

*С. А. Меркулов, В. А. Фролов**

МОДИФИКАЦИЯ ДОРОЖНОГО БИТУМА ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТОМ СОВМЕСТНО С ВТОРИЧНЫМ ПОЛИЭТИЛЕНОМ

В настоящее время актуальна проблема некачественных дорожных покрытий, которые быстро приходят в негодность и способствуют затратам на их ремонт и восстановление. Для повышения качества дорожного покрытия и увеличения срока его службы применяются улучшенные органические вяжущие вещества, подвергнутые процессу модификации. В качестве вяжущего используют битумы различных марок. Битумы относятся к органическим вяжущим материалам и обладают уникальными свойствами, которые позволяют их использовать в качестве «клея» для асфальтобетонных смесей. Битумы дорожные в основном используются для строительства и ремонта дорожных и аэродромных покрытий. Нефтяные дорожные битумы делятся на вязкие и жидкие. Буквы БНД означают «битум нефтяной дорожный», цифры-дроби 40/60, 60/90 указывают на допустимые для марки пределы показателей глубины проникания стандартной иглы при 25 °С, косвенно характеризующие вязкость битума.

Битумы марок БНД отличаются хорошим сцеплением с каменными материалами и имеют достаточно высокую пластичность при отрицательных температурах, стойки к климатическим воздействиям. Свойства дорожного битума обусловлены особенностями его состава и структуры. Главными показателями этого материала являются вязкость, пластичность и теплостойкость, которые взаимосвязаны [1]. Модификация дорожных вяжущих – процесс, при котором с помощью введения сторонних веществ происходит изменение конечных физико-механических свойств битума. В современном мире модификацию обычно производят полимерными материалами, которые позволяют улучшить адгезионные, прочностные и деформационные характеристики битумов, что, в свою очередь, способствует и улучшению свойств дорож-

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2013 г. в рамках Восьмой научной студенческой конференции «Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, профессора П. С. Беляева, канд. техн. наук, доцента О. Г. Маликова.

ного покрытия. Долговечность дорожных покрытий определяется наличием прочного сцепления битума с поверхностью минерального материала. Созданию прочной связи битума с поверхностью минерального материала способствуют поверхностно-активные вещества, как имеющиеся в составе битума, так и специально вводимые.

Конечным пунктом настоящего исследования является получение модификатора с использованием вторичных полимерных материалов, что поможет частично решить проблему утилизации отходов полимерных производств и также способствовать улучшению эксплуатационных характеристик битума. В качестве основы для модифицированного вяжущего выбран битум марки БНД 90/130. Данная марка наряду с БНД 60/90 рекомендована для применения во II дорожно-климатической зоне, к которой относится территория Тамбовской области.

Ввиду многообразия искусственных материалов, предлагаемых нефтехимическими производствами, имеется богатый выбор используемых для модификации полимеров. Условно их можно классифицировать как термопласты, эластомеры и термоэластичные искусственные материалы.

В зарубежной практике для устройства и ремонта дорожных покрытий широко используются композиционные материалы на основе битума и модификаторов, таких как сера, каучук (полибутадиеновый, натуральный, бутилкаучук, хлоропрен и др.), органо-марганцевые компаунды, термопластичные полимеры (полиэтилен, полипропилен, полистирол, этилен-винилацетат (ЭВА), термопластичные каучуки (полиуретан, олефиновые сополимеры, а также блок-сополимеры стирол-бутадиен-стирола. Однако использование первичных модифицирующих материалов приводит к значительному удорожанию асфальтобетонных смесей.

Термопластичные полимеры состоят из макромолекул, соединенных между собой только физическими связями, энергия разрыва которых невелика. При этом энергия разрыва химических ковалентных связей, соединяющих мономерные звенья в цепную макромолекулу, во много раз превышает энергию разрыва физических связей, поэтому химические связи при нагревании термопластов до температуры плавления сохраняются, т.е. сохраняется химическое строение полимера.

