

Научная статья
УДК 625.87

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ПОЛИМЕРА ИЗ ПЕРЕРАБОТАННЫХ ПЛАСТИКОВЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО

Дмитрий Михайлович Маринских¹, Сергей Александрович Чудинов²

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ dimkamar694@yandex.ru

² chudinovsa@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос выбора полимера из переработанных пластиковых отходов для модификации битумного вяжущего. Проведен анализ применимости трех полимеров, которые являются лидерами по переработке в России. Сделаны предварительные выводы об их возможной применимости. Также выделены основные параметры, на которые необходимо обратить внимание при дальнейших лабораторных исследованиях.

Ключевые слова: переработка пластика, пластиковые отходы, полимерасфальтобетонная смесь, полимерно-битумное вяжущее, полимерная добавка

Scientific article

TO QUESTION SELECTION OF POLYMER FROM RECYCLED PLASTIC WASTE FOR MODIFICATION OF BITUMEN BINDER

Dmitry M. Marinskih¹, Sergey A. Chudinov

^{1,2} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ dimkamar694@yandex.ru

² chudinovsa@m.usfeu.ru

Abstract. The article considers the issue of choosing a polymer from recycled plastic waste for modifying a bituminous binder. An analysis of the applicability of three polymers, which are leaders in processing in Russia, was carried out. Preliminary conclusions about their possible applicability are made. The main parameters that need to be paid attention to in further laboratory studies are also highlighted.

Keywords: plastic processing, plastic waste, polymer-asphalt concrete mixture, polymer-bitumen binder, polymer additive

Сфера сбора и переработки пластиковых отходов в России постепенно развивается и имеет большой потенциал для решения проблемы их повторного использования. Для ускорения темпов развития данной сферы необходимо создать условия, при которых применение переработанного сырья будет экономически целесообразно и эффективно для конечного продукта. Для создания подобных условий необходимо искать новые пути применения вторичного сырья в ведущих направлениях экономики страны, одним из которых является строительство автомобильных дорог. Одним из главных путей применения переработанных пластиковых отходов в дорожном строительстве является использование их в качестве добавки для модификации битумных вяжущих в составе асфальтобетонных смесей. Асфальтобетонные смеси – один из основных материалов, который используют при строительстве автомобильных дорог, поэтому применение вторичного сырья в их составе предполагает многотоннажную утилизацию пластиковых отходов. Также при правильном применении можно добиться значительного увеличения физико-механических показателей асфальтобетона, что говорит о большом потенциале для развития данной технологии [1].

Лидерами по переработке в России являются такие полимеры, как полиэтилен, полипропилен, полиэтилентерефталат. Все эти пластики различны по свойствам, поэтому возникает необходимость проведения анализа по их применимости в качестве модификатора битумного вяжущего.

Существует множество исследований по использованию вторичного сырья из вышеуказанных полимеров в составе асфальтобетонных смесей, в которых исследователи делают выводы о повышении физико-механических свойств асфальтобетона [2–8]. На основании существующих исследований и свойств полимеров будет проведен анализ применимости их для модификации битумного вяжущего.

При анализе применимости пластиковых отходов для модификации битумного вяжущего необходимо обратить внимание на такие свойства, как температура плавления, температура размягчения, температура хрупкости, температура самовоспламенения, стойкость к солям и нефтепродуктам.

Температура приготовления асфальтобетонной смеси в среднем составляет 150–160 °С, поэтому необходимо, чтобы используемый полимер имел температуру плавления ниже или равную 160 °С – это важно для равномерного распределения частиц полимера в составе асфальтобетонной смеси.

Температура размягчения и температура хрупкости являются одними из основных физико-механических показателей битумного вяжущего, которые определяют применимость той или иной марки битумного

вяжущего в определенных климатических условиях. В зависимости от марки битума его температура хрупкости варьируется от -20 до -6 °С, а температура размягчения находится в диапазоне от 33 до 51 °С. Важно, чтобы указанные свойства полимеров были приближены или превосходили свойства модифицируемых битумов для сохранения или увеличения температурного диапазона их применения.

Для обеспечения безопасного производства полимерно-битумного вяжущего и приготовления полимерасфальтобетонной смеси температура самовоспламенения полимера должна быть не менее 300 °С.

Химическая стойкость полимеров в составе асфальтобетонных покрытий должна обеспечивать необходимые транспортно-эксплуатационные показатели под воздействием веществ, появляющихся при эксплуатации автомобильных дорог, – солей и нефтепродуктов.

Указанные показатели для полиэтилена, полипропилена и полиэтилентерефталата приведены в таблице.

Показатели полимеров

Полимеры	Температура плавления, °С	Температура хрупкости, °С	Температура размягчения, °С	Температура самовоспламенения, °С
Полиэтилен	102–137	–70	60	400
Полипропилен	130–160	–15	100	350
Полиэтилентерефталат	250–260	–60	60	400

Все полимеры, указанные в таблице, обладают высокой стойкостью к солям и нефтепродуктам, поэтому из данных таблицы можно сделать предварительный вывод, что из трех полимеров по своим свойствам не подходит только полиэтилентерефталат, потому что его температура плавления больше температуры приготовления асфальтобетонной смеси. Но даже при такой высокой температуре плавления полиэтилентерефталата существуют исследования, в которых на основании лабораторных испытаний делаются выводы об эффективности его применения в составе асфальтобетонных смесей [6–9].

Также некоторые исследования отмечают, что иногда происходит расслоение битумного вяжущего и полимерной добавки при остывании [9]. Для того чтобы избежать подобных ситуаций, необходимо хранить и транспортировать полимерно-битумное вяжущее с соблюдением нормативных температур, а именно не менее 130 °С. Также есть вариант приготовления полимерасфальтобетонной смеси с добавлением полимера непосредственно при ее перемешивании, что исключает долгое хранение и транспортировку [10].

На основании вышесказанного можно выделить основные параметры, на которые необходимо обратить внимание при проведении лабораторных испытаний по подбору наиболее эффективных полимеров из переработанных пластиковых отходов для модификации битумного вяжущего:

1) способность полимера диспергироваться в составе полимерно-битумного вяжущего и сохранять свои свойства при хранении и транспортировке;

2) возможность сохранять свои показатели в условиях эксплуатации покрытия автомобильной дороги;

3) соответствие нормам по безопасности производства полимерно-битумных вяжущих и полимерасфальтобетонных смесей;

4) включение полимерной добавки не должно негативно влиять на физико-механические показатели асфальтобетона.

Указанные параметры помогут определить применимость полимеров для модификации битумного вяжущего при дальнейших исследованиях по подбору эффективных составов добавки и при разработке сбалансированной и эффективной полимерной композиции, которая поможет не только решить проблему вторичного применения пластиковых отходов, но и улучшить физико-механические и эксплуатационные показатели покрытия с применением этой добавки.

Список источников

1. Чудинов, С. А. К вопросу применения пластиковых отходов в технологиях дорожного строительства / С. А. Чудинов, Д. М. Маринских // Современные машины, оборудование и IT-решения лесопромышленного комплекса: теория и практика : материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова, 2021. – С. 153–156.

2. White, G. Laboratory comparison of wet-mixing and dry-mixing of recycled waste plastic for binder and asphalt modification / G. White, F. Hall // 100th Transportation Research Board Annual Meeting : a virtual event. – (Washington, District of Columbia, USA. 5–29 January). – 2021.

3. MacRebur Products, MacRebur, Lockerbie. – Scotland, United Kingdom. – URL: www.macrebur.com/pdfs/product/MacReburProductSheet_v1.pdf (дата обращения: 25.01.2022).

4. White, G. Evaluating recycled waste plastic modification and extension of bituminous binder for asphalt // Eighteenth Annual International Conference on Pavement Engineering, Asphalt Technology and Infrastructure (Liverpool, England, United Kingdom, 27–28 February 2019).

5. Using recycled plastic as hot mix asphalt modifiers / H. Mahfouz, I. Tolba, M. El Sayed // *Resilient Infrastructure* (London, England, United Kingdom, 1–4 June 2016).

6. Sojobi, A. O. Recycling of polyethylene terephthalate (PET) plastic bottle wastes in bituminous asphaltic concrete / A. O. Sojobi, S. E. Nwobodo, J. A. Aladegboye // *Cogent Engineering*. – 2016. – № 3. – P. 1–28.

7. Ziari H. Laboratory evaluation of the effect of waste plastic bottle (PET) on rutting performance of hot mix asphalt mixtures / H. Ziari, A. G. Kaliji R. Babagoli // *Petroleum Science and Technology*. – 2016. – Vol. 34, №. 9. – P. 819–823.

8. Plastic waste utilization as asphalt binder modifier in asphalt concrete pavement / H. Naghawi, R. Al-Ajarmeh, R. Allouzi [et al.] // *International Journal of Civil and Environmental Engineering*. – 2018. – Vol. 12, № 5. – P. 566–571.

9. Коваленко, П. В. Исследование свойств битумно-полимерных композиций / П. В. Коваленко // *Вестник Полоцкого государственного университета*. – Беларусь, 2008. – С. 128–133.

10. Маринских, Д. М. Обоснование выбора метода смешивания переработанных пластиковых отходов для модификации асфальтобетона / Д. М. Маринских // *Фундаментальные и прикладные исследования молодых ученых : материалы VI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. – Омск : Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, 2022. – С. 323–326.