

Черных Дмитрий Сергеевич
Chernykh Dmitriy Sergeevich
Аспирант / Graduate

Задорожний Денис Владимирович
Zadorozhniy Denis Vladimirovich
Доцент / lecturer

Горелов Станислав Викторович
Gorelov Stanislav Viktorovich
Доцент / lecturer

Колев Веселин Георгиевич
Kolev Veselin Georgievich
Инженер / engineer

Ростовский государственный строительный университет
Rostov State University of Civil Engineering
E-Mail: mrchernykh@yandex.ru

Комплексное полимерное связующее для цветных пластбетонов Complex polymer binder for color asphalt

Аннотация: В работе представлены исследования по приготовлению комплексного полимерного связующего (КПС) для цветных пластбетонов. В КПС использовались: нефтеполимерная смола, индустриальное масло в качестве пластификатора, а для регулирования свойств вяжущего применяли вторичный полиэтилен и синтетический полибутадиеновый каучук.

The Abstract: The paper presents a comprehensive study on the preparation of the polymer matrix (KPS) for color plastbetonov. In the KPS used: petroleum resin, industrial oil as a plasticizer, and for controlling the properties of the binder used recycled polyethylene and synthetic polybutadiene rubber.

Ключевые слова: Цветной пластбетон, комплексное полимерное связующее (КПС), физико-механические показатели, полимеры, каучук, вторичный полиэтилен, пластификатор, индустриальное масло, нефтеполимерная смола.

Keywords: Plastbeton color, complex polymer binder (CPS), physico-mechanical properties of polymers, rubber, recycled polyethylene, plasticizers, industrial oil, petroleum resin.

В мировой практике дорожного строительства большое распространение получают цветные дорожные покрытия. Использование таких покрытий обусловлено постоянно растущими архитектурно-декоративными требованиями, кроме того в условиях роста интенсивности движения покрытия из цветного пластбетона имеют важное функциональное значение.

Применение таких покрытий позволяет существенно снизить аварийность дорожного движения. Для повышения распознавания дорожной обстановки устраивают цветными места пешеходных переходов, перекрестков, остановочных площадок, островков безопасности, велосипедных дорожек, которые отличаются цветом от основного покрытия дороги. Включение в покрытие дороги цветных вставок не только повышает различаемость объектов на дороге, но и увеличивает дальность видимости, способствует лучшему и раннему восприятию водителем различных объектов на дороге. В зарубежной практике находит применение цветное покрытие всего полотна, преимущественно загородных дорог, с целью уменьшения утомляемости водителей [1, 2, 3, 4].

Работы по созданию и применению в дорожном строительстве цветных пластбетонов ведутся и в нашей стране, но широкомасштабного применения цветные дорожные покрытия пока не нашли. Одна из главных причин, сдерживающих широкое применение цветных пластбетонов, состоит в дефицитности используемых для их получения материалов, узком спектре вяжущих для цветных бетонов, дороговизне и сложности технологического процесса их приготовления по сравнению с асфальтобетонами на битумном вяжущем [4,5].

Для приготовления цветных пластбетонных смесей необходим термопластичный связующий материал, имеющий светлую окраску, которому можно придать различные оттенки, свойства вяжущего должны быть близки требованиям к битумам марок БНД, технологические свойства вяжущего должны обеспечивать возможность использования для производства цветных пластбетонных смесей и устройства слоев покрытий из них традиционной дорожной техники. [4,5].

В настоящей работе представлены исследования по приготовлению комплексного полимерного связующего (КПС) для цветного пластбетона с использованием нефтеполимерной смолы пиропласт-2К, каучука и вторичного полиэтилена. Наиболее доступным для дорожной отрасли технологическим приемом получения вяжущих для цветного пластбетона является компаундирование, т.е. смешение различных по свойствам компонентов, обеспечивающих требуемое качество вяжущего. Перспективным компонентом вяжущего для цветного пластбетона может служить нефтеполимерная смола [6], которая благодаря своему цвету и составу, может использоваться как основа вяжущего для цветных пластбетонов.

Нефтеполимерная смола (НПС) представляет собой хрупкое вещество. Как показали наши исследования получение вяжущего для пластбетонов с требуемыми физико-механическими свойствами возможно только в комплексе с каучуковым и полиолефиновым компонентами при пластификации полученной композиции.

На основании выше сказанного для пластификации НПС использовали индустриальное масло И-40А (ИМ) производства ООО «Новокуйбышевский завод масел и присадок», отвечающее требованиям ГОСТ 20799-88 «Масла индустриальные, технические условия». Использование индустриального масла в качестве пластификатора согласуется с теорией изложенной в [7], согласно которой, молекулы пластификатора могут распределяться между макромолекулами полимера (на молекулярном уровне) или между их надмолекулярными образованиями, т.е. пластификация протекает на надмолекулярном структурном уровне. Так как нефтеполимерная смола является аморфным полимером, то следует ожидать ее молекулярной пластификации.

