

экстрагируется из дистиллята. В качестве селективных растворителей предложено использовать смеси сульфолана с N-МП с преобладанием последнего на первой стадии (70% мас.), а на стадии экстракции – с преобладанием сульфолана (90% мас.). Регенерация растворителей может проводиться из объединенного потока кубового остатка колонны экстрактивной ректификации и экстрактивной фазы. В результате комбинирования процессов можно существенно снизить суммарное соотношение растворителей к сырью.

6. Выделение аренов из риформата широкой бензиновой фракции экстракцией сульфоланом при невысоком соотношении его к сырью (около 1.6 : 1 мас.) позволяет при небольших энергозатратах снизить содержание бензола до одного 1% мас., а суммы аренов в рафинате до 30% мас. в соответствии с требованиями к бензину и выделить бензол, толуол и арены C8 со степенью извлечения 95, 77 и 69 % соответственно.

Литература

1. Гайле А.А. Селективные растворители. Разделение и очистка углеводородсодержащего сырья/ А.А. Гайле, В.Е. Сомов, А.В. Камешков. – СПб.: Химиздат, 2019. – 896 с.

2. Предельные коэффициенты активности углеводородов в селективных растворителях: Справочник/ Под ред. А.А. Гайле. – СПб.: изд-во С.-Петербур. ун-та, 2002. – 128 с.

3. Гайле, А.А. Сульфолан. Получение, свойства и применение в качестве селективного растворителя/ А.А. Гайле, В.Е. Сомов. – СПб.: Химиздат, 2014. – 392 с.

4. Гайле, А.А. Процессы разделения и очистки продуктов переработки нефти и газа/ А.А. Гайле, В.Е. Сомов, А.В. Камешков. – СПб.: Химиздат, 2018. – 432 с.

УДК 665.775.4

**Грушова Е.И., Станько М.В.,
Горошко М.А., Блинецов Г.Д.**

(Белорусский государственный технологический университет)

РАЦИОНАЛЬНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ОКИСЛЯЕМОГО НЕФТЯНОГО ГУДРОНА

К числу наиболее перспективных способов регулирования эксплуатационных характеристик дорожных битумных вяжущих относится модифицирование нефтяного окисленного битума специальными

структурирующими добавками – полимерами различного состава и строения с получением так называемых полимербитумных вяжущих (ПБВ) [1,2]. При введении структурообразующего полимерного модификатора в состав битума, его температура размягчения и динамическая вязкость существенно возрастают, а растяжимость при 25 °С заметно снижается [3]. Однако данный метод модификации имеет существенные недостатки обусловленные, например, высокой стоимостью полимер-модификаторов и, соответственно, удорожанием производимого битумного вяжущего, фазовой неустойчивостью. Избежать в определённой степени эти недостатки возможно, если использовать для модификации вещества, способные химически связываться с базовыми компонентами окисленного битума – асфальтенами и смолами. К числу таких модификаторов относится, например, разработанный фирмой DuPont реагент ELVALOY 4170 RET [2]. Тем не менее использование данного модификатора связано значительными временными и энергетическими затратами, так как для полного растворения этого реагента и реакции его с компонентами битума требуется 3–5 часов и температура 190–200 °С.

Для улучшения структурно-механических показателей и сохранения фазовой стабильности битума предложено внутреннюю каркасную структуру в битумном вяжущем создать за счёт сшивания компонентов исходного битума, содержащих гетероатомные фрагменты, с помощью добавки бифункционального соединения – толуолдиизоцианата [4]. Для этого добавку в количестве 0,25–3,0 % вводили в расплавленный битум и при температуре 140 °С перемешивали смесь в течение 4 часов. Полученное в указанных условиях битумное вяжущее превосходило исходный битум по ряду структурно-механических свойств – адгезии, растяжимости, температуре размягчения. Однако реализация и данного метода модификации требует дополнительных затрат на нагрев и перемешивание.

В настоящей работе нами с целью улучшения эксплуатационных характеристик нефтяного битумного вяжущего предлагается рациональный способ создания внутренней каркасной структуры в вяжущем за счёт введения добавки этиленгликоля в окисляемый нефтяной гудрон. В процессе термического окисления гудрона по традиционной технологии будут образовываться гидроксильные, карбоксильные, сложноэфирные группы, а вводимая добавка модификатора позволит интенсифицировать образование каркасной структуры вяжущего за счёт участия в процессе сшивки с образующимися реакционноспособными группами компонентов окисляемого гудрона. В таком варианте процесса

окисление исходного сырья и структурирование вяжущего за счёт вводимой добавки протекают одновременно и не требуют дополнительных временных и энергетических затрат. Кроме того, процесс модификации будет в определённой степени препятствовать протеканию реакции декарбоксилирования и, соответственно, в образующемся вяжущем будет больше содержаться кислородсодержащих фрагментов, благоприятно влияющих на адгезию битума к минеральным материалам.

Для реализации предлагаемого варианта структурирования битумного вяжущего в разогретый до 70 °С гудрон вводили при перемешивании 0,5–3,0 мас. % этиленгликоля и полученную смесь подвергали окислению при 240 °С в течение 6 часов.

