

## ОСОБЕННОСТИ МОДИФИКАЦИИ НЕФТЯНОГО БИТУМА ВТОРИЧНЫМ ПОЛИЭТИЛЕНОМ

Отходы полиолефинов – полиэтилена и полипропилена, занимают значительную долю (до 40%) в общей массе отработанных полимеров. Ввиду трудоемкости химической переработки таких отходов актуальной проблемой является разработка альтернативных способов их утилизации и вторичного использования.

Одним из наиболее перспективных способов применения отработанного полиэтилена является его использование в качестве модифицирующего компонента битумных вяжущих для дорожного и кровельного строительства. Материалы на основе битума и полиэтилена хорошо зарекомендовали себя ввиду своих пластичных, прочностных и изоляционных свойств, которых невозможно достичь при использовании чистых нефтяных битумов [1]. Вовлечение в производство полимерно-битумных вяжущих (ПБВ) отходов полиолефинов должно способствовать улучшению эксплуатационных свойств вяжущих, повышению ресурсоэффективности производства и вторичному использованию полимерного отхода.

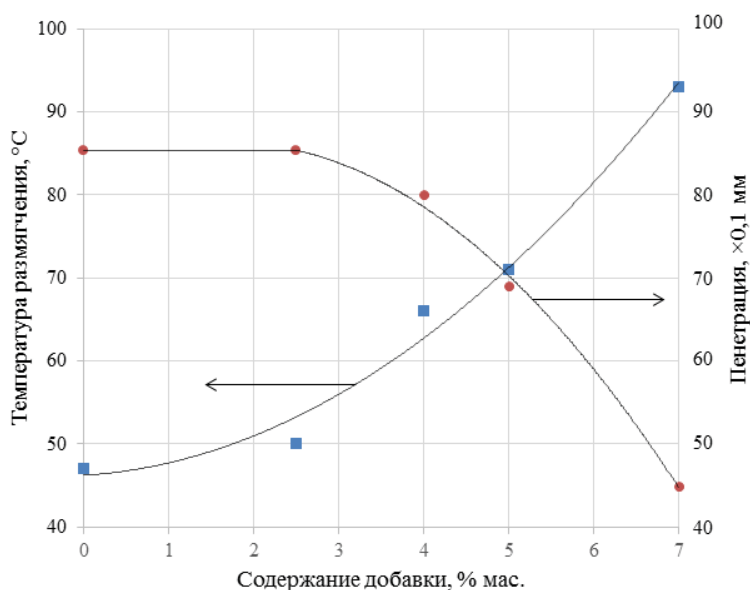
Однако, вовлечение в производство ПБВ вторичных компонентов непостоянного состава может быть затруднено ввиду различных факторов, таких как наличие в отходах примесей, непостоянство физико-механических свойств, окисленность и частичная деструкция вторичных полимеров, низкая совместимость полимерного и битумного компонента, которая зависит от структуры полимера, его молекулярной массы и средству к масляной фазе битума [2, 3].

Целью данной работы являлось исследование особенностей модификации битума вторичным полиэтиленом и установление влияния добавки вторичного полиэтилена на основные эксплуатационные свойства полимерно-битумных вяжущих.

Используемый в качестве полимерной добавки для модификации вторичный полиэтилен представлял собой измельченные отходы полиэтиленовых изделий и пленок, предварительно очищенные от механических примесей. Концентрация вторичного полиэтилена в нефтяном битуме не должна превышать 10% мас., ввиду значительного удорожания получаемых ПБВ и ухудшению их термодинамической стабильности (при высоких концентрациях полимера ПБВ расслаивается на битумный и полимерный слой) [4]. Полимерно-битумные вя-

жущие получали путем смешения нефтяного битума марки БНД 70/100 и вторичного полиэтилена в количестве 2,5–7% мас., при температуре  $180\pm 5^\circ\text{C}$  в течении 2 ч и механическом перемешивании со скоростью 1000 об/мин. Для полученных вяжущих определяли температуру размягчения по методу «Кольцо и Шар», глубину проникновения иглы (пенетрация) при  $25^\circ\text{C}$ , температуру хрупкости по Фраасу, рассчитывали интервал пластичности.

Установлено, что введение до 2,5% мас. вторичного полиэтилена в нефтяной битум не оказывает значительного влияния на основные эксплуатационные характеристики полимерно-битумных вяжущих: температуру размягчения и пенетрацию, однако при введении более высоких концентраций полиэтиленовых отходов (до 7% мас.) наблюдается повышение температуры размягчения на  $44^\circ\text{C}$  и снижению пенетрации на  $40\times 0,1$  мм по сравнению с немодифицированным битумом (рисунок 1). При этом температура хрупкости снижается с на  $11^\circ\text{C}$  (для немодифицированного битума она составляет  $-19^\circ\text{C}$ , а при введении 7% мас. вторичного полиэтилена температура хрупкости достигает  $-30^\circ\text{C}$ ).



**Рисунок 1 – Зависимость эксплуатационных свойств полимерно-битумных вяжущих от содержания вторичного полиэтилена**

Важной эксплуатационной характеристикой дорожных битумов является интервал пластичности, представляющий собой температурный диапазон между температурами размягчения и хрупкости, в котором битум сохраняет свои пластичные свойства. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что введение полиэтиленового отхода в нефтяной битум способствует расширению его ин-

тервала пластичности до 130°C, повышению температуры размягчения и снижению температуры хрупкости и пенетрации полимерно-битумных вяжущих. Наблюдаемые зависимости, вероятно обусловлены образованием сетки (сплошной фазы) полимера в объеме битума при введении высоких концентраций полимерного модификатора.

Стоит отметить, что полимерно-битумные вяжущие, полученные введением вторичного полиэтилена в нефтяной битум в количестве 4% мас. с температурой размягчения 66°C, пенетрацией 80×0,1 мм и температурой хрупкости –24°C по своим эксплуатационным характеристикам соответствуют марке БМАэл 70/100 по СТБ 1220–2020.

Таким образом, в работе установлено, что введение полиэтиленовых отходов в количестве 2,5–7% мас. в нефтяной битум приводит к повышению температуры размягчения и интервала пластичности, снижению пенетрации и температуры хрупкости полимерно-битумных материалов.

Работа выполнена в рамках государственного задания 6.6 «Разработка научно обоснованных технологических приемов регулирования структурно-механических свойств и стабильности битумных вяжущих для дорожных и коммунального строительства» ГПНИ «Материаловедение, новые материалы и технологии» подпрограмма 8.6 «Строительные материалы, конструкции, технологии».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Оценка совместимости олефиновых термоэластопластов с окисленными битумами различной коллоидной структуры / Ю.М. Ганеева [и др.] // Журнал прикладной химии. №7 (83). 2010. С. 1183–1187.
2. Ла Мантия Ф. Вторичная переработка пластмасс. СПб: Профессия, 2006. 400 с.
3. Степанович Ю.А., Хаппи Вако Б.Ж., Шрубок А.О. Использование отходов полимеров в производстве окисленных битумов // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. Минск: БГТУ, 2019. № 1 (217). С. 72–76.
4. Шрубок А.О., Степанович Ю.А. Принципы создания стабильных полимерно-битумных композиций // Метериалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы Междунар. науч. конф., Могилев, 22–23 апреля 2021 г. Могилев, 2021. С. 269–270.