Молекулярная пластификация полимеров представляет собой смешение полимера и пластификатора с образованием молекулярно-дисперсного раствора. Пластификатор является в данном случае растворителем или в более общем виде, применительно к аморфным полимерам, разбавителем полимера.

Совместимость полимера и растворителя (для пластификатора характерны те же закономерности и способы оценки совместимости, что и для обычных растворителей) количественно оценивают, исходя из теории Гильдербранта-Скетчарда [8, 9], в которой доказано пра-

вило, что чем ближе значения параметров растворимости, тем лучше происходит смешение компонентов.

Для получения термостабильности вяжущего использовали синтетический полибутадиеновый каучук СКД (марка II) и полиолефиновый компонент (вторичный полиэтилен). Модификация пластифицированной смолы указанными полимерами позволяет направленно регулировать свойства получаемого вяжущего. Применение каучука и полиэтилена соответствует принципиальным положениям настоящей работы - модификатор должен принадлежать к классу термопластичных полимеров, так как вяжущее должно быть термопластично.

Выбор полимера-модификатора определялся во многом физическим состоянием полимера (соотношением областей высокоэластичного и стеклообразующего состояния по термомеханической кривой). Чем больше температурный интервал высокоэластичного состояния полимера, тем выше способность модификатора обеспечивать стабильность свойств вяжущего в широком интервале температур [10].

Полиэтилен – термопластичный полимер, имеющий высокую химическую стойкость, паро- и водонепроницаем, эластичен вплоть до температуры -70°C , но невысокой твердости, как и большинство других полимеров. Г.А. Бонченко были проведены экспериментальные исследования основных физико-механических свойств полиэтилена. Результаты исследований показали, что вторичный полиэтилен сохраняет достаточно высокие прочностные и деформационные показатели и может использоваться в качестве упрочняющей добавки в асфальтобетоне, а в нашем случае пластбетоне [11].

Каучуки (или эластомеры) были первыми полимерными модификаторами. Вплоть до настоящего времени для приготовления полимерно-битумного вяжущего (ПБВ) важное практическое значение имеют именно эластомеры [10]. В отличие от других полимеров, эластомеры при их растяжении могут удлиняться до 10 раз больше первоначальной длины, а при снятии нагрузки восстанавливать первоначальные размеры. Способность к эластичным деформациям объясняется спиралевидным строением их макромолекул, сильными внутримолекулярными связями и слабым взаимодействием между макромолекулами. Наиболее пригодными для модификации битумов являются синтетические каучуки общего назначения. Синтетические каучуки общего назначения в силу своего специфического строения обладают широким интервалом пластичности (в частности СКД от $+190...+210^{\circ}\text{C}$ (температура начала термодеструкции) до $-70...-150^{\circ}\text{C}$ (температура стеклования)), что вызывает увеличение интервала пластичности битумов при введении в них каучуков от 50-65 до $80-90^{\circ}\text{C}$. Большинство каучуков из-за больших размеров молекул довольно плохо растворяются, поэтому разработанные способы модифицирования битумов предусматривают изготовление растворов каучуков в индустриальном масле. Введение синтетического каучука в нефтяной битум способствует снижению его теплочувствительности, возрастанию наибольшей вязкости практически не разрушенной структуры при высоких температурах и снижению при низких, вследствие чего повышается трещиностойкость и усталостная долговечность асфальтобетонных покрытий [12], этого следует ожидать и в пластбетонных покрытиях.

Дополнительным аргументом в пользу выбора вторичного полиэтилена и каучука СКД в качестве компонентов комплексного полимерного связующего служит то, что они являются прозрачными в тонкой пленке.

Таким образом, в результате анализа механизмов воздействия различных полимеров на структуру битума и совместимости полимеров с битумом, сотрудниками ДорТрансНИИ РГСУ было разработано комплексное полимерное связующие (КПС) для цветных пластбетонных смесей. Приготовление вяжущего осуществляли путем компаундирования исходных компонентов. Измельченный полибутадиеновый каучук (СКД) перемешивался с индустриальным маслом в лабораторной мешалке при температуре $140-150^{\circ}\text{C}$ в течение одного часа до

получения гомогенной массы. Затем при отключенном нагревателе мешалки и понижении температуры до 100-120 °С при перемешивании вводился полиэтилен, после чего в полученную композицию подавался пиропласт 2 и смешивался с остальными компонентами приготовляемого вяжущего до получения однородной консистенции.

При разработке составов вяжущего содержание каучука и полиэтилена находилось в пределах 0 – 12 % каждого из этих компонентов, сверх 100 % от суммарного содержания нефтеполимерной смолы и пластифицирующей добавки, соотношение между которыми оставалось постоянным НПС : ИМ как 70 : 30.

Испытания, получаемых составов вяжущего проводилось в соответствии с требованиями ГОСТ22245-90 «Битумы нефтяные дорожные вязкие». Влияние компонентов каучука и полиолефина на свойства вяжущего для пластбетона изучалось с помощью определения следующих основных показателей: глубины проникания иглы и растяжимости при 25⁰С, температуры размягчения и хрупкости, а также эластичности. Изучение этих структурно-реологических показателей позволяет оценить эффективность применения КПС как дорожно-вяжущего для приготовления цветных пластбетонных смесей.

В результате проведенных исследований установлено, что благодаря полиэтилену повышается температура размягчения, чего не удалось добиться увеличением содержания нефтеполимерной смолы и каучука. Также полиолефин положительно влияет на устойчивость пластбетона к воздействию высоких летних температур и как следствие улучшаются такие свойства как сдвигоустойчивость и пределы прочности при 50⁰С и 20⁰С.

Полученные вяжущие для цветных пластбетонов обладают эластичностью. Этот показатель в исследуемых составах повышается с ростом концентрации каучука, за счет его способности формировать в вяжущем полимерную структурную сетку.

По показателям свойств разработанных составов для приготовления цветного пластбетона был выбран вариант вяжущего, соответствующего, в основном, по физико-механическим показателям битумному вяжущему марки БНД 90/130. Этот состав содержал 6% полиолефина и 9 % каучуковой добавки сверх 100 % пластифицированной смолы (70 % нефтеполимерной смолы и 30 % индустриального масла)[13]. Глубина проникания иглы выбранного состава составляла 120·0,1 мм, растяжимость 61 см, температура размягчения 49 °С и хрупкости -40 °С , эластичность – 61% и интервал пластичности -89 °С [14].

Направленное регулирование свойств комплексного полимерного связующего может быть осуществлено за счет изменения содержания пластификатора, который позволяет перевести хрупкую смолу в вязкопластическую систему, и содержания полимеров, которые, при заданной консистенции позволяют повысить ее теплостойкость при повышенных температурах и понизить ее температуру хрупкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бегма И.В. Учет психофизиологии водителей при проектировании автомобильных дорог / Бегма И.В., Гаврилов Э.В., Калужский Я.А. - М: Транспорт, 1976. - 88 с.
2. Гаврилов Э.В. Эргономика на автомобильном транспорте / Гаврилов Э.В. - К.:Техшка, 1976.-152 с.
3. Щит Б.А. Особенности проектирования автомобильных дорог в степном однообразном ландшафте / Б.А. Щит // Труды МАДИ - Проектирование автомобильных дорог и безопасность движения - М., 1982. - С. 36-40.
4. Макаренко В.Н. Цветные дорожные пластобетоны. –Воронеж: изд-во ВГУ, 1975, с.168
5. Сюньи Г.К. Цветной асфальтобетон. – Транспорт.М.1964 с.50
6. Могилевич М.М. Нефтеполимерные смолы / Могилевич М.М., Манеров В.Б., Каверинский В.С. // Химическая энциклопедия. - М.: Большая российская энциклопедия, 1992. - Т. 3. - С. 226-227.
7. Штаркман Б.П. О связи между структурой и свойствами пластифицированного поливинилхлорида / Штаркман Б.П., Яцынина Т.Л., Балакирская В.Л. // Высокомолекулярные соединения. А. - 1970. -Т. 12.-№ 1._с. 149-153.
8. Hildebrand J. H. Solubility / Hildebrand J. H. // Journal of American chemical society. 1916.-v. 38(8).-P. 1452-1473.
9. Scatchard G. Equilibria in non-electrolyte solutions in relation to the vapor pressures and densities of the components / Scatchard G. // Chemical Reviews. 1931.-v. 8(2). -P. 321-333.
10. Илиополов С.К., Мардиросова И.В., Углова Е.В., Безродный О.К. Органические вяжущие для дорожного строительства: учеб. пособие для вузов по специальности «Автомобильные дороги и аэродромы» / С.К. Илиополов (и др.). – М.: Изд-во Юг, 2003. – 428 с.
11. Бонченко Г.А. Асфальтобетон. Сдвигоустойчивость и технология модифицирования полимером. –М. Машиностроение, 1994. -176 с.
12. Калгин Ю. И. Дорожные битумоминеральные материалы на основе модифицированных битумов: монография / Ю.И. Калгин; Воронеж. гос. архит. –строит. ун-т.- Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2006. – 272 с.
13. RU 2418019 С1, С 04В 26/26, Илиополов С.К., Мардиросова И.В., Черных Д.С.,Булатов Д.Д., Каклюгин А.В., Чернов С.А.,Леконцев Е.В.,Чан Н.Х. «Вяжущее для дорожных пластобетонов»
- 14 Модифицированный цветной пластбетон для дорожного строительства / Черных Д.С., Илиополов С.К., Мардиросова И.В. : Наука и техника в дорожной отрасли. –М.: 2010. - № 4 .С.- 24-27