

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОМОДИФИКАТОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ

Потребность в битумных материалах постоянно растет, около 85% от общего потребления которых используется в строительстве дорожных покрытий. Существующие тенденции увеличения глубины переработки нефти и постепенное истощение ее запасов оказывает негативное влияние на доступность ресурсов для производства дорожных вяжущих. В результате наблюдается дефицит качественных нефтяных битумов, так как для их производства необходимо вовлечение в технологию дорогостоящих компонентов. Для продления срока службы асфальтового покрытия рекомендуется использовать модифицированные битумы. Многочисленные исследования показали [1, 2], что наилучшим вариантом для модификации битумов являются полимеры. Модифицированный полимерами битум улучшает качество и эксплуатационные характеристики асфальтобетонных смесей, продлевая срок службы дорожных покрытий. Однако получение полимерно-битумных вяжущих (ПБВ) осуществляется с использованием невозобновляемых и небiorазлагаемых материалов. Анализ литературных данных показывает [3], что возросший спрос на ПБВ привел к негативному воздействию на окружающую среду. Кроме того, процедуры производства этих модификаторов часто являются дорогостоящими и сложными, что противоречит идее «зеленой экономики». В настоящее время исследователи сосредоточены на поиске материалов, которые были бы экономичными, устойчивыми и экологически чистыми, чтобы решить эти проблемы.

Растительные масла и их производные показали большой потенциал в качестве пластификаторов и восстановителей асфальтобетонных смесей с многообещающими характеристиками [4, 5]. Представляет интерес способ получения вяжущего, в котором в качестве компонента битумного материала используются отработанные растительные масла и продукты их модификации. Введение отработанного растительного масла в битум не только позволяет рационально утилизировать его, но и оказывает положительное влияние на сохранение невозобновляемых ресурсов нефтяного битума. Показано [6, 7], что отработанное растительное масло снижает вязкость и высокотемпературные характеристики битума. Такая добавка улучшает низкотемпературную трещиностойкость битумного материала и может выступать антиокислительным агентом, предотвращая старение вяжущего, что делает масло по-

тенциальным компонентом для повышения качества и продления срока службы битума. Кроме того, биомасла также могут применяться в качестве восстановителя свойств битума в отработанных асфальтобетонных смесях. Биоасфальт производится путем смешивания биомасла со старым асфальтом при определенных условиях. Поскольку биомасло близко по составу к нефтяному битуму, оно обладает удовлетворительным совместимостью с ним. Для Республики Беларусь наиболее распространенным техническим маслом является рапсовое.

В связи с этим, целью данной работы являлось изучение возможности использования рапсового масла как добавки к битумам и изучения влияния рапсового масла на его качественные характеристики и устойчивость к термоокислительному и ультрафиолетовому старению.

В качестве объектов исследования выступали битумные вяжущие, полученные путем смешения битума марки БНД 70/100 с рапсовым маслом в количестве 5% мас. Температура приготовления битумного вяжущего составляла $140 \pm 5^\circ\text{C}$ при продолжительности перемешивания 0,5 часа.

В качестве методов исследования использовали стандартные методы: пенетрация (ГОСТ 11501), температура размягчения (ГОСТ 11506), температура хрупкости (ГОСТ 11507), стойкость к термоокислительному старению (ГОСТ 18180). Влияние ультрафиолетового облучения на битум оценивали путем облучения образцов вяжущих в чашах Петри под ультрафиолетовой лампой в течение 24, 48 и 96 часов. Для оценки изменения структурно-группового состава битумов использовали ИК-спектроскопию. ИК-спектры полученных образцов снимали в области $4000\text{--}400\text{ см}^{-1}$ с применением Фурье-спектрометра ФСМ 1202. Оценку условного содержания углеводородных компонентов определенной структуры проводили путем расчета спектральных коэффициентов: коэффициента ароматичности, карбонильного индекса, сульфоксидного индекса, коэффициента ароматичности.

Влияние рапсового масла на стабильность битума отражено в таблице. Установлено, что при введении рапсового масла в битум в количестве 5% мас. карбонильный индекс и индекс ароматичности снижается в 4 и 2 раза соответственно, при этом изменение сульфоксидного индекса практически не наблюдается.

Введение рапсового масла в количестве 5% мас. в битум приводит к уменьшению сульфоксидного индекса в 1,6 раза после 24 часов УФ-облучения и в 2 раза – через 48 часов. Ингибирующее действие рапсового масла, вероятно, обусловлено образованием положительно заряженного сульфониевого иона при взаимодействии жирных кислот рапсового масла с кислородом сульфоксидной группы [8].

Таблица – Изменение структурно-группового состава битумов

Вяжущее			Коэффициент ароматичности	Карбонильный индекс	Сульфоксидный индекс	Коэффициент раз- ветвленности ал- канов
Битум	Продолжительность термоокисления, ч	0	0,018	0,007	0,21	2,55
		5	0,039	0,033	0,30	1,70
	Продолжительность УФ-облучения, ч	0	0,018	0,007	0,21	2,55
		24	–	0,025	0,24	–
		48	–	0,022	0,24	–
		96	–	0,016	0,27	–
Битум + рапсовое масло 5% мас.	Продолжительность термоокисления, ч	0	0,025	0,016	0,28	2,43
		5	0,020	0,008	0,24	2,15
	Продолжительность УФ-облучения, ч	0	0,025	0,016	0,28	2,43
		24	–	0,015	0,15	–
		48	–	0,011	0,13	–

Было установлено, что с увеличением времени термоокисления битума коэффициент разветвленности алканов незначительно уменьшается, и через 5 часов старения он снижается в 1,5 раза. Битумные вяжущие после 5 часов термоокислительного старения, содержащие в своем составе рапсовое масло в количестве 5% мас., обладают более высокими коэффициентами разветвленности алканов по сравнению с чистым битумом (в 1,5 раза), что делает их более устойчивыми к температурным воздействиям окружающей среды. Установлено, что оптимальная концентрация рапсового масла в битуме составляет 5 % мас., так как при этой концентрации наблюдается ингибирование процессов окисления, что подтверждается снижением количества карбонильных групп в 1,5 раза в битумном вяжущем как при воздействии высоких температур, так и при длительном УФ-облучении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунова Т.Н., Усов Б.А. Свойства и модификация битумных вяжущих // Системные технологии, 2017. – № 22. – С. 72–88.
2. Соломенцев А.Б. Классификация и номенклатура модифицирующих добавок для битума // Наука и техника в дорожной отрасли, 2008. – № 1. – С. 14–16.
3. Худякова Т.С., Масюк А.Ф., Калинин В.В. Особенности структуры и свойств битумов, модифицированных полимерами // Дорожная техника, 2003. – № 7. – С. 174–181.

4. Azahar W.N.A.W., Jaya R.P., Hainin M.R., Bujang M., Ngadi N. Chemical modification of waste cooking oil to improve the physical and rheological properties of asphalt binder // Construction and Building materials, 2016. – V. 126. – P. 218–226.

5. Behnood A. Application of rejuvenators to improve the rheological and mechanical properties of asphalt binders and mixtures: A review // Journal of Cleaner Production, 2019. – V. 231. – P. 171–182.

6. Wang J., Songtao L., Liu J., Peng X., Lu W., Wang Z., Xie N. Performance evaluation of aged asphalt rejuvenated with various bio-oils based on rheological property index // Journal of Cleaner Production, 2023. – № 385. – P. 135593.

7. Zhou X., Zhang Z., Wang H., Chen M., Wu S., Xu S., Zhou X., Ran M., Li L., Lu G., Ma Z. Review on the properties and mechanisms of asphalt modified with bio-oil and biochar // Journal of Road Engineering, 2024. – № 4. – P. 421–432.

8. Zhang H., Yu J., Wu S. Effect of waste cooking oil on the properties of aged bitumen // Journal of Materials in Civil Engineering, 2012. – № 24. – P. 746–750.

УДК 665.6:504.054:665.765

В. И. Жолнеркевич, асп.,
А. О. Шрубок, канд. техн. наук, доц.
(БГТУ, г. Минск)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ

В настоящее время наблюдается быстрый рост объемов производства смазочных материалов. Среднегодовой темп роста производства масел составляет 3% и по прогнозам к 2030 году составит 55 млн. т. в год [1]. Рост производства масел приведет к увеличению объемов образующихся отработанных масел, переработка которых в настоящее время практически не ведется. Только около 19% отработанных масел подвергаются переработке, 15% используется как котельное топливо, а 66% сбрасывается в почву и водоемы, загрязняя окружающую среду [2]. Само отработанное масло состоит из масляной части, которая составляет 59%, остальная часть представляет собой механические примеси, воду, полициклические ароматические углеводороды, серу и топливную фракцию, удалив которые можно получить масляную основу для дальнейшего использования [3]. Кроме того, известно, что из 25 л отработанных масел можно получить 10 л товарного масла, для производства которого потребовалось бы 220 л