

На правах рукописи

ИВАНОВА Людмила Алексеевна

**СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ
ДЛЯ РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ**

05.23.05 – Строительные материалы и изделия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Красноярск – 2008

Работа выполнена в федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет»

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Шевченко Валентина Аркадьевна

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Верещагин Владимир Иванович

доктор технических наук, профессор
Завадский Владимир Федорович

Ведущая организация: Сибирский филиал ФГУП
«РОСДОРНИИ» (г. Красноярск)

Защита состоится « 19 » июня 2008 г. в « 14⁰⁰ » часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.099.08 при федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет» по адресу: 660049, г. Красноярск, ул. Ленина, 70 аудитория А - 204.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института градостроительства, управления и региональной экономики Сибирского федерального университета

Автореферат разослан « 15 » мая 2008 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Е.В. Пересыпкин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Дорожное покрытие в процессе эксплуатации воспринимает механические и климатические воздействия. Вследствие этого появляются разнообразные дефекты в виде деформаций и разрушений на покрытии.

Своевременная локализация разрушенных участков, особенно в период повышенной влажности и знакопеременных температур, позволит избежать значительного объема разрушений.

Учитывая климатические условия Сибирского региона деформационные свойства мастик и асфальтобетона несовместимы при отрицательных температурах, что приводит к преждевременному разрушению мастичных композитов.

Подбор материалов и разработка композиций, сочетающихся в определенной степени с положительными параметрами мастичных составов и исключаяющих их негативные свойства, является **актуальной задачей** при ремонте дорожных покрытий.

Широкие перспективы в этой области имеет технологическое направление с применением сухих строительных смесей заводской готовности на основе минеральных вяжущих.

Разработка конкурентоспособных ремонтных композиций с использованием местных отходов теплоэнергетики, металлургии и корректирующих гидрофобных добавок, обеспечивающих техническую, экономическую и экологическую целесообразность, является одним из приоритетных направлений развития производства сухих строительных смесей в практике дорожного строительства.

Работа выполнялась в рамках краевой целевой программы «Дороги Красноярья» на 2006 - 2008 гг.

Цель работы: Разработка составов сухих строительных смесей для ремонта дорожных покрытий с использованием отходов теплоэнергетики, металлургии и многофункциональных корректирующих добавок.

Задачи исследований:

1. Обосновать выбор сырьевых материалов для разработки составов сухих строительных смесей, предназначенных для ремонта дорожных покрытий.
2. Изучить влияние различных компонентов на реологические, прочностные и деформационные свойства сухих строительных смесей.

3. Исследовать механизм структурообразования и фазовый состав новообразований затвердевших композиций.

4. Разработать многокомпонентные органо-минеральные композиции для ремонта дорожных покрытий на основе отходов теплоэнергетической, металлургической промышленности и эффективных корректирующих добавок.

5. Разработать технологию выполнения ремонтных дорожных работ с использованием сухих строительных смесей.

6. Выполнить технико-экономическую оценку эффективности применения разработанных органо-минеральных композиций для ремонта дорожных покрытий.

Научная новизна работы:

Установлено, что композиция комплексного вяжущего, содержащая оксиды и гидроксиды кальция, при взаимодействии с компонентом, содержащим фторид натрия, обеспечивает необходимые сроки схватывания и прочность материала для ремонта дорожного покрытия за счет взаимодействия фторида натрия с кальциевой составляющей вяжущего. Образующийся гидроксид натрия взаимодействует с органическими компонентами, что может быть реализовано использованием высококальциевой золы и тонкодисперсной угольной футеровки электролизеров, которая выполняет положительную роль ускорения твердения и микронаполнителя в асфальтобетоне.

Установлено, что добавка микрокремнезема в количестве 6 - 8% в сухую смесь на основе цементного вяжущего для заделки выбоин обеспечивает ускорение набора прочности за счет связывания гидроксида кальция, образующегося при гидратации цемента, увеличение конечной прочности и повышение водостойкости.

Установлено, что использование полимерной добавки Виннапас в количестве 4 - 6% от массы минерального вяжущего в составе композиций для ремонта дорожного покрытия увеличивает прочность междуслойного сцепления между ремонтным материалом и ремонтируемым покрытием в 3,5 раза за счет одновременной гидратации цемента и диспергации полимерного порошка.

Установлено, что дополнительное введение добавки эмульбит совместно с водой затвердения в количестве 1% в состав сухих строительных смесей на органо-минеральных вяжущих увеличивает прочность при сжатии и изгибе, повышает плотность и морозостойкость

за счет взаимодействия гидравлического вяжущего с органическими компонентами смеси.

