

Ачкасов Михаил Александрович

аспирант

Крохотин Владимир Владимирович

аспирант

Гончарова Маргарита Александровна

д-р техн. наук, заведующая кафедрой, доцент

ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный

технический университет»

г. Липецк, Липецкая область

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА МОДИФИКАЦИИ БИТУМА РЕЗИНОВОЙ КРОШКОЙ В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ПОЛЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ ПЛАСТИФИКАТОРА

***Аннотация:** в статье выявлены проблемы использования битума, производимого в России. Показано влияние состава битума на основные характеристики битумного вяжущего. Рассмотрены методы модификации битума резиновой крошкой. Проведен анализ влияния технологических факторов на модификацию битума резиновой крошкой. Предложен метод модификации битума резиновой крошкой в ультразвуковом поле с применением пластификатора.*

***Ключевые слова:** асфальтобетон, модификация битума, девулканизация резины, ультразвуковое поле.*

На данный момент остро стоит проблема срока службы российских автомобильных дорог, который в основном не превышает 3–4 года, а иногда исчисляется в нескольких месяцах. Долговечность асфальтобетонных покрытий напрямую зависит от свойств исходного битума, который в 50% случаев не соответствует требованиям нормативных документов, а также конечного потребителя. Связано это с тем, что свойства западносибирских нефтей, которые составляют большую часть добываемой нефти на территории Российской Федерации, не дают возможности производить качественный битум. Также на

производство битума влияет направление экономики нефтеперерабатывающих заводов на добычу более дорогих компонентов нефти, которые в несколько раз дороже битума. В связи с этим выпускается низкокачественный битум в количестве, не удовлетворяющем потребительские запросы [1].

Состав битума можно условно разделить на три основных группы: асфальтены, смолы и масла. Асфальтены представляют собой высокомолекулярные соединения, содержащие азотсодержащие соединения, кислород, серу и металлические комплексы (порфирины). При увеличении молекулярной массы асфальтенов, увеличивается их ароматичность, при этом снижается доля нафтенового и алифатического углерода. Также улучшаются такие качества битума, как адгезия к минералам, коэффициент водоустойчивости, и вместе с тем понижается коэффициент теплостойкости асфальто-бетонных смесей. Хотя асфальтены и склонны к ассоциации, сольватная оболочка из масел и смол не дает процессам ассоциации развиваться.

Смолы представляют собой высокомолекулярные органические соединения циклической и гетероциклической структуры, связанные алифатическими цепями и имеющие высокую степень конденсации. При увеличении в битуме количества смол, увеличивается эластичность, растяжимость и пластичность. Также смолы считаются промежуточной фазой между маслами и асфальтенами, так как при окислении смолы уплотняются с образованием асфальтенов.

Количество масел в битуме определяет количество парафиновых, парафино-нафтеновых, нафтеновых и ароматических соединений. При увеличении концентрации масел понижается температура размягчения и твердость битума, а при уменьшении увеличивается текучесть и испаряемость. При значительной концентрации парафина увеличивается хрупкость битума при отрицательных температурах (кристаллизуется парафин, и сравнительно быстро уменьшаются пластические свойства битума), а также снижается растяжимость.

Также в битумах содержатся в небольших количествах асфальтогеновые кислоты и их ангидриды, карбены и карбоиды, серосодержащие и азотсодержащие органические соединения.

Основные свойства битума обеспечиваются сочетанием перечисленных составляющих компонентов, что можно регулировать технологией производства битума при переработке нефти. Однако это требует переоборудования нефтеперерабатывающих заводов, что экономически нецелесообразно.

Проблема низкого качества битума так же решается различными методами модификации вяжущего, включающими в себя применение модифицирующих добавок, а также механоактивацию. Перспективным направлением модификации битума является девулканизация резиновой крошки различного состава и размера внутри самого битума.

При девулканизации резины происходит гомолитическое разрушение сульфидных мостиков (C-S-S-C) с образованием макрорадикалов полимерного каучука. Находясь в битуме, полученные макрорадикалы, соединяясь, образуют пространственно-сшитую трехмерную сетку. Это придает асфальтобетону, полученному из такой резинобитумной смеси, более высокую температуру размягчения, что снижает шанс колееобразования, а также увеличивает прочность при растяжении. Однако применение неправильной технологии приводит не только к разрыву сульфидных связей в резине, а также к деструкции макромолекул каучука, что осложняет процесс образования сшитой пространственной сетки и не дает в итоге положительного эффекта в применении полученного резинобитумного вяжущего.

Следует отметить, что при пластификации резиновой крошки, осуществляемой только за счет битума, не наблюдается увеличения температуры хрупкости и низкотемпературных характеристик битума. Так, например, применяемый в США метод для получения резинобитумного вяжущего с мелкой резиновой крошкой размером менее 1,25 (2,0) мм, растворенной в битуме при температуре 160–200°C длительным перемешиванием в течение 1–3 часов, позволяет получить битум с высокой температурой размягчения и высокой температурой хрупкости [2].

При предварительной пластификации резиновой крошки облегчается процесс совмещения девулканизаторов резины с битумом. Так, например, в

лаборатории г. Сан-Пауло, Бразилия, проводились исследования использования сланцевого масла в качестве пластификатора. Отмечается, что введение в состав битума резиновой крошки в количестве 10-20%, предварительно выдержанной в сланцевом масле (10-15%), значительно улучшает прочность асфальтобетонов на растяжение при расколе, повышая трещиностойкость [3].

Проведенные исследования показали, что использование сланцевого масла в качестве пластификатора позволяет увеличить усталостную долговечность резиноасфальтобетонной смеси на 20000 циклов нагружения на каждый процент пластификатора. Также установлено, что эффект от введения резиновой крошки в 2–3 раза интенсивнее, чем от введения сланцевого масла. Для достижения такого эффекта смешение битума, сланцевого масла и резиновой крошки осуществлялось в высокоскоростной мешалке (4000 об/мин) в течение 1,5–2 ч [4].

Разработанный метод введения резиновой крошки в битум с использованием нафталиновой фракцией каменноугольной смолы (НФКУС) описывает возможность гомогенизации смеси путем использования СВЧ-излучателя. Такой эффект достигается за счет трансформации СВЧ-излучения в тепловую энергию, так как НФКУС является поглотителем этого излучения. Также из-за содержания в резиновой крошке сажи, гранулы резины разогреваются во всем объеме одновременно. Однако, использование резиновой крошки в битуме при воздействии СВЧ ограничено 40% из-за опасности локальных перегревов, сопровождающихся воспламенением системы. Полученная композиция отличается от исходного битума более низкой температурой хрупкости, при этом ухудшается растяжимость, что является существенным минусом [5].

Перспективным является и использование ультразвука для деструкции резиновой крошки. Находясь в порах резиновой крошки, битум под действием кавитационных сил деструктирует резину, в следствие чего резиновая крошка диспергируется на мелкие дискретно активированные частицы с активированной поверхностью. Таким образом создается полимерная пространственная сетка за счет связывания макромолекул каучука с дискретно активированными

частицами. Это оказывает пластифицирующий эффект. Получаемая таким образом резинобитумная смесь обладает высокой температурой размягчения, но при этом температура хрупкости уменьшается незначительно.

В целях повышения эффективности применения ультразвуковой девулканизации резины и улучшения свойств битума предлагается совместно с резиновой крошкой использовать пластификаторы или реагенты девулканизации резиновой крошки. Нами был рассмотрен и доказан вариант использования сланцевого масла в качестве пластификатора. При воздействии ультразвука вязкость сланцевого масла снижается. В отличие от СВЧ излучения, воздействие ультразвука не создает опасности воспламенения системы.

Список литературы

1. Корнеев А.Д. Оптимизация строительно-технических свойств асфальтобетонов с применением отходов металлургического производства / А.Д. Корнеев [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2015. – №2–8.– С. 1620–1625.
2. Шабает С.Н. Оценка технологических параметров растворения резиновой крошки при получении резинобитумного вяжущего / С.Н. Шабает, С.А. Иванов, Е.М. Вахьянов // Вестник КузГТУ. – 2013. – №2. – С. 106–107.
3. Menon M. The impact of chemical modification for used tire rubber towards skinny mix design / M. Menon, C. Franco // Proceedings of the Asphalt Rubber Conference, Brasilia, 2003. – P. 731–742.
4. Руденский А.В. Резинобитумные вяжущие. Различные варианты технологии приготовления / А.В. Руденский, О.Н. Никонова // Труды РОСДОРНИИ. – 2008. – Вып. 19/1. – С. 224–237.
5. Алексеенко В.В. Новые технологии получения битумно-резиновых композиционных вяжущих для дорожного строительства / В.В. Алексеенко [и др.] // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2010. – №1. – С. 25–27.