

УДК 625.72

МОДИФИКАЦИЯ ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ ПОЛИМЕРАМИ

Г.В. Проваторова, Ю.С. Кандрашкина

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Российская Федерация
e-mail: asf.inst@yandex.ru, juliakandrashkina@gmail.com

Рассмотрены вопросы повышения качества дорожных битумов и материалов на их основе путем модификации битумов полимерами, разработана методика приготовления модифицированного вяжущего. Проведено сравнение свойств исходного битума с модифицированным полимерами.

Ключевые слова: дорожный битум, модификация, полимер, ПЭТФ.

MODIFICATION OF ROAD BITUMEN WITH POLYMERS

G. Provatorova, Yu. Kandrashkina

Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai Grigoryevich Stoletov, Russian Federation
e-mail: asf.inst@yandex.ru, juliakandrashkina@gmail.com

The issues of improving the quality of road bitumen and materials based on them by modifying bitumen with polymers are considered, a method for preparing a modified binder is developed. The properties of the initial bitumen with modified polymers are compared.

Keywords: road bitumen, modification, polymer, PET.

Введение. Вопросы повышения качества строительных материалов в настоящее время являются весьма актуальными, т.к. возрастающие нагрузки на дорожную конструкцию из-за прироста интенсивности движения на дорогах приводят к увеличению износа и разрушающих воздействий.

Наиболее широко применяемым материалом для дорожных покрытий и оснований является асфальтобетон, поэтому повышение эксплуатационных характеристик этого материала является весьма важной и насущной проблемой дорожного строительства [1].

Одним из направлений повышения качества асфальтобетона является улучшение показателей качества битума. Проблемы качества дорожных битумов на протяжении многих десятилетий являются болевой точкой дорожного строительства.

Актуальное положение. Значительное увеличение интенсивности движения и увеличение осевых нагрузок транспортных средств на дорогах привели к тому, что асфальтобетон не способен обеспечить требуемую долговечность дорожных покрытий. Требования к асфальтобетонным смесям и асфальтобетону в Российской Федерации определяются ГОСТ Р 58406.1-2020, ГОСТ Р 58406.2-2020 для автомобильных дорог общего пользования, согласно которым основными физико-механическими показателями являются: максимальная и объемная плотность, средняя глубина колеи, коэффициент водостойкости, определенные лабораторными методами.

Долговечность материала дорожных покрытий напрямую связана с качеством используемых материалов, в первую очередь битума. Битум наиболее подвержен изменениям под влиянием транспортных нагрузок и погодных условий. В то же время битум во многом определяет состояние дорожного покрытия. Поведение битума можно изменить, модифицировав его добавками. Положительный эффект от модификации битума заключается в том, что добавление модификатора в битум позволяет получить дорожное покрытие, устойчивое к растрескиванию при низких температурах и обеспечивающее усталостную прочность при высоких температурах. Также достигается устойчивость к колееобразованию [2].

Важную роль в выборе модификатора играют экономические вопросы, связанные с удорожанием покрытия, а также необходимостью использования дополнительного оборудования, стабильностью модифицированного связующего при хранении и транспортировке и т.д.

В данной работе выполнялось исследование возможности применения для модификации битума добавки из полиэтилентерефталат (ПЭТФ) (рисунок 1).



Рисунок 1. – Полиэтилентерефталат

Экспериментальная часть. Пластики из полиэтилентерефталата (ПЭТФ) получают экструзионным методом. Одной из важнейших особенностей ПЭТФ пластика является сочетание высокой механической прочности, стойкости к действию влаги, малой разнотолщинностью с хорошими диэлектрическими свойствами в широком интервале температур (от -20°C до 80°C). Хрупкость не проявляется даже при -50°C и пластик можно использовать до 175°C , физико-механические свойства ПЭТФ приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Физико-механические свойства ПЭТФ

№	Свойства	Значения
1	Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$	1380
2	Разрушающее напряжения, МПа	120-185
3	Относительное удлинение при разрыве, %	50-70
4	Ударная вязкость, $\text{кДж}/\text{м}^2$	70-90
5	Водопоглощение, %	0,3
6	Морозостойкость	-50
7	Температура плавления, $^{\circ}\text{C}$	265
8	Молекулярная масса	15000-30000

Физико-механические свойства пластика характеризуются высокой стабильностью в интервале температур от - 50°C до 200°C. Вводя его в битум, можно понизить температуру хрупкости, повысить температуру размягчения, а, следовательно, повысить трещиностойкость и сдвигоустойчивость асфальтобетона.

Главная трудность в применении ПЭТФ возникла на этапе введения пластика в битум. Если вводить его непосредственно в битум, то потребуются длительное нагревание при высоких температурах, что приводит к старению битума уже на этапе его модифицирования.

Мы пошли по пути растворения предварительно измельченного пластика в подходящем растворителе, который, в свою очередь, хорошо совмещается с битумом. Так что при температуре 130°C было достигнуто полное растворение, при этом растворитель выделялся в виде нетоксичных паров.

Полимер совместим с большинством битумов и битумосодержащих материалов, его можно легко диспергировать в битуме при 150°C с помощью обычной мешалки, поэтому не требуется дополнительное оборудование, что очень экономит средства дорожных организаций [2].



Рисунок 2. – Подготовка оборудования и образцов для испытания

Исследование проводилось на битуме БНД 70/100 ООО «ЛУКОЙЛ - Нижегороднефтеоргсинтез», который используется во Владимирской области в данное время.

