**Аль Аддесс Мохаммед Хашим Ахмед. Разработка технологии строительства дорожного покрытия из асфальтового гранулята, обработанного катионной битумной эмульсией, в регионах с жарким климатом: автореферат дис. ... кандидата Технических наук: 05.23.11 / Аль Аддесс Мохаммед Хашим Ахмед;[Место защиты: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»], 2018**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего**

**образования ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**На правах рукописи**

**Аль Аддесс Мохаммед Хашим Ахмед**

**Разработка технологии строительства дорожного покрытия из асфальтового гранулята, обработанного катионной битумной эмульсией,**

**в регионах с жарким климатом**

**Специальность 05.23.11 - Проектирование и строительство дорог,**

**метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей**

**Диссертация**

**на соискание учёной степени кандидата технических наук**

**Научный руководитель: профессор, доктор технических наук Подольский Владислав Петрович**

**Воронеж - 2018**

**СОДЕРЖАНИЕ**

**ВВЕДНИЕ 5**

**1. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ АВТОРОВ ПО ПРИМЕНЕНИЮ БИТУМНЫХ ЭМУЛЬ¬СИЙ, В РЕГИОНАХ С ЖАРКИМ КЛИМАТОМ 12**

**1.1. Общие сведения об эмульсионных материалах для дорожного строи¬тельства и область применения катионо-активных битумных эмульсий в до¬рожной отрасли 14**

**1.2. Эмульгирование и его влияние на свойства эмульсий 21**

**1.3. Определение параметров эмульсий с контролируемым периодом распада. 27**

**1.4. Совершенствование технологии применением эмульсий с контролируе¬мым периодом распада 31**

**1.5. Выводы по главе 1 34**

**2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАБОТЫ ПОКРЫТИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ОСНОВАНИЙ ИЗ ЭМУЛЬСИОННО-МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР 35**

**2.1. Физико-математическая модель работы покрытия при высоких темпера¬турах с учетом термодинамического равновесия материалов асфальтового гранулята для прогнозирования изменения его срока службы 36**

**2.2. Технологические особенности применения катионо-активных эмульсии**

**с управляемым времени распада в сложных условиях 47**

**2.2.1. Приготовление черного щебня для слоя износа, обработкой битумной эмульсией и его последующей укладкой 49**

**2.2.2. Технология ремонтных работ с применением эмульсий и эмульсион- но-минеральных материалов, «Дзу-Сил» и «Сларри-Сил» с целью повыше¬ния эксплуатационных показателей покрытий автомобильных дороги 54**

**2.3. Технология и реконструкция дорог (Наджаф-Карбала) методом ресайклин-**

**га с использованием асфальтового гранулята и комплексного вяжущего 57**

**2.3.1 Технология приготовления АГБ-смеси в стационарной установке и уст¬ройства из нее нижнего слоя основания 65**

**2.3.2 Технология приготовления АГБ-смеси и устройства из нее нижнего**

**слоя основания методом смешения на дороге 70**

**2.4 Организация и управление устройством покрытия с использованием композитных составов на основе катионо-активных битумных эмульсий.... 72 2.5. Выводы по главе 2 76**

**3. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОСНОВАНИЙ, УКРЕП¬ЛЕННЫХ ЭМУЛЬСИОННО - МИНЕРАЛЬНЫМИ СМЕСЯМИ 77**

**3.1. Физико-механические свойства эмульсионно-минеральных смесей и композитов 77**

**3.2. Рациональные составы композитов и смесей от используемых при фор¬мировании дорожных одежд 79**

**3.3. Характеристики материалов, используемых для приготовления эмульси- онно - минеральных смесей 85**

**3.4. Методы исследования эмульсионно-минеральных смесей с использова¬нием рентгенофазового анализа 91**

**3.4.1. Результаты рентгенофазового анализа для покрытых композитов и смесей 95**

**3.4.2. Результаты испытаний асфальтогранулобетонной смеси обрабо-танной катионо-активной эмульсией для последующего проектирования соста¬ва 100**

**3.4.3 Результаты испытаний асфальтогранулобетонной смеси типа «М» без вяжущего для покрытия оснований автомобильных дорог 108**

**3.5. Выводы по главе 3 119**

**4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭМУЛЬСИОННО-МИНЕРАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ИРАКА 120**