Практическое значение и реализация работы. Разработаны составы сухих строительных смесей на органо - минеральных вяжущих для ремонта дорожных покрытий с использованием отходов теплоэнергетической, металлургической промышленности и многофункциональных корректирующих добавок.

Разработан состав ремонтной композиции для заделки трещин в асфальтобетонном покрытии, обеспечивающий прочностные свойства при сжатии 6,42 МПа, изгибе 2,26 МПа, прочности сцепления 1,0 МПа, удовлетворяющий требованиям по подвижности, вододерживающей способности и морозостойкости.

Разработан состав ремонтной композиции для заделки выбоин в асфальтобетонном покрытии с прочностью при сжатии и изгибе, а также с прочностью сцепления соответственно 19,60 МПа, 6,42 МПа, 0,83 МПа; с вододерживающей способностью 98,80 %, соответствует марке по морозостойкости F 100, что обеспечивается за счет использования многофункциональных химических добавок.

Разработана технология формирования ремонтного слоя асфальтобетонного покрытия, позволяющая обеспечить надежное сцепление материала с покрытием и его долговечность.

Разработанные составы композиций для ремонта дорожных покрытий использованы при выпуске опытной партии сухих строительных смесей на предприятии ООО «Акрдекор-К» и при ремонте асфальтобетонного покрытия на федеральной трассе М - 53 «Байкал», 809-810 км.

Техническая новизна подтверждена положительным решением о выдаче патента на изобретение «Ремонтный состав для асфальтобетонных покрытий» №2007119814 / 04 (021592).

На защиту выносятся:

- положения по выбору сырьевых материалов для составов, применяемых для ремонта дорожных покрытий, на основе сухих строительных смесей;
- влияние компонентов ремонтных составов на реологические, прочностные и деформационные свойства смесей;
- особенности структурообразования и фазового состава новообразований при твердении ремонтных композиций;

- составы ремонтных композиций на основе отходов теплоэнергетики, металлургии и полифункциональных добавок;
- технология ремонтных дорожных работ с использованием сухих строительных смесей;
- результаты производственного опробования и экономическая эффективность получения и применения разработанных композиций на органо-минеральных компонентах для ремонта дорожных покрытий

Апробация работы. Результаты научно экспериментальных исследований доложены и обсуждены на всероссийских научно-технических конференциях и семинарах Красноярской государственной архитектурно - строительной академии (Красноярск 2005-2006гг.); всероссийской научно-технической конференции «Новые материалы и технологии в машиностроении» (Рубцовск, 2006 г.); международной научно-технической конференции «Архитектура и экология» (Ростов-на-Дону, 2007 г.); всероссийской конференции «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции НАСКР – 2007» (Чебоксары, 2007 г.).

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 8 научных статьях, в том числе в издании рекомендуемым ВАК РФ « Известия вузов. Строительство».

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных выводов, содержит 182 страницы текста, набранного на компьютере, 42 таблицы, 65 рисунков, 139 наименований в списке литературы и 6 приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, раскрываются научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе (Состояние вопроса по разработке составов и методов ремонта дорожных покрытий) рассмотрены виды деформаций и разрушений асфальтобетонных покрытий, причины их образования. Проанализированы современные методы ремонта дорожных покрытий, а также имеющийся опыт применения сухих строительных смесей в ремонтно-строительных технологиях эксплуатируемых автомобильных дорог.

Разрушения и деформации на асфальтобетонном покрытии возникают из-за превышения допустимых значений напряжений в покрытии за счет механических и климатических воздействий.

Вопросами совершенствования ремонта асфальтобетонных покрытий занимались ученые А.К. Бируля, А.П. Васильев, Н.Н. Иванов, В.М. Сиденко, В.Т. Кузьмичев, В.В. Ушаков и др.

Распространенным видом ремонта асфальтобетонного покрытия является метод по заделки ям, выбоин, трещин и других дефектов горячей асфальтобетонной смесью соответствующего состава, при этом технологические процессы напрямую зависят от погодноклиматических условий, продолжительности ремонтного времени ввиду длительного набора эксплуатационных качеств смесью.

В последние годы заметно повышена доля ремонтных работ с использованием других методов: струйно-инъекционной холодной технологии; технологии ремонта асфальтобетонных покрытий с использованием энергии инфракрасного, электромагнитного и сверхвысокочастотного нагрева, технологии ремонта с применением литого асфальтобетона и технологии ресайклинга.

Однако данные технологии требуют значительных затрат энергии, специального оборудования и специальной техники.