Исследование включает в себя:

- подготовка оборудования и образцов для испытаний (рисунок 2);
- испытание исходного битума нефтяного дорожного, заданной марки (рисунок 3);
- приготовление модифицированного битума;
- испытание модифицированного битума нефтяного дорожного приготовленного в лабораторных условиях, с последующим анализом полученных данных [2; 3].



Рисунок 3. – Испытание битума марки БНД 700/100

Технология приготовления модифицированного битума включает в себя следующие процессы:

- 1) загрузка исходного, разогретого битума в лабораторный смеситель;
- 2) введение ПЭТФ в разогретый битум;
- 3) тщательное перемешивание с подогревом вяжущего с модификатором в смесительной установке в течение 1 часа [3].

В ходе исследования были получены зависимости от количества пластика основных свойств битума – глубины проникания иглы, температуры размягчения, растяжимости, температуры хрупкости (рисунок 4).

Выполнено сравнение свойств битума, модифицированного ПЭТФ, исходного образца битума без модификатора и битума, модифицированного добавкой АЗОЛ-1001.

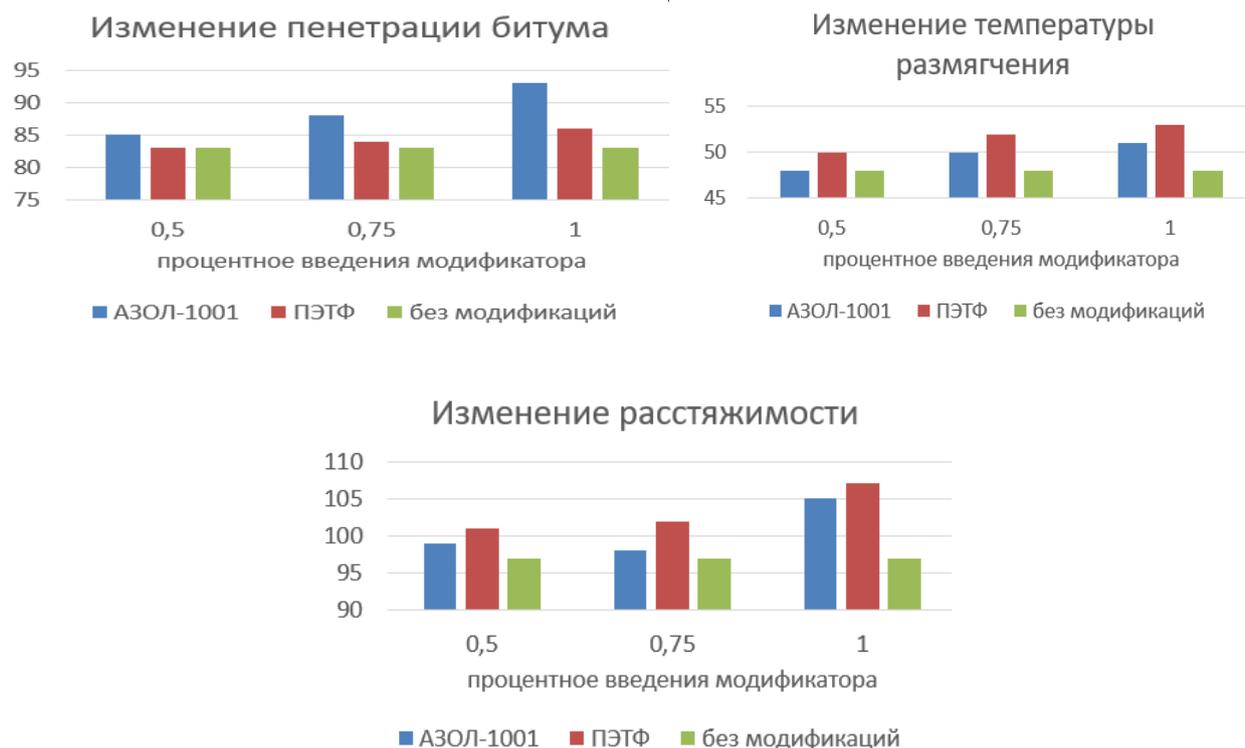


Рисунок 4. – Сравнение свойств модифицированного битума с исходным образцом

Температура хрупкости модифицированного битумов была определена из температурных зависимостей глубины проникания иглы, наблюдалось снижение температуры хрупкости до - 29°C.

Анализ всех этих зависимостей позволил рассчитать оптимальное количество пластика, вводимого в качестве модификатора.

Заключение. При модификации битума полимерами обеспечивается надежное сцепление вяжущего с каменным материалом, поднимается температура размягчения битума, препятствуя образованию колеи на асфальтобетонном покрытии в процессе эксплуатации, появляется возможность увеличить дальность транспортирования асфальтобетонных смесей и продления сезона дорожных работ, в связи с тем, что появляется возможность уплотнения асфальтобетонных смеси при более низкой температуре. Разработанный состав и технология способствуют повышению прочностных характеристик дорожных покрытий на 7–9%. Немаловажным фактором, является то, что не требуется дополнительное оборудования для введения модификатора в вяжущее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проваторова Г. В., Лебедев В. В. «Повышение качества асфальтобетона путем модификации битума полимерами». Статья в журнале Международного независимого института математики и систем «MiS, Новосибирск, сентябрь 2014 г.
2. Рябинина К.М., Проваторова Г.В. «Исследование свойств асфальтобетона на модифицированном полимерами битуме» журнал «Строительные материалы» том 5 №4, 2022 г., С. 19–29.
3. Галина Проваторова, Александр Вихрев “Modification of Bitumen for Road Construction» Межд. н-т конференция MPCPE: International Conference on Materials Physics, Building Structures and Technologies in Construction, Industrial and Production Engineering. 2021.