеси. Причем, эти параметры опреде­ляются в зависимости от погодных условий производства работ.

За счёт повторного перемешивания или уплотнения смеси АГБ в опре­делённый период времени можно получить повышение прочности материала до 40 % без увеличения дозировки вяжущего. Для получения дорожного по­крытия с заданными свойствами, необходимо организовать технологический процесс так, чтобы уплотнение смеси было закончено в индукционный пери-

од, продолжительность которого зависит от рецептуры смеси и температуры воздуха. Предельно допустимое время выдерживания смеси различного со­става изменяется от 3 до 8 часов. \*

Положительной особенностью технологии холодной регенерации явля­ется возможность исправить допущенные ошибки даже после уплотнения слоя. В ранние сроки твердения АГБ типа К обладает свойствами, позво­ляющими восстанавливать прочностные показатели после рыхления и по­вторного уплотнения материала не позднее 4 часов. Асфальтогранулобетон типа Б способен длительное время воспринимать повторную обработку без потери прочности (как холодный асфальтобетон), но испарение разжижителя ограничивает этот период до 11-15 час.

1. Опытно-производственные работы позволили практически отработать

и уточнить рациональные технологические параметры ремонта асфальтобе­тонных покрытий методом холодного ресайклинга, доказать достоверность и практическую значимость результатов теоретических и экспериментальных исследований. .

На базе исследований и опытно-производственных работ разработаны Рекомендации по ремонту асфальтобетонных покрытий методом холодного ресайклинга с применением медленнотвердеющих минеральных вяжущих и разжиженного битума.

Технико-экономическая оценка предлагаемой технологии показала ее эффективность. Технология ремонта асфальтобетонных покрытий методом холодного ресайклинга с использованием медленнотвердеющих минераль­ных вяжущих и разжиженного битума примерно в 3 раза дешевле, чем тра­диционная технология ремонта с укладкой нового тонкого слоя асфальтобе­тонного покрытия.