**4.1. Выбор оборудования для устройства покрытий с использованием компо¬зитных составов на основе катионо-активных битумных эмульсий 123**

**4.2. Формирование сметных нормативов на устройство покрытий с исполь¬зованием композитных составов на основе катионо-активных битумных**

**эмульсий 126**

**4.3. Определение экономической эффективности устройства покрытий с ис-пользованием композитных составов на основе катионо-активных битумных эмульсий 142**

**4.4. Выводы по главе 4 146**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ 147**

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 149**

**ПРИЛОЖЕНИЕ А, Б, В 160**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1 Анализ теоретических и практических результатов исследований различ­ных отечественных и зарубежных учёных показал, что в условиях высоких темпе­ратур окружающего воздуха и наличии интенсивной инсоляции стандартные сме­си и технологии могут приводить к понижению прочности формируемых покры­тий. На первый план выходят катионо-активные битумные эмульсии с управляе­мым индексом распада при строительстве, реконструкции и ремонте дорог в ре­гионах с жарким климатом.

* 1. Разработана приближенная физико-математическая модель работы покры­тия при высоких температурах, отличающейся учетом возникающего термодина­мического равновесия взаимодействия материалов асфальтового гранулята обра­ботанного катионной битумной эмульсий, формирующих покрытие. В отличие от известных моделей в данной поиск значений параметров производится решением обратной задачи теплопроводности, позволяющую произвести оценку диффузи­онное движение вяжущего с последующим прогнозом состояния дорожного по­крытия при воздействии транспортной нагрузки. Численно получена оценка кон­центрации битума в слоях покрытия в процессе диффузии вяжущего в нем при высоких температурах. Произведен учет инсоляционного нагрева покрытия сол­нечными лучами. Особенностью данной модели является учет влияния термоди­намического равновесия вяжущего и связанной с ним вязкостью.
  2. На основе результатов математического моделирования предложена тех­нология строительства дорожного покрытия из асфальтового гранулята, получен­ного методом холодного ресайклинга и обработанного катионо-активной битум­ной эмульсий с управляемым индексом распада при строительстве, реконструк­ции и ремонте дорог в регионах с жарким климатом. Для получения прочного по­крытия необходимо увеличить интервалы между последовательными проходами катков. Показано, что чем выше средняя температура воздуха, тем с большей энергией активации требуется вяжущее или эмульсия.
  3. Предложены составы композиции эмульсий и минеральных вяжущих с наполнителем из асфальтового гранулята для последующей укладки в конструк­тивные слои дорожной одежды. Это дает возможность применения их в конст­руктивных слоях дорожной одежды, при устройстве под грунтовку и поверхно­стной обработки без нагревания каменных материалов, вяжущих и смесей, что сокращает срок строительства и ремонта дорог, упрощает технологические про­цессы и обеспечивает экономию битума.
  4. Опробованы новые составы смесей с комплексным использование цемента и битумной эмульсии, отличающиеся возможностью улучшения адгезии и уско­рения процессов твердения, при уменьшении времени ожидания момента откры­тия движения. Для данных смесей получены аппроксимирующие временные за­висимости, позволяющие прогнозировать прочность покрытия в заданный период эксплуатации.
  5. Испытаны технологические решения повышающие эксплуатационные по­казатели конструкции дорожной одежды, обеспеченные введением в состав фиб- ро- наполнителей, которые позволяют получить дисперсно-армированные конст­рукции с повышенной трещиностойкостью при высоких температурах и устойчи­востью в отношении образования пластических деформаций в летний период времени. Для уменьшения влияния инсоляции на формирование покрытия добав­лена операция нанесения слоя увеличивающего его альбедо.

7. Экономический эффект устройства покрытий с использованием компо­зитных составов с использованием асфальтового гранулята и катионо-активных битумных эмульсий составляет по сравнению:

* с использованием горячих асфальтобетонных смесей - 1,87 $/м2, в том числе материалы - 1,28 $/м2;
* с использованием холодных асфальтобетонных смесей - 3,09 $/м2, в том числе материалы - 2,54 $/м2.

Следовательно, при производстве дорожного покрытия по предлагаемой технологии возникает экономия в размере 11200 -18500 $ на 1 км реконструируе­мых дорог в зависимости от геометрических параметров покрытия.