

*П. В. Козлов, С. А. Меркулов, И. Ю. Абрамов, И. М. Клишин**

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МОДИФИКАЦИИ ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОМАТЕРИАЛАМИ

В последнее время из-за непрерывного роста количества транспорта значительно возросли нагрузки на дорожное покрытие, что привело к уменьшению срока эксплуатации дорог. Дорожное покрытие должно обеспечивать максимальное сопротивление усталостным разрушениям, обладать устойчивостью к изменениям температур суточных и сезонных циклов. Одним из способов повышения качества дорожного покрытия и увеличения его срока службы является использование в дорожном строительстве модифицированных дорожных битумов, в том числе полимер-битумных вяжущих (ПБВ) [1].

Со стремительным развитием нанотехнологий у нас в стране они проникают в разные сегменты науки и техники, в частности нашли свое применение в дорожном строительстве. Сочетанием углеродных наноматериалов с полимерными модификаторами (эластомерами, термоэластопластами) можно добиться достаточно высоких показателей дорожного вяжущего [2].

Термоэластичные полимеры размягчаются при температурах немного выше обычных рабочих температур и хорошо деформируются в этом состоянии. Самым подходящим представителем группы термоэластопластов является дивинил-стирольный термоэластопласт (ДСТ). Благодаря модификации термоэластопластами у битума появляется такой показатель, как эластичность, обычно не свойственный для исходного вяжущего. Добавка этого материала к битуму составляет, как правило, от 3 до 6% по массе. Полимер вводится в виде твердого вещества (гранул или порошка), а также в виде жидкости (эмульсии или раствора). Необходимое количество добавляемого материала зависит от дисперсного состояния вводимого вещества: если ДСТ вводится в битум в мелкодисперсной форме, то его расход уменьшается,

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2014 г. в рамках Девятой научной студенческой конференции ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского» «Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, профессора ФГБОУ ВПО «ТГТУ» П. С. Беляева, канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» О. Г. Маликова.

если в крупнодисперсной форме, то требуется большое количество модификатора.

Целью исследования является получение модификатора определенной рецептуры с использованием термоэластопластов и углеродных нанотрубок (УНТ), которые помогут улучшить эксплуатационные характеристики дорожного вяжущего за счет участия активных углеродных центров для создания пространственной сшитой структуры, а также снизить стоимость модифицирующей добавки.

Идеальные нанотрубки представляют собой свернутую в цилиндр графитовую плоскость, т.е. поверхность, выложенную правильными шестиугольниками, в вершинах которых расположены атомы углерода [2].

Для исследования в качестве дорожного вяжущего был выбран битум марки БНД 90/130. Данная марка, наряду с БНД 60/90, рекомендована для применения в качестве дорожного вяжущего во второй дорожно-климатической зоне, к которой относится Тамбовская область, но использование его ограничено, поскольку БНД 90/130 обладает более высокими показателями пенетрации и растяжимости (дуктильности) по сравнению с маркой 60/90.

Исходя из анализа информационных источников, для повышения эффективности процесса модификации следует уменьшать размер частиц высокомолекулярных соединений, вводимых в битум, и повышать однородность полученного битума, способствуя предотвращению разделения фаз битума и модификатора.

В качестве модифицирующих добавок были выбраны термоэластопласт марки ДСТ и суспензия на основе дизельного топлива (ДТ) и УНТ различной концентрации. Углеродные нанотрубки имеют свойство агломерироваться, для предотвращения агломерации, суспензия приготавливалась при помощи ультразвука, при этом дизельное топливо использовалось как пластификатор. Результаты экспериментальных исследований изменения физико-механических свойств дорожных битумов при их модификации представлены в табл. 1. Как видно из таблицы при модификации дорожного вяжущего БНД 90/130 одним ДСТ показатели пенетрации и растяжимости снижаются и приближаются по значению к исходным битумам марки БНД 60/90 и появляется дополнительное свойство – эластичность.

Совместное введение ДСТ и суспензии на основе ДТ и УНТ позволяет получить модифицированное дорожное вяжущее, которое обладает повышенными показателями пенетрации и эластичности. Увеличение содержания УНТ приводит к снижению показателей дуктильности и падению эластичности системы по сравнению с исходным

1. Физико-механические показатели модифицированных битумов и исходных дорожных битумов

Модификаторы	Пенетрация, П25*0,1 мм 25 °С/ 0 °С	Дуктиль- ность, мм	Температура размягчения, °С	Эластич- ность, %
БНД 60/90	62/24	754	64	–
БНД 90/130	108/32	>1000	47	–
ДСТ 2%	92/24	620	56	50
ДСТ 2% + УНТ в ДТ (23 мл) 0,016%	128 / 52	863	49	80
ДСТ 2% + УНТ в ДТ (23 мл) 0,6%	125 / 52	672	48	64
ДСТ 2% + УНТ в ДТ (23 мл) 4%	131 / 45	572	47	49
ДСТ 2% + УНТ в ДТ (0,1 мл) 4%	100/40	812	52	62

битумом БНД 90/130. Уменьшение содержания ДТ в композиции при том же содержании УНТ позволяет повысить температуру размягчения вяжущего до 52 °С, снижает значение пенетрации вяжущего по сравнению с БНД 90/130. Как видно из таблицы, оптимальная концентрация УНТ в смеси составляет 0,016%.

Использование в качестве модификатора ДСТ совместно с УНТ позволяет улучшить характеристики исходного битума БНД90/130 и более широко использовать его для приготовления асфальтобетонных смесей.

Список литературы

1. *К вопросу о комплексном решении проблем экологии и качества дорожных покрытий* / П. С. Беляев, О. Г. Маликов, С. А. Меркулов, Д. Л. Полушкин, В. П. Беляев // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2012. – № 39. – С. 184 – 189.
2. *Углеродные наноматериалы серии «ТАУНИТ»: производство и применение* / А. Г. Ткачев, А. В. Мележик, Т. П. Дьячкова, А. Н. Блохин, Е. А. Буракова, Т. В. Пасько // Известия высших учебных заведений. Сер.: Химия и химическая технология. Ивановский государственный химико-технологический университет. – 2013. – № 4. – С. 55 – 59.

*Кафедра «Переработка полимеров и упаковочное производство»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*