

ского графита марки ГЛ-1 Завальевского месторождения, варьировалось от 1 до 5% по массе.

Совмещение углеродсодержащих наполнителей с эпоксидной смолой проводилось тремя способами. В первом случае частицы вводили в связующее с отвердителем при комнатной температуре отдельными порциями при постоянном механическом перемешивании. Во втором способе дисперсные частицы добавляли в эпоксидную систему при температуре 50 °С также при механическом смешивании. В третьем способе углеродсодержащие наполнители вводили сначала в менее вязкую систему, в нашем случае в отвердитель, а потом полученную смесь механически смешивали с эпоксидной смолой. В результате микроскопического исследования экспериментальных образцов при использовании микроскопа GX-51 фирмы «Olympus» в режиме темного поля установлено, что наиболее равномерное распределение дисперсного наполнителя и наименьшая агломерация частиц наблюдается при применении третьего варианта приготовления наполненной системы.

Для оценки качества сетчатой структуры полученных образцов были исследованы их термомеханические свойства, а именно температура стеклования  $T_g$  и модуль упругости  $E$ ,

которые определялись методом динамического механического анализа при помощи прибора ДМА Q800 фирмы «Netzsch» согласно следующим режимам: нагрев осуществлялся до 150 °С со скоростью нагрева 5 °С/мин при частоте 1 Гц. Выяснилось, что у всех углеродсодержащих образцов наблюдается снижение модуля упругости по сравнению с исходным образцом. При введении кристаллического графита наблюдалось увеличение температуры стеклования  $T_g$  полимера, что дает возможность использовать данный модифицированный материал в более широком температурном диапазоне.

Изучение микротвердости модифицированных композиций при помощи твердомера по Барколу модели 934-1 проводилось согласно стандартной методике (ГОСТ 56761-2015). Результаты исследования показали, что введение микродисперсного шунгита приводит к повышению исследуемого показателя до 26% по сравнению с ненаполненным, в то время как использование кристаллического графита снижает твердость углеродсодержащего материала до 36%. Аналогичные результаты для наполненных шунгитом систем приводятся авторами в работе [3].

### Список литературы

1. Сайфутдинова М.В., Лыга Р.И., Михальчук В.Г. // *Успехи в химии и в химической технологии*, 2017.– Т.31.– №11.– С.102–104.
2. Стрельников С.В., Петухов В.И., Постнов В.И., Швец Н.И. // *Известия Самарского научно-исследовательского центра Российской академии наук*, 2011.– Т.13.– №4(2).– С.498–508.
3. Кудина Е.Ф. // *Полимерные материалы и технологии*, 2017.– Т.3.– №2.– С.49–55.

## МОДИФИКАЦИЯ ТЕМНЫХ НЕФТЕПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ И РАЗРАБОТКА ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ИХ ОСНОВЕ

А.Д. Горюнов

Научный руководитель – к.х.н., доцент Л.И. Бондалетова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, eisart@mail.ru*

В качестве защитных покрытий битум используется редко, поэтому рекомендовано его применение в связки с каким-либо веществом (например, с темной нефтеполимерной смолой (ТНПС)). Необходимо учесть, что содержание битума в таких композициях непосредственно влияет на их адгезионные свойства [1].

Применение ТНПС, получаемых при переработки тяжелых пиролизных смол, исключает

необходимость использования дорогостоящего сырья в лакокрасочной промышленности [2]. Объектами исследования являются ТНПС. Смолы окислены в присутствии кобальтового сиккатива при 170 °С в течение 4,5 часов (ТНПС I) и марганцевого сиккатива при 190 °С в течение 8 часов (ТНПС II).

Целью данной работы является модификация ТНПС с последующим получением битум-

**Таблица 1.** Физико-механические свойства БСК, содержащих ТНПС

Исследуемое свойство	Содержание ТНПС в БСК, % масс.							
	ТНПС I				ТНПС II			
	0	3	15	100	0	3	15	100
Прочность при изгибе, мм	<1	<1	<1	20	<1	<1	2	20
Прочность при ударе, см	10	45	35	<1	10	55	45	<1
Адгезия, МПа	0,089	0,28	0,166	0,038	0,089	0,268	0,191	0,038

**Таблица 2.** Физико-механические свойства БСК, содержащих модифицированные ТНПС

Исследуемое свойство	Содержание модифицированной ТНПС в БСК, % масс.							
	Модифицированная ТНПС I				Модифицированная ТНПС II			