



Для этого синтезированный на первой стадии процесса олигогидроксиаминофенилен растворяли в ДМФА до получения 10 %-ного раствора. Затем при перемешивании прибавляли к раствору расчетное количество малеинового ангидрида, реакцию проводили в течение не менее 2 часов при охлаждении до 10-15°C. К образовавшемуся раствору приливали имидизирующую смесь, состоящую из уксусного ангидрида и катализатора БПБП. Продолжительность имидизации при комнатной температуре 5-6 часов. По завершении имидизации реакционную смесь осаждали в дистиллированную воду, многократно промывали, отфильтровывали и сушили в вакууме при температуре 100 °С. Продолжительность имидизации сокращалась почти вдвое по сравнению с известным методом получения олигогидросималеимидофенилена [2, 3].

Литература

1. Грачек В.И., Лукашик А.Н. ЖПХ. – 2006. – Т.79. – № 5. – С. 830-834;
2. Полиимиды. Синтез, свойства, применение / Э.Т. Крутько [и др.]; под общ. ред. Н.Р. Прокопчука. – Минск: БГТУ, 2002. – 303 с.
3. Синтез и свойства олигомерных аминоксифениленов / Я.М. Паушкин [и др.] // Доклады АН БССР. – 1974. – Т. 18, № 6. – С. 530–533.

УДК 665.775.4

Степанович Ю. А., Шрубок А. О.

(Белорусский государственный технологический университет)

ПРИМЕНЕНИЕ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ ПРИ ХРАНЕНИИ

Введение различных полимеров в нефтяные битумы позволяет придать вяжущим улучшенные прочностные свойства и увеличить их срок службы. Однако такие полимерно-битумные гетерофазные

системы характеризуются невысокой стабильностью при хранении и склонностью к расслоению. В связи с этим, важным вопросом при производстве полимерно-битумных вяжущих является выбор такого соотношения компонентов, при котором битум и полимерный компонент хорошо совместимы и стабильны при хранении, транспортировке и использовании в асфальтобетонной смеси [1].

Стандартным методом определения стабильности модифицированных битумов при хранении является метод выдерживания образца битума при температуре $(160-180)\pm 5^\circ\text{C}$ в вертикальном положении, т.е. в условиях, симулирующих хранение битума в резервуаре [2]. Этот метод позволяет непосредственно наблюдать изменения, вызванные разделением фаз, и является надежным. При длительном хранении может наблюдаться изменение качественных характеристик и потеря агрегативной устойчивости вяжущих, поэтому при проведении испытаний на стабильность при хранении целесообразно учитывать не только изменение температуры размягчения по высоте образца битума, но и его структурно-группового состава.

В данной работе для анализа стабильности полимерно-битумных вяжущих при хранении предложено использовать метод ИК-спектроскопии для оценки распределения полимера и изменения структурно-группового состава в объеме полимерно-битумного вяжущего.

В качестве объектов исследования были изучены полимерно-битумные вяжущие, полученные смешением нефтяного битума марки БНД 70/100 производственного унитарного предприятия «Нефтебитумный завод» и комбинированного модификатора на основе полимерного отхода – низкомолекулярного полиэтилена в смеси с сополимером этилена и винилацетата (Evathene UE 638-04) в соотношении 1 : 1. Исследования по оценке однородности битумов, модифицированных таким комбинированным модификатором, показали, что все полученные образцы являются однородными (визуальный метод оценки с помощью стеклянной палочки). Полученные полимерно-битумные вяжущие были изучены на стабильность в соответствии с требованиями ГОСТ EN 13399-2013. Для каждого образца были определены температура размягчения ($T_{\text{разм}}$) и структурно-групповой состав его нижней и верхней части. Для оценки изменения структурно-группового состава снимали ИК-спектр поглощения и рассчитывали спектральные коэффициенты: ароматичности ($C_{\text{ар}}$), алифатичности ($C_{\text{ал}}$), карбонильный индекс ($C_{\text{карб}}$), сульфоксидный индекс ($C_{\text{сул}}$) в соответствии с [3] (таблица 1).