В таблице и на рисунке представлены результаты, позволяющие сопоставить качество битумных вяжущих, полученных при окислении нефтяного гудрона и гудрона, содержащего добавку – модификатор, а также влияние на процесс окисления количества вводимого этиленгликоля и продолжительности процесса окисления.

Согласно данным, представленным в таблице – процесс модификации бифункциональным соединением влияет на структурно-механические свойства битума. При введении в исходное сырьё 0,5 мас. % этиленгликоля пластичность битума несколько возрастает. Введение в гудрон 1,0 мас. % модификатора повышает температуру размягчения на 5 °С и снижает пенетрацию. Однако эти показатели изменяются в противоположном направлении при содержании в гудроне 3 мас. % этиленгликоля. По-видимому, более жесткая структура в опыте 2 обусловлено образованием эфирных мостиков модификатора только с компонентами окисляемого гудрона. С увеличением содержания этиленгликоля в гудроне (опыт 3) в образовании мостиков могут участвовать не только мономеры, но и димеры модификатора, что приводит к получению более пластичного вяжущего.

Таблица – Структурно-механические характеристики битумов, полученных при окислении гудрона и гудрона, содержащего этиленгликоль

Показатель	Содержание этиленгликоля в гудроне, мас. %			
	0	0,5	1	3
Номер опыта	4	1	2	3
Температура размягчения по КиШ, °С	53	50,9	58,3	55,1
Глубина проникновения иглы, 0,1 мм при 25 °С	67	75	52	63
Температура хрупкости, °С	-16,8	-18,9	-6,4	-10,9
Адгезия, баллы	2	2	1	1

Согласно графическим данным (рисунок) модифицирующая добавка ускоряет процесс структурирования. Однако при возможности участия в «сшивке» димеров этиленгликоля этот процесс несколько замедляется.

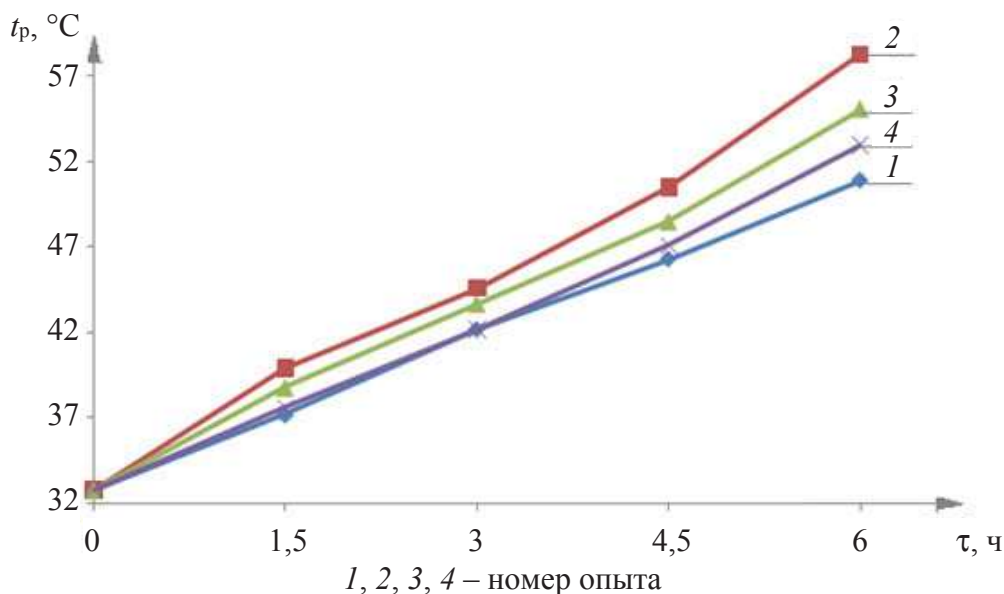


Рисунок – Зависимость температуры размягчения от продолжительности окисления гудрона

Таким образом, результаты выполненных исследований показывают, что регулировать внутреннюю каркасную структуру битумного вяжущего можно более рациональным способом – вводить полифункциональные модификаторы в окисляемый гудрон.

Литература

1. Полякова, С. В. Применение модифицированных битумов в дорожном строительстве / С. В. Полякова // Стройпрофиль. – 2001. – №10. – С. 12–14.
2. Галкин, А. В. Влияние параметров совмещения на свойства битумов, модифицированных стирол-бутадиен-стиролом / А. В. Галкин, Я. И. Пыриг // Вестник ХНАДУ. – 2014. – Вып.04. – С. 115–120.
3. Житов, Р. Г. Радиальная полимеризация стирола и метакрилатов в среде нефтяного битума / Р. Г. Житов, В. Н. Кижняев, А. И. Смирнов // Клей. Герметики. Технологии. – 2012. – №3. – С. 25–29.
4. Модифицирующие присадки к дорожным битумам / П. И. Грязнов [и др.] // Химия и химическая технология. – 2012. – Т. 55, Вып. 10. – С. 89–91.