Добавка пластимеров повышает вязкость и жесткость битумов при нормальных рабочих температурах (от -30 до 60 °С), однако не оказывает существенного влияния на эластичность модифицированных битумов. При нагревании битумов, улучшенных пластимерами,

наблюдается тенденция к разделению фаз битума и полимера, т.е. такие битумы неустойчивы к хранению, поэтому должны готовиться непосредственно перед использованием на асфальтобетонном заводе.

Эластомеры – это полимеры и материалы на их основе, обладающие при обычных температурах высокоэластичными свойствами, способные к огромным (до сотен процентов) обратимым деформациям растяжения. Эластомеры являются разновидностью реактопластов, в которых соседние макромолекулы соединены редкими химическими связями. В качестве эластомеров принято использовать натуральный или регенерированный каучук и полибутadiены.

На основе проведенного анализа литературных источников и патентного поиска разработана конструкция смесителя периодического действия.

Для повышения смесительного воздействия в разработанной конструкции используются лопастные и пропеллерные насадки. Для загрузки битума и модифицирующих добавок и выгрузки модифицированного вяжущего в конструкции предусмотрены загрузочный и сливной патрубки, соответственно. После осуществления процесса смешения битума с модификаторами в течение одного часа под действием температуры равно 160 °С его пробы подвергались лабораторным испытаниям для оценки физико-механических показателей [2].

Проведенные исследования показали, что с добавлением поверхностно-активной адгезионной присадки (ПААД) увеличивается вязкость модифицированного битума, что в дальнейшем способствует повышению внутреннего трения в асфальтобетоне и увеличивается его прочность. При этом присадка не способствует появлению эластичности у битума, поэтому совместно с присадкой необходимо введение термоэластопластов и ПЭ, что придает вяжущему эластичность и увеличивает температуру размягчения, но при этом с увеличением концентрации присадки уменьшаются показатели пенетрации и растяжимости. Увеличение температуры размягчения дорожного вяжущего уменьшает образование на дорожных покрытиях колеи в жаркие месяцы.

Из таблицы 1 видно, что наиболее лучшими показателями дуктильности обладает битум с добавлением комплексного модификатора, в состав которого входит термоэластопласт (ТЭП), полиэтилен и ПААД. Благодаря высокой растяжимости, такое вяжущее будет способствовать повышению деформативности битума при низких температурах, что предотвращает излишнее трещинообразование на дорожном покрытии в зимний период.

1. Физико-механические показатели модифицированных битумов

Модификатор	Пенетрация, П2.5*0,1 мм	Растяжимость, мм	Температура размягчения, °С	Эластичность, %
БНД 60/90	60	550	47	–
БНД 90/130	114	765	46	–
БНД 90/130 + ТЭП	111	740	55	61
БНД 90/130 + ПЭ	65	245	55	10
БНД 90/130 + ТЭП + ПЭ	39	370	75	76
БНД 90/130 + ПААД	82	750	48	0
БНД 90/130 + ТЭП + ПЭ + ПААД	66	790	72	83

Приведенная рецептура позволяет получить модифицированное дорожное вяжущее по своим физико-механическим показателям аналогичное марки БНД 60/90, которое при этом обладает повышенными показателями растяжимости и эластичности. Это позволяет использовать его наряду с БНД 60/90 и также улучшить показатели дорожного покрытия и существенно повысить его межремонтные сроки.

Список литературы

1. *Гохман, Л. М.* Битумы, полимерно-битумные вяжущие, асфальтобетон, полимер-асфальтобетон : учебно-методическое пособие / Л. М. Гохман – Москва : ЗАО «Экон-информ», 2008. – 117 с.
2. *Решение* проблемы утилизации полимерных отходов путем их использования в процессе модификации дорожного вяжущего / П. С. Беляев и др. // Строительные материалы. – 2013. – № 10. – С. 38 – 41.

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