Таблица 1 – Стабильность полимерно-битумных вяжущих при хранении

Показатель	БНД 70/100	Содержание модификатора, мас. %							
		0		1		2		8	
		Нижний слой	Верхний слой	Нижний слой	Верхний слой	Нижний слой	Верхний слой	Нижний слой	Верхний слой
T _{разм}	47	49	49	49	50	49	49	82	53
C _{ар}	0,022	0,019	0,022	0,026	0,026	0,022	0,022	0,022	0,014
C _{алиф}	0,126	0,118	0,126	0,125	0,125	0,127	0,127	0,125	0,118
C _{карб}	0,002	0,002	0,001	0,004	0,004	0,002	0,002	0,003	0,014
C _{сул}	0,004	0,003	0,002	0,005	0,004	0,005	0,006	0,005	0,007

Согласно представленным в таблице 1 данным, при концентрации модификатора до 2 мас. % температура размягчения и структурно-групповой состав верхнего слоя полимерно-битумного вяжущего соответствует аналогичным показателям нижнего слоя, что позволяет говорить о стабильности модифицированных битумов при длительном хранении. В случае введения 8 мас. % и более модификатора в нефтяной битум качественные показатели для верхнего и нижнего слоя полимерно-битумного вяжущего заметно отличаются. Анализ полученных спектральных коэффициентов свидетельствует о наличии в верхнем слое большого количества карбонильных групп, которые представлены в основном винилацетатными звеньями, содержащимися в комбинированном модификаторе. Это свидетельствует о том, что в верхнем слое вяжущего содержится больше полимерного компонента, а значит, в ходе испытания на стабильность происходит расслоение полимер-битумной системы. Данный факт также подтверждается высокой разностью температур размягчения верхнего и нижнего слоя полимерно-битумного вяжущего.

Таким образом, применение ИК-спектроскопии для анализа стабильности полимерно-битумных вяжущих при хранении позволяет определить изменение в структурно-групповом составе вяжущего и оценить распределение полимера в объеме битума.

Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ в рамках научного проекта № Т19М-049 «Разработка принципов создания битумно-полимерных композиционных материалов повышенной стабильности».

Литература

1. Гуреев, А. А. Нефтяные вяжущие материалы / А.А. Гуреев. – М. : Издательский дом «Недра», 2018. – 239 с.
2. Битумы и битуминозные вяжущие. Определение стабильности модифицированных битумов при хранении: ГОСТ EN 13399-2013. – Введ. 01.04.2016. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2016. – 8 с.
3. Иванова, Л. В. ИК-спектрометрия в анализе нефти и нефтепродуктов / Л. В. Иванова, Р. З. Сафиева, В. Н. Кошелев // Вестник Башкирского университета. – 2008. – Т. 13, № 4. – С. 869–874.

УДК 665.775.4

Хаппи Вако Б. Ж., Шрубок А. О.

(Белорусский государственный технологический университет)

МОДИФИКАЦИЯ БИТУМОВ ВТОРИЧНЫМ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТОМ

Повсеместное использование полиэтилентерефталата (ПЭТ) в производстве упаковки, пластиковых изделий приводит к накоплению большого количества полимерных отходов. В Республике Беларусь ежегодно возрастает количество собранных отходов ПЭТ-тары, однако вовлечение данного типа отходов в переработку составляет не более 15–20 %. Так на крупнейшем предприятии-переработчике отходов ПЭТ «РеПлас-М» (г. Могилев) производится порядка 7200 т/г ПЭТ-отходов, которые используются для производства полиэфирных волокон и ПЭТ-пленки обвязочной ленты [1].

Несмотря на то, что вторичный ПЭТ обладает практически такими же высокими прочностными и физико-механическими свойствами, как и первичный ПЭТ, возможность замены его на ПЭТ-отходы не всегда возможно из-за наличия в их составе различных полимерных и неполимерных примесей. Применение ПЭТ-отходов в строительной и дорожной отраслях допускает присутствие примесей, что сокращает процесс переработки вторичного ПЭТ [2].

В связи с вышеизложенным, использование вторичного ПЭТ для модификации нефтяных битумов представляет интерес, как с научной, так и с практической точек зрения.

В данной работе были изучены различные варианты введения вторичного ПЭТ в нефтяной битум. Исследования показали, что непосредственное введение ПЭТ в битум сопряжено с рядом проблем: