

ОЦЕНКА НАБУХАНИЯ СБС-ПОЛИМЕРОВ В РАСТИТЕЛЬНЫХ И НЕФТЯНЫХ ПЛАСТИФИКАТОРАХ

Фоменко А. Ю.¹, студ., Беляков А. С.¹, студ., Халикин И. А.¹, студ.,
Пилипенко А. С.¹, к.т.н., доц., Небрятенко Д. Ю.^{1,2,3}, к.х.н., доц.

¹Московский государственный строительный университет,

²Российский химико-технологический институт имени Д. И. Менделеева,

³Российский университет транспорта,
г. Москва, Российская Федерация

Реферат. В работе рассмотрены варианты набухания СБС-полимеров в растительных и нефтяных пластификаторах. Указанные масла улучшают процесс набухания синтетического термоэластопласта в объеме битумного вяжущего и способствуют образованию равномерной полимерной сетки внутри всего объема битума. Это существенно улучшает пласто-эластические свойства, а также технологические и низкотемпературные показатели вяжущих и асфальтобетонных смесей на их основе.

Ключевые слова: растительные и нефтяные пластификаторы, СБС-полимеры, битумное вяжущее.

Введение

Современные битумы не в состоянии обеспечить необходимый уровень низкотемпературных показателей дорожных вяжущих на всей территории России. Увеличение грузоподъемности грузового транспорта требует улучшения эксплуатационных показателей битумных вяжущих. Основой таких изменений, оказывающей влияние на комплекс параметров итоговых дорожных покрытий, является модификация традиционных дорожных битумов.

Один из достаточно хорошо известных методов модификации реологических, технологических и эксплуатационных свойств вяжущих, является создание в объеме вяжущего, наряду с асфальтовой структурной сеткой, дополнительно эластичного трехмерного каркаса. В соответствии с ГОСТ Р 52056-2003 единственно рекомендованным для указанных целей являются бутадииен-стирольные термоэластопласты, именуемые в дорожной отрасли как СБС-полимеры.

Объекты и методы исследования

СБС (стирол-бутадииен-стирол) полимеры представляют собой группу блок-сополимеров, состоящих из чередующихся блоков стирола и бутадииена. Эти полимеры используются в самых разных областях, и, прежде всего, при модификации битумов, с целью улучшения их функциональных характеристик. Существует несколько разновидностей СБС-полимеров, различающихся по структуре и свойствам, что влияет на их применение в разных процессах. Линейные СБС полимеры. В этой структуре блоки стирола и бутадииена чередуются в линейном порядке, создавая однонаправленную цепочку. Линейные полимеры отличаются высокими механическими и термодинамическими свойствами, такими как высокая эластичность и термостойкость. Именно эти качества делают их наиболее подходящими для модификации битумов, особенно в таких областях, как строительство дорожных покрытий. Линейная структура облегчает взаимодействие с битумом, позволяя улучшить его характеристики, такие как стойкость к трещинообразованию, износостойкость и упругость. Радиальные СБС-полимеры. В отличие от линейных, радиальные СБС-полимеры изначально имеют сильно разветвленное строение, что придает материалу повышенную жесткость и термостойкость. Однако такие полимеры сложнее в обработке и не всегда оптимальны для модификации битумов. Их структура может затруднять равномерное распределение макромолекул по объему битума, что существенно ограничивает их применение в дорожно-строительных материалах.

Типовые полимерно-битумные вяжущие (ПБВ) могут содержать в своем составе традиционные битумы, СБС-полимеры, а также ПАВ и адгезионные добавки [1].

Для улучшения качества битумов наиболее предпочтительными являются линейные СБС-полимеры. Их структура способствует лучшему взаимодействию с битумом, что

позволяет добиться более эффективных модификаций. Линейные полимеры обеспечивают высокую прочность, эластичность и долговечность, что особенно важно для покрытия дорожных конструкций, где требуется высокая термостойкость, устойчивая эластичность при изменении температурных условий и стойкость к механическим повреждениям. Поэтому в данной работе рассмотрены именно линейные СБС-полимеры различного состава, а также нефтяные и растительные пластификаторы. Их технические показатели представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Параметры пластификаторов растительного и нефтяного происхождения

Наименование параметров	Марки масел	
	ЛТМ	SN-150
Внешний вид	Однородная желто-коричневая жидкость	Однородная бесцветная прозрачная жидкость
Вязкость, мм ² /с	49	5,3
Температура вспышки, °С	175	206

В исследовании применялись три марки линейных СБС-полимеров, выпускаемых под маркой KRATON D: 0243, 0246 и 1192 (табл. 2).

Таблица 2 – Паспортные показатели исследуемых СБС-полимеров

Параметр / марка	KRATON D 0243	KRATON D 0246	KRATON D 1192
Содержание стирола, %	~30–35	~30–35	~30–35
Строение	Линейное	Линейное	Линейное
Содержание диблока, %	75 %	55 %	12 %
Эластичность	Низкая	Умеренная	Высокая

Эти марки имеют аналогичный химический состав, но отличаются архитектурой полимерных цепей. Так, KRATON D 0243 имеет большое количество диблочных структур – около 75 %, следовательно содержание стирола порядка 35 %, что обеспечивает баланс полимера между эластичными и жесткими свойствами. Марка полимера KRATON D 0246, в сравнении, имеет меньшую долю диблочных структур – примерно 55 %, что увеличивает жесткость и термостойкость итогового материала (ИК-спектр представлен на рис. 1). Марка KRATON D 1192 отличается самой низкой долей диблочных структур, делая этот полимер самым эластичным и гибким из представленных.

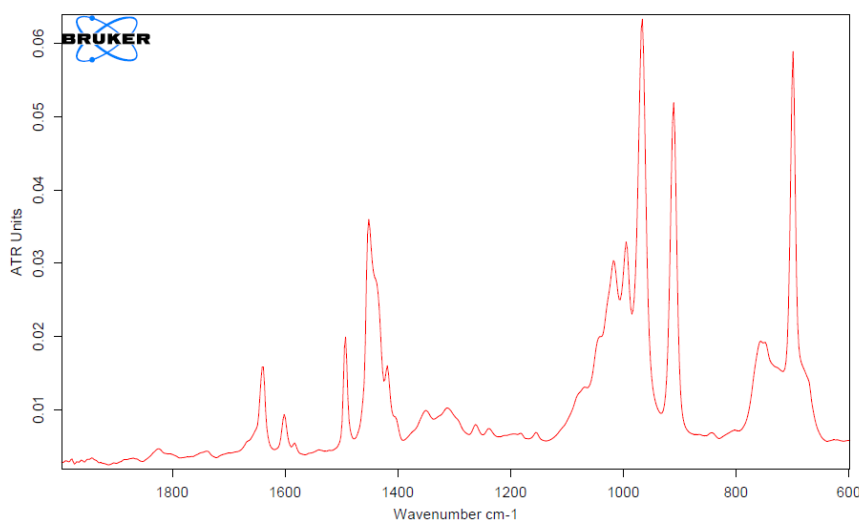


Рисунок 1 – ИК-спектр бутадиен-стирольного термоэластопласта марки KRATON D 0246.

Для проведения испытаний была собрана простая опытная установка по определению изменения эффективного радиуса исследуемых частиц полимера в проходящем солнечном свете с применением прямоугольных кювет из оптического бесцветного стекла К-8 производства компании Hellma (рис. 2). Видеофиксация изображений проводилась при комнатной температуре и атмосферном давлении без перемешивания. Последующая оценка набухания разных марок СБС-полимеров проводилась в системе AutoCad, 3Ds Max.



Рисунок 2 – Пример набухания СБС-полимеров линейного строения в ЛТМ

Таблица 3 – Набухание термоэластопласта KRATON D 0246 в пластификаторах растительного и нефтяного происхождения

Время набухания, мин / относительное изменение размера частицы полимера, %	Наименование пластификатора	
	ЛТМ	SN-150
0	100	100
150	180	103
180	283	116
270	238	119
300	421	124

Анализ динамики набухания и последующего растворения термоэластопласта марки KRATON D 0246 (рис. 1, табл. 3) показал, что базовое масло SN-150, являющееся нефтепродуктом, очевидно обладает хорошей совместимостью с СБС-полимерами всех указанных выше марок. При этом в изучаемом временном диапазоне растворение полимеров в нефтяном масле не отмечено.

Для легкого таллового масла, являющегося остаточным продуктом лигнино-сульфатной переработки хвойной древесины, отмечен иной характер реологического взаимодействия с поверхностью частиц полимеров. В нем полимер с большим содержанием диблочных структуру набухает достаточно быстро: в 4 раза за 5 часов. А в дальнейшем наблюдалось полное растворение СБС-полимера указанной марки.

Заключение

1. В результате работы были рассмотрены основные закономерности набухания бутадиен-стирольных термоэластопластов различного состава и строения в базовых нефтяных пластификаторах и растительном пластификаторе – остаточном продукте лесохимии (легком талловом масле).

2. Предложен метод непрерывного наблюдения набухания различных полимеров с постоянной видеофиксацией.

3. Сравнение набухания СБС-полимеров показало, что в растительных маслах полимеры показывают высокие реологические изменения, однако в них после набухания полимер излишне быстро начинает растворяться, что не позволяет обеспечить сохранение вяжущего на поверхности щебня при изготовлении асфальтобетонных смесей, и не дает возможности транспортировать такую смесь в готовом к укладке состоянии. Поэтому масло SN-150 является более оптимальным для производства ПБВ.

Список использованных источников

1. Гохман, Л. М. Битумы, полимерно-битумные вяжущие, асфальтобетон, полимерасфальтобетон: учебно-методическое пособие. М.: ЭКОН-ИНФОРМ, 2008. –

117 с.

2. Небрatenко, Д. Ю., Жемеркин, А. Н., Лямкин, Д. И. Исследование свойств крупнотоннажных продуктов лесохимии как пластификаторов дорожных битумов. Вестник МГСУ. – 2025. – Т. 20. – Вып. 1. – С. 73–83. DOI: 10.22227/1997-0935.2025.1.73-83 DOI: 10/22227/1997-0935/2025.1.73-83.

УДК 677.027.5

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ПЕЧАТИ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Котыгин А. В., студ., Сташева М. А., к.т.н., доц.

*Ивановский государственный политехнический университет,
г. Иваново, Российская Федерация*

Реферат. В статье рассмотрены возможности применения цифровой печати в текстильной промышленности. Отмечены основные преимущества: экологичность и экономичность.

Ключевые слова: цифровая печать, текстиль, оборудование.

В настоящее время текстильная промышленность является одной из самых не экологичных, так как для производства текстильных изделий необходимо большое количество воды, а также инфраструктура для ее очистки. Предприятия уже сталкиваются с недостаточными мощностями существующих очистных сооружений, которые не справляются с объемами загрязненной воды, что приводит даже к таким решениям, как остановка оборудования. Следовательно, широкое внедрение в текстильное производство цифровых технологий печати, не требующих больших объемов воды, является актуальным вопросом [1].

Как уже было отмечено, текстильное производство использует большое количество воды [1...7]. По оценкам экспертов, отрасль ежегодно потребляет около 400 млрд литров воды с целью окрашивания, фиксации, промывки и др. Загрязнение стоков приводит к истощению водных ресурсов (например, в Турции, Индии). Производители текстильных изделий оптимизируют производство, а также переносят его в другие страны с лучшими ресурсными условиями, например, в Россию. Однако перенос производства полностью не решает проблему. Остаются негативные экономические и экологические последствия: углеродный след, загрязнение стоков токсичными веществами, опасными для окружающей среды и человека.

Решением проблемы может стать переход на цифровую печать, которая позволяет уменьшить потребление воды и уменьшить ее загрязнение. Эксперты утверждают, что при цифровой печати уменьшается расход электроэнергии на 75 %, воды – на 95 %, так как красители непосредственно переходят на ткань и требуют минимальной промывки [1]. Кроме того, применяются водорастворимые красители, которые экологически безопасны, так как не содержат токсичных добавок.

Можно отметить следующие преимущества цифровой печати [1...6]:

- уменьшение расхода воды (так как уменьшается количество циклов промывки, фиксация красителя происходит термическим методом);
- уменьшается расход дополнительных химических реагентов (так как применяются экологические чернила на водной основе);
- уменьшается расход электрической энергии (за счет сокращения этапов обработки);
- гибкость производства (за счет возможности печати малых партий, частой смены рисунков, минимизации складских запасов);
- повышение экологичности (так как происходит уменьшение загрязнения сточных вод, упрощение очистки, уменьшение расходов на очистку).

В целом, применение цифровой печати в текстильной промышленности позволит предприятиям обеспечивать соответствие экологическим стандартам, а также осуществлять ответственное отношение к окружающей среде (то есть, соблюдать ESG-принципы). Последнее позволит повысить интерес инвесторов и потребителей, заинтересованных