

11. Рудко В.А. и др. Изучение углеводородного и микроэлементного состава и свойств сырья и продуктов процесса замедленного коксования // Известия СПбГТИ(ТУ). 2017. № 38 (64). Р. 69–75.

12. Efimov I., Povarov V.G., Rudko V.A. Use of Partition Coefficients in a Hexane–Acetonitrile System in the GC–MS Analysis of Polyaromatic Hydrocarbons in the Example of Delayed Coking Gas Oils. 2021.

УДК 665.775.4

Дуброва М.В., Шрубок А.О.
(Белорусский государственный
технологический университет)

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ВТОРИЧНОГО ПЭТ-ПОРОШКА НА ВЯЗКОСТЬ СБС-МОДИФИЦИРОВАННОГО БИТУМА

СБС-модифицированные битумы характеризуются повышенной эластичностью и долговечностью, улучшенными водоотталкивающими свойствами и широким интервалом пластичности. Для формирования равномерной полимерной сетки в объеме битума содержание модификатора на основе сополимеров стирола и бутадиена (СБС) должно составлять около 3–4 мас. %. Введение такого количества недешевого полимера в нефтяное вяжущее приводит к значительному увеличению его стоимости.

В работах [1, 2] показано, что использование в качестве компонентов полимерно-битумных вяжущих вторичного полимерного сырья позволяет снизить их себестоимость и улучшить экологическую ситуацию за счет вовлечения в процесс переработки полимерных отходов. Известно, что отходы полиэтилентерефталата образуются в больших количествах и могут выступать перспективным сырьем для производства модифицированных битумов. Ранее было установлено [2], что добавление к СБС-модифицированному битуму ПЭТ-порошка приводит к увеличению его пенетрации, улучшению низкотемпературных свойств и, как результат, возрастанию интервала пластичности вяжущего.

Добавление в битум полимерного компонента приводит к повышению его вязкостных характеристик, что может усложнить процесс приготовления полимерно-битумного вяжущего и распределения в нем полимерного модификатора, что в последующем окажет негативное влияние на удобоукладываемость и уплотняемость асфальтобетонных смесей на основе модифицированного битума. Для создания оптимальных условий приготовления модифицированного вяжущего за счет полного распределения и набухания полимера в объеме битума, улучшения

низкотемпературных свойств получаемых вяжущих рекомендуется в процессе использовать пластификаторы. В качестве пластификаторов могут применяться различные нефтяные (мазут, экстракты селективной очистки масел, индустриальные масла и т.п.) или растительные (талловое масло, пластификаторы «Унипласт», «Азол 1011» и т.п.) компоненты.

Изучение реологических характеристик модифицированного битума необходимо для установления технологических температурных интервалов приготовления и уплотнения асфальтобетонных смесей. Динамическая вязкость модифицированных битумных вяжущих при 135°C определяет их пригодность к перекачке насосным оборудованием (вязкость должна быть не более 3,0 Па·с). Согласно системе Superpave температурой уплотнения асфальтобетонной смеси на основе несостаренного битума является температура, при которой динамическая вязкость вяжущего находится в пределах $0,28 \pm 0,03$ Па·с. Под температурой перемешивания асфальтобетонной смеси понимается температура, при которой динамическая вязкость битумного вяжущего находится в пределах $0,17 \pm 0,02$ Па·с [3]. Для технологических этапов приготовления и уплотнения асфальтобетонных смесей предложено проводить их при температурах, при которых динамическая вязкость модифицированного битума составляет: для приготовления асфальтобетонной смеси – менее 0,3 Па·с; начала уплотнения – 0,3–1,5 Па·с; окончание уплотнения – 20–120 Па·с.

Приготовление СБС-модифицированного битума осуществляли следующим образом. В разогретый до 180°C нефтяной битум марки БНД 70/100 (температура размягчения – 48°C, пенетрация при 25°C – $75 \times 0,1$ мм) вводили пластификатор, ПЭТ-порошок и полимерный модификатор марки SBS L 30-01 (Воронежсинтезкаучук, РФ). Количество вводимого пластификатора составляло 5 мас.%, ПЭТ-порошка – 1 мас.%, СБС – 3 мас. %. В качестве пластификаторов использовали талловое масло, техническое рапсовое масло. Перемешивание компонентов осуществлялось с помощью лопастной мешалки (500 об/мин, продолжительность 120 минут), дозревание модифицированного битума происходило при температуре 150°C и скорости перемешивания 150 об/мин в течение 90 мин.

Динамическую вязкость модифицированного битума определяли при различных температурах с помощью ротационного вискозиметра RVDV-2H (C-Tech, Китай), используемый шпиндель №21. Для объективного сопоставления вязкостных свойств различных модифицированных битумов определены зависимости динамической вязкости вяжущих в области ньютоновского течения (рисунок).

Установлено, что модифицированный битум, полученный без использования пластификатора и ПЭТ-порошка, обладает наибольшей вязкостью в исследуемой области температур. Введение ПЭТ-порошка

в СБС-модифицированное вяжущее приводит к снижению его динамической вязкости при температурах 110–120°C, а при температуре выше 130°C динамическая вязкость вяжущего приближается к значению вязкости СБС-модифицированного битума, полученного без использования пластификатора и ПЭТ-порошка (вязкость 0,9 и 0,93 Па·с, соответственно). Применение пластификаторов приводит к снижению динамической вязкости полимерно-битумного вяжущего.

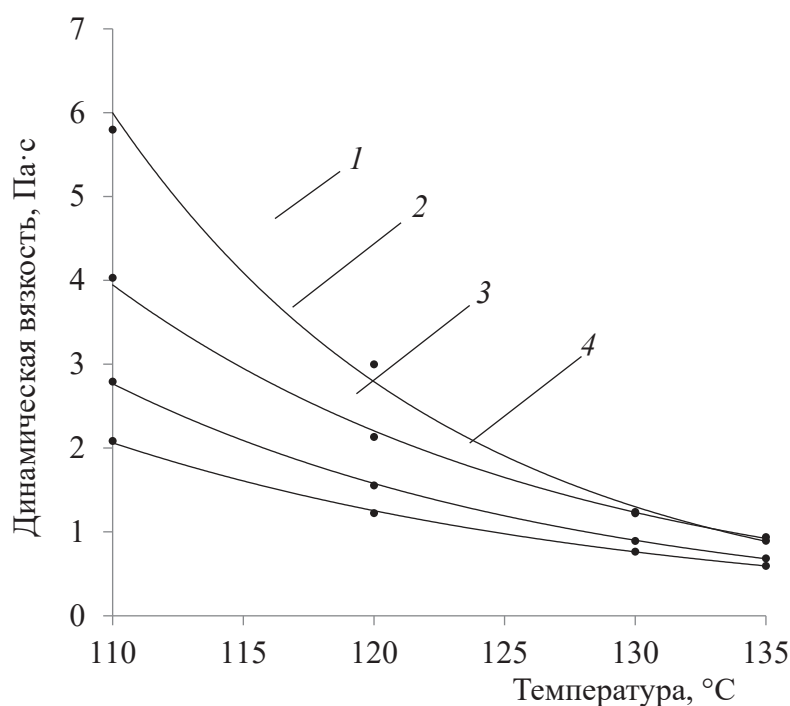


Рисунок – Зависимость динамической вязкости модифицированного битума от температуры

Состав модифицированного битума: 1 – битум + 3,0 мас. % СБС;
 2 – битум + 3,0 мас. % СБС + 1,0 мас.% ПЭТ; 3 – битум + 3,0 мас. % СБС + 1,0 мас.% ПЭТ + 5 мас. % пластификатора (талловое масло);
 4 – битум + 3,0 мас. % СБС + 1,0 мас.% ПЭТ + 5 мас. % пластификатора (рапсовое масло)

Полученные вязкостно-температурные зависимости позволили установить температурные интервалы приготовления СБС-модифицированных битумов с добавкой ПЭТ-порошка и пластификатора растительного происхождения. Установлено, что введение ПЭТ-порошка позволяет снизить температуру приготовления асфальтобетонных смесей на 10°C, а при совместном применении ПЭТ-порошка и пластификатора на 15–20°C.

Работа выполнена в рамках государственного задания 6.6 ГПНИ «Материаловедение, новые материалы и технологии», подпрограмма 8.6 «Строительные материалы, конструкции, технологии» (2021–2025 гг.).

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Пакулина А.П., Платонова Т.П. Стратегия обращения с отходами полимеров // Естественные и технические науки. – 2022. – №2. – С. 50–55.
2. Шрубок А.О., Дуброва М.В., Хаппи Вако Б.Ж. Структурные особенности битумов, модифицированных полимерными отходами // Сборник статей VI Международной научно-технической конференции «Минские научные чтения – 2023», Минск, 6–8 декабря 2023 г.: в 3 т. – Минск : БГТУ, 2023. – Т. 2. – С. 454–459.
3. Соломенцев А.Б., Корогодина В.В. Влияние термоэластопластов типа SBS на вязкость полимерно-битумного вяжущего и технологические температуры асфальтобетонной смеси // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – №2 (13). – С. 25–35.

УДК 552.578.5:665.642.26

Трусов К.И., Осипёнок Е.М., Юсевич А.И.

(Белорусский государственный
технологический университет)

Агабеков В.Е.

(Институт химии новых материалов
НАН Беларуси)

ГИДРОКРЕКИНГ ГУДРОНА В ПРИСУТСТВИИ МАСЛОРАСТВОРИМЫХ ПРЕКУРСОРОВ ДИСУЛЬФИДА МОЛИБДЕНА

Одним из перспективных путей повышения степени конверсии гудрона в процессе гидрокрекинга является использование нанокатализаторов, формируемых *in situ* непосредственно в реакционной среде. Переход от крупнопористых гранулированных систем к ультрадисперсным сульфидам переходных металлов (прежде всего MoS_2) позволяет приблизить активные центры катализатора к асфальтоновым агрегатам, улучшить массообмен и снизить выход нерастворимых коксовых остатков.

Наиболее технологически удобным способом получения ультрадисперсных металло-сульфидных фаз является использование маслорастворимых прекурсоров, которые равномерно распределяются в тяжелой углеводородной матрице и при нагревании разлагаются с образованием активных частиц катализатора. Поскольку маслорастворимые прекурсоры различны по природе: нейтральные карбоксилатные