Технологии, основанные на применении органических вяжущих, не могут обеспечить всю полноту требований, предъявляемых к качеству ремонта дорожных покрытий, особенно во влажных условиях и при знакопеременных температурах.

Возникает необходимость применения альтернативных материалов, в частности, использования ремонтных композиций на минеральных вяжущих с введением некоторых специальных добавок, требующие приготовления в стационарных условиях, сроков хранения и приведения смеси в рабочее состояние на месте ремонта работ.

Перспективным направлением в области ремонта дорожного покрытия является применение составов из сухих строительных смесей, использование которых крайне ограничено в нетрадиционных технологиях, в частности транспортном строительстве.

В настоящее время большое значение имеют исследования, направленные на разработку технологии получения сухих строительных смесей для ремонтных дорожных работ, обеспечивающих технологичность их выполнения и качество ремонтируемых покрытий

Вторая глава (Применяемые материалы и методы исследования) посвящена характеристикам сырьевых материалов и методикам проведения исследований.

Для разработки составов ремонтных композиций использовались в качестве смешанного вяжущего: высококальциевая зола – унос Красноярской ТЭЦ–2 и портландцемент М 400 Красноярского цементного завода. Активность естественных радионуклидов золы-унос соответствует ГОСТ 1258 18-91 для строительства дорог и не превышает нормированной величины 370Бк/кг - 750Бк/кг.

В качестве заполнителя применялся речной песок с модулем крупности 1,68-2,38.

Для совершенствования структуры ремонтной композиции и улучшения свойств раствора использовались многофункциональные добавки, в том числе минеральные:

- шлам тонкомолотой угольной футеровки, являющейся попутным продуктом производства алюминия;

- микрокремнезем – отход производства металлического кремния с удельной поверхностью 1200 - 2500 м²/кг;

- полимерная добавка Виннапас RE 524 Z, являющаяся диспергируемым в воде дисперсионным порошком, которая действует как связующее и как гидрофобизатор;

- бермоколл E 230 - представляет собой эфир целлюлозы. Добавка способна сохранять свои свойства после растворения в воде, обладает большой связывающей, диспергирующей, эмульгирующей, смачивающей и адгезионной способностью;

- реламикс - продукт на основе полинафталинметилсульфокислот, который способствует ускорению набора прочности;

- эмульбит – эмульсия, состоящая из битума, пластификатора и воды. Эмульбит вводят в смесь для повышения водонепроницаемости и морозостойкости ремонтных композиций.

При проведении исследований использованы методики, приведенные в государственных стандартах.

Изучение химического, минералогического состава сырья, а также фазо - структурообразования при твердении композиций проводилось с помощью рентгенофазового и дериватографического методов анализа.

Третья глава (Разработка состава композиции для заделки трещин на дорожном покрытии) посвящена разработке состава композиции для заделки трещин в асфальтобетонных покрытиях

Основным по массе компонентом вяжущего в композиции является высококальциевая зола–унос ТЭЦ-2, образующаяся в процессе сжигания бурых углей Канско-Ачинского угольного бассейна, в составе которой присутствует 7-9 % свободного оксида кальция ($\text{CaO}_{\text{своб.}}$). Для нейтрализации отрицательного влияния свободного оксида кальция в составе смеси выбран химический способ нейтрализации $\text{CaO}_{\text{своб.}}$ за счет применения активных добавок, способных вступать в реакции присоединения и обмена с минералами и химическими элементами золы.

В качестве минерального наполнителя использовался шлам тонкомолотой угольной футеровки.

Для оценки возможности применения тонкомолотой угольной футеровки в ремонтных композициях изучалась полнота связывания фторид–ионов золой–унос, содержащей 8,4% массы свободного оксида кальция. Количество добавки в каждом случае было достаточным для стехиометрически обоснованного связывания ионами кальция высвобождающихся ионов фтора (рис.1).

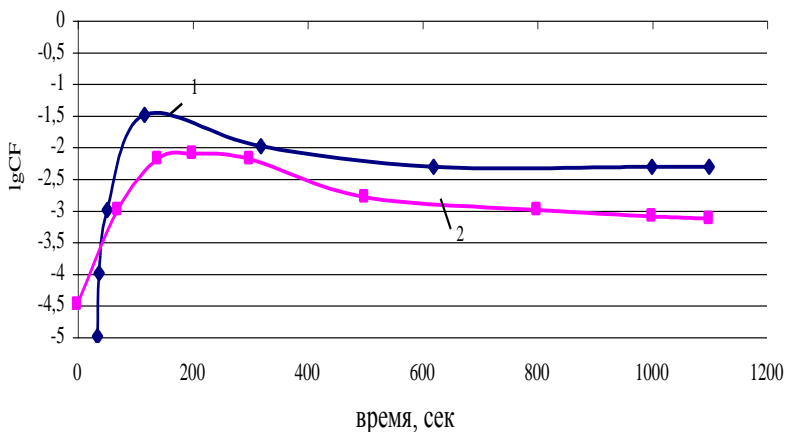


Рис. 1. Влияние золы-унос на выщелачивание фтора из угольной футеровки при различных соотношениях угольной футеровки и добавки: 1 - угольная футеровка; 2 - угольная футеровка и зола-унос

В процессе удаления фтора кальцийсодержащими веществами фторид-ионы, находящиеся в составе простых солей, связываются в малорастворимый осадок по реакции



При этом концентрация фтора снижается в $2,5 \cdot 10^3$ и $3 \cdot 10^2$ раза по сравнению с концентрацией вымываемого фтора из простых солей (NaF и AlF₃ соответственно) и не превышает 1,5 мг/л концентрации ПДК по фтору для водоемов и почв.

Установлено, что добавка шлама в количестве 1 - 5% в композиции сверх 100% по массе сокращает сроки схватывания смеси в 2-3 раза, повышает водопотребность в 1,5 раза при сохранении подвижности смеси, прочность образцов увеличивается на 25 -30 % в ранние сроки твердения.

Для обеспечения прочности межслойного сцепления, особенно во влажных условиях, в разрабатываемый состав композиции предложено вводить полимерную добавку Виннапас RE 524 Z. Эта добавка создает в порах цементного камня эластичные пленки, поэтому модифицированные ими составы хорошо выдерживают деформирующие нагрузки. Частицы полимерной дисперсии распределяются среди частиц цемента и наполнителя и после удаления воды образуют мембранную структуру пленки, которая проявляет хорошую адгезию к затвердевшему камню и обеспечивает междуслойное сцепление в зоне стыка старого и нового покрытия.

Добавка Виннапас RE 524 Z способствовала увеличению прочности образцов при сжатии на 8,7% в первые сутки твердения и на 3% в более поздние сроки. Прочность при изгибе увеличилась соответственно на 19% и 17%. Прочность сцепления к основанию ремонтируемой поверхности в сравнении с составом без полимерной добавки увеличилась в 3,5 раза при одинаковых значениях водовяжущего отношения раствора.

Установлено, что при введении водоудерживающей добавки Бермоколл Е 230 в количестве 0,1 - 0,3% от массы минерального вяжущего в состав композиции для ремонта дорожного покрытия повышает водоудерживающую способность смеси и предохраняет её от преждевременной потери воды при укладке на пористое основание.

Для оптимизации состава ремонтной композиции использовался метод многофакторного планирования эксперимента.

Компьютерная обработка данных матрицы планирования позволила получить регрессионные зависимости функций отклика.

Анализ полученных уравнений регрессии был проведен с использованием математической программы «Mathcad». Путем наложения графиков изолиний основных оптимизирующих параметров выбрана область, обеспечивающая получение смеси с максимальными значениями эксплуатационных показателей (рис. 2).

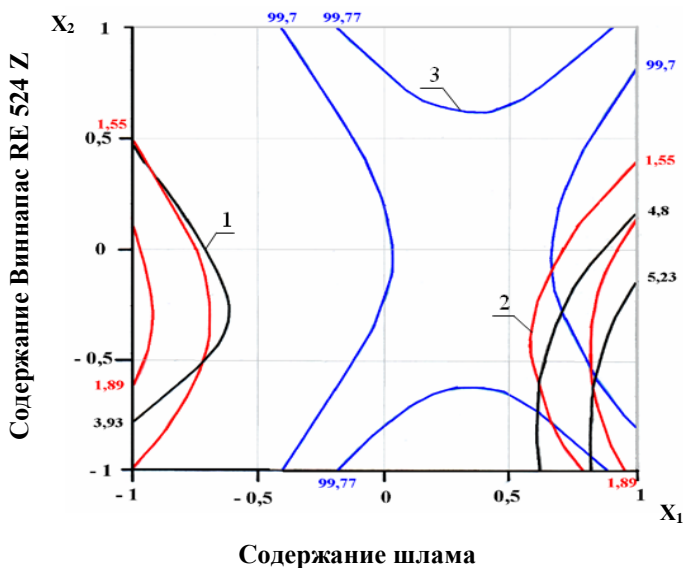


Рис. 2. Оптимальная область состава ремонтной композиции для заделки трещин: 1 - изолинии прочности при сжатии, МПа; 2 - изолинии прочности при изгибе, МПа; 3 - изолинии водоудерживающей способности, %

Оптимальным составом композиции для заделки трещин, обеспечивающим максимальную прочность, с высокой водоудерживающей способностью является состав с содержанием шлама 5%, полимерной добавки Виннапас RE 524 Z - 4%, водоудерживающей добавки Бермоколл Е 230 - 0,25%, при этом прочность затвердевшей композиции при сжатии составила 5,23 МПа, при изгибе 1,89 МПа, водоудерживающая способность - 99,70%.

Четвертая глава (Разработка состава композиции для заделки выбоин в дорожном покрытии) посвящена разработке состава композиции для заделки выбоин в асфальтобетонных покрытиях.

В качестве структурного компонента композиции для обеспечения более высоких конструктивных характеристик в сравнении с составом для заделки трещин принята цементно-песчаная смесь состава 1:3 (цемент : песок) в сочетании с активной минеральной добавкой – тонкодисперсным микрокремнеземом.

Частицы микрокремнезема окружают зерна цемента, уплотняя цементный камень, заполняя пустоты прочными продуктами гидратации. Микрокремнезем, имея высокую удельную поверхность, активно вступает в реакцию с высвобождающимся в процессе гидратации клинкерных минералов гидроксидом кальция, повышая тем самым количество гидратированных силикатов.

Введение микрокремнезема в состав композиции в количестве 6 - 8% от массы вяжущего дает возможность получить композицию с прочностью при сжатии до 4,62 МПа, прочностью при изгибе до 1,1 МПа в начальные сроки твердения и прочностью при сжатии до 19,56 МПа, прочностью при изгибе до 4,84 МПа в более поздние сроки твердения.

Для повышения прочности сцепления ремонтного материала к ремонтируемому покрытию в составе композиции использовалась полимерная добавка Виннапас RE 524 Z, содержание которой варьировалось в количестве 2 - 8% по массе вяжущего.

Добавка Виннапас RE 524Z увеличивает механическую прочность затвердевшего состава за счет одновременной гидратации цемента и диспергации полимерного порошка, что предшествует образованию полимерной пленки, уменьшению испарения воды в смеси и формированию более плотной структуры системы в результате возникновения различных гидратных фаз цемента и коагуляции полимерных частиц. Полимерные дисперсионные порошки влияют в первую очередь на гидратацию алита C_3S . Образующийся в первые часы взаимодействия с водой гель CSH препятствует дальнейшему смачиванию зерен цемента и гидратации других минералов, в частности трехкальциевого алюмината C_3A .

Это подтверждается незначительным образованием этtringита $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 31H_2O$ в первые сутки гидратации.

Образование этtringита в процессе твердения контролировалось по наличию на рентгенограмме линии с межплоскостными расстояниями 0,96; 0,56; 0,49 нм. Влияние дисперсионного полимерного порошка на процессы гидратационного твердения цемента оценивалось по дифрактограммам и дериватограммам, в различные сроки твердения. Данные о влиянии добавки Виннапас RE 524 Z на содержание $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в продуктах твердения цемента в различные сроки схватывания, рассчитанные по результатам комплексного термического анализа и рентгенофазового анализа, приведены на (рис. 3).

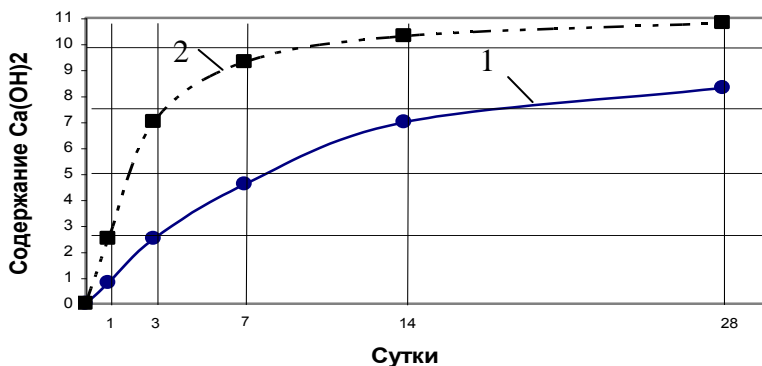


Рис. 3. Влияние добавки Виннапас на содержание $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в гидратированном цементном камне в различные сроки схватывания: 1 - цемент и вода; 2 - цемент, Виннапас и вода

В качестве аналитической линии была принята линия 0,492 нм, характерная для $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Известно, если полимерная добавка сдерживает гидратацию алита в первые часы взаимодействия с водой, то $\text{Ca}(\text{OH})_2$ выделяется медленнее, чем в контрольном образце.

Это определяется по снижению интенсивности линии 0,492 нм на рентгенограмме образца и по уменьшению массы при температуре $\sim 550^\circ\text{C}$ разложения $\text{Ca}(\text{OH})_2$ по данным дериватографических кривых. Установлено, что добавка Виннапас RE 524 Z замедляет процесс гидратации алита C_3S в первые сутки твердения. Об этом свидетельствует значительно меньшее (в 2,5 раза) количество образующейся $\text{Ca}(\text{OH})_2$ по сравнению с контрольным образцом.

Трехкальциевый алюминат C_3A в присутствии сульфата кальция в цементе гидролизует по реакции

$3CaO \cdot Al_2O_3 + 3CaSO_4 + 31H_2O \rightarrow 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 31H_2O$ с образованием этtringита. Зарегистрированное на дифрактограммах содержание этtringита по линии 0,97 нм незначительно снижается в первые сутки твердения вяжущего. В дальнейшем наблюдается увеличение содержания этtringита в опытном образце, что положительно влияет на прочность цементного камня в составе композиции.

Прочность сцепления ремонтной композиции для заделки выбоин на основе минерального вяжущего с полимерной добавкой Виннапас RE 524 Z увеличивается за счет образования полимерных мембранных пленок, которые покрывают поверхность минерального материала и его пор, что способствует уплотнению цементного камня и повышению адгезионных свойств состава композиции.

Установлено, что введение добавки реламикс в количестве 0,6 - 1,0% по массе вяжущего в состав композиции для заделки выбоин способствует повышению скорости твердения в начальные сроки на 41-50%, в более поздние сроки твердения на 20 - 30%. Добавка адсорбируется на зернах цемента, с образованием коагуляционной структуры, и способствует увеличению числа гидратных новообразований. Следствием этого процесса является ускорение скорости твердения раствора. Скорость гидратации цемента с добавкой реламикс изучалась путем расчета изменения массы образцов по результатам термографических кривых (рис. 4).

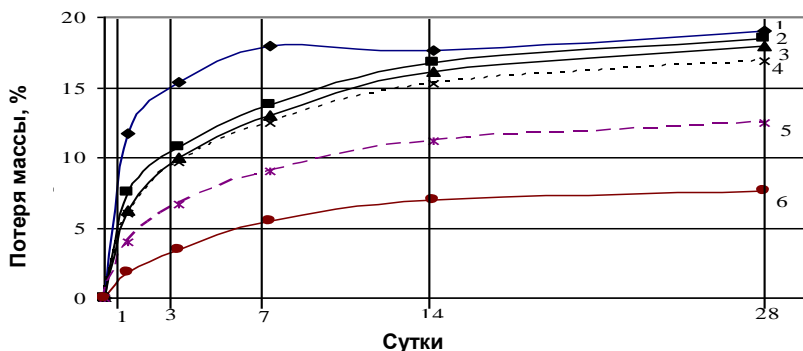


Рис. 4. Потеря массы цементного камня в зависимости от расхода добавки: 1 – цементный камень без добавки; 2 - 6 – цементный камень с добавкой реламикс по массе 0,6; 0,8; 1,0; 1,5; 2,0 %

Гидратационные процессы замедляются при малых количествах добавки реламикс от 0,6 до 1% массы и ускоряются при более высоких расходах добавки.

Оптимизация состава композиции для ямочного ремонта осуществлялась методами математического планирования эксперимента.

Использован метод многофакторного эксперимента для трех переменных с решением системы уравнений для получения математических уравнений.

Анализ уравнений проводился методом сечений с использованием математического пакета «Mathcad» на основе построения графиков изолиний свойств ремонтных смесей.

$$Y_1=12,224+0,991 \cdot X_1+2,992 \cdot X_1^2+0,767 \cdot X_2+0,797 \cdot X_3^2-1,893 \cdot X_1 \cdot X_2+0,233 \cdot X_1 \cdot X_3+0,973 \cdot X_2 \cdot X_3$$

$$Y_2=3,16+0,217 \cdot X_1+0,031 \cdot X_1^2+0,211 \cdot X_2^2+0,057 \cdot X_3-0,383 \cdot X_1 \cdot X_2-0,048 \cdot X_1 \cdot X_3$$

$$Y_3=98,015+0,68 \cdot X_1+0,176 \cdot X_1^2-0,955 \cdot X_2^2-0,439 \cdot X_3^2$$

где Y_1 – прочность при сжатии; Y_2 – прочность при изгибе; Y_3 – водоудерживающая способность; X_1, X_2, X_3 – соответственно содержание микрокремнезема, добавки Виннапас RE-524 Z и реламикс.

Оптимальным составом композиции для заделки выбоин является состав с содержанием микрокремнезема - 8%, полимерной добавки Виннапас RE 524 Z - 6%, добавки реламикс – 0,6%, остальное песок и цемент.

Составы на минеральных вяжущих обладают повышенной жесткостью и пониженными деформативными свойствами в сравнении с составами на органических вяжущих, что приводит к возникновению концентрации напряжений в зоне контакта ремонтного состава с ремонтируемым участком покрытия при воздействии транспортных средств. Поэтому в разработанную композицию вводилась комплексная добавка эмульбит, состоящая из битумной эмульсии, пластификатора и воды в соотношении: 47% битумной эмульсии, 3% пластификатора, 50% воды. Необходимость применения такой добавки вызвана тем, что эмульбит, получаемый на основе битума, обладает хорошей адгезией к минеральным компонентам и в целом к ремонтируемому покрытию.

Введение добавки эмульбит позволило приблизить свойства разработанной органо-минеральной композиции к свойствам мастичных составов.

Рекомендуемые составы сухих строительных смесей на основе отходов теплоэнергетики и металлургии для заделки трещин и выбоин в асфальтобетонных покрытиях, затворённых водой в сочетании с добавкой эмульбит представлены в таблице.

Таблица

Состав и свойства композиций для ремонта дорожных покрытий

Наименование показателей	Значение показателей для состава, вид ремонта	
	Заделка трещин	Заделка выбоин
Состав композиции, г/ кг готовой сухой смеси:		
Портландцемент М400	50	250
Песок (М _{кр.})	407,5 (1,68)	713,5 (2,38)
Зола-унос	450	-
Шлам (угольная футеровка)	50	-
Микрокремнезем	-	20
Виннапас RE 524 Z	40	15
Бермоколл Е 230	2,5	-
Реламикс	-	1,5
Добавка воды в растворную смесь, мл	230	270
Добавка эмульбита в воду затворения, % от вяжущего, мл	1,0 / 100	1,1 / 59,4
Свойства композиций:		
Водоудерживающая способность, %	99,7	98,8
Прочность при сжатии, МПа	6,42	19,6
Прочность при изгибе, МПа	2,26	6,42
Трещиностойкость, R _{изг} / R _{сж.}	0,35	0,33
Прочность сцепления, МПа	1,0	0,83
Водопоглощение, %	6,8	7,34
Коэффициент водостойкости	0,81	0,79
Марка по морозостойкости, F	100	100

Пятая глава (Технология получения и экономическая эффективность изготовления и применения сухих ремонтных композиций) содержит описание технологического процесса получения сухих строительных смесей для ремонта асфальтобетонных покрытий, результаты производственных испытаний, а также технико-экономическое обоснование получения ремонтных композиций.

Выпуск опытной партии сухой ремонтной смеси производился на действующем предприятии ООО «Акродекор – К». Готовую сухую смесь, состоящую из вяжущего, наполнителя и функциональных добавок, доставляли на ремонтируемый участок автомобильным транспортом в мешках.

Ремонтные работы проводились на участке дороги М-53 «Байкал», 809-810 км. Вместе с сухой смесью доставляли эмульбит, приготовленный в стационарных условиях. Смешивание компонентов выполняли непосредственно на месте проведения ремонтных работ.

Готовым раствором заливали открытые трещины с шириной раскрытия более 3 мм и заполняли выбоины на дорожном покрытии площадью до 1м².

Проведенные расчеты подтверждают экономическую эффективность применения составов из сухих строительных смесей для ремонта дорожных покрытий.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. При взаимодействии оксидов и гидроксидов кальция с компонентом, содержащим фторид натрия, с полимерной и водоудерживающей добавкой, обеспечивается текучесть вяжущей композиции, скорость схватывания, прочность сцепления, что может быть использовано для заделки трещин в асфальтобетонном покрытии.

2. Скорость твердения ремонтной композиции для заделки трещин обеспечивается за счет взаимодействия фторида натрия с кальциевой составляющей комплексного вяжущего, что может быть реализовано использованием высококальциевой золы и тонкомолотой угольной футеровки.

3. Оптимальной для заделки трещин является композиция, в состав которой входит 45 % золы-унос; 5 % цемента; 40,75 % песка; 5 %

шлама; 4% полимерной добавки Виннапас RE 524 Z; 0,25 % вододерживающей добавки Бермоколл Е 230, что обеспечивает прочность при сжатии 6,42 МПа, прочность сцепления 1,0 МПа, вододерживающую способность 99,70% и соответствует марке по морозостойкости F 100.

4. Микрокремнезем, введенный в композицию для заделки выбоин, с цементным вяжущим в количестве 6 - 8% связывает гидроксид кальция, образующийся при гидратации цемента, что приводит к повышению прочности в ранние и более поздние сроки и увеличению водостойкости.

5. Оптимальной по заделке выбоин является композиция, в состав которой входит 25% цемента, 61,4% песка, 8% микрокремнезема, 6% полимерной добавки Виннапас RE 524 Z, 0,6% добавки реламикс, что обеспечивает прочность при сжатии 19,60 МПа, прочность сцепления 0,83 МПа, вододерживающую способность 99,81% и соответствует марке по морозостойкости F 100.

6. Результаты производственных испытаний подтверждают технологичность изготовления составов сухих строительных смесей на основе отходов теплоэнергетики и металлургии и эффективность их использования при ремонте асфальтобетонного дорожного покрытия взамен горячих битум - содержащих составов.

7. Технология производства и использования составов композиций для ремонта дорожных покрытий подтверждена выпуском опытной партии сухих строительных смесей на предприятии ООО«Акрдекор- К» и производственным апробированием при ремонте автомобильной дороги М53 «Байкал», 809 - 810 км.

8. Анализ технико-экономических показателей от внедрения разработанных составов сухих строительных смесей на органоминеральных вяжущих для ремонта дорожных покрытий показал снижение стоимости ремонтных работ для заделки трещин на 667,6 руб/ м², для заделки выбоин на 44,6 руб/м².

Публикации

1. Богданов, И.Я. Новые материалы и технологии на основе акриловых связующих в дорожной отрасли / И.Я. Богданов, Л.А. Ширай, Л.А. Иванова // Вестн. КрасГАСА. Вып. 8; под ред. В.Д. Наделяева. – Красноярск: КрасГАСА, 2005. - С. 185 - 187.

2. **Иванова, Л.А.** Применение композиционных составов в ремонтных технологиях нетрадиционного направления / Л.А. Иванова: сб.тез. всероссийской науч. техн. конф. «Новые материалы и технологии в машиностроении». - Рубцовск, 2006.- С. 78 - 79.

3. Богданов, И.Я. Новые материалы и технологии для ремонта и восстановления асфальтобетонных покрытий / И.Я. Богданов, **Л.А. Иванова** // Вестн. КрасГАСА. Вып.9; под ред. В.Д. Наделева. – Красноярск: КрасГАСА, 2006.- С. 78 - 80.

4. Богданов, И.Я. Сухие строительные смеси для ремонта асфальтобетонных покрытий в дорожной отрасли / И.Я. Богданов, **Л.А.Иванова** // Пробл. стр - ва и архитектуры. 24- я регион. науч.-техн. конф.- Красноярск: КрасГАСА, 2006.- С. 135 - 137.

5. **Иванова, Л.А.** Снижение техногенных рисков с использованием отходов промышленности в дорожном хозяйстве / Л.А.Иванова: сб. тез. междуна. научн. - практ. конф. «Архитектура и экология». - Ростов н / Д: 2007. - С. 220 - 224.

6. **Иванова, Л.А.** Безбитумная композиция на основе сухих строительных смесей для ремонта дорожных покрытий / Л.А. Иванова, В.А. Шевченко: сб.ст. шестой всерос. конф. «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции НАСКР – 2007». - Чебоксары, 2007. - С. 172 - 176.

7. **Иванова, Л.А.** Строительные материалы для ремонта и восстановления асфальтобетонных покрытий сельскохозяйственных дорог и площадок / Л.А.Иванова // Вестн. КрасГАУ. Вып. 2; под ред. Н.В. Цугленка. – Красноярск: КрасГАУ, 2007. - С. 238 - 240.

8. Шевченко, В.А. Композиции для ремонта дорожных покрытий с использованием техногенных отходов промышленности / В.А.Шевченко, **Л.А.Иванова** // Изв. вузов. Строительство.- С.70-73.

ИВАНОВА Людмила Алексеевна

**СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ
ДЛЯ РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ**

Автореферат

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Подписано в печать 2008 г. Формат 60 х 8 /16.
Усл. печ. л. 1,25. Тираж 100 экз. Заказ №
Отпечатано на ризографе ИГУ и РЭ СФУ.
660041, Красноярск, пр. Свободный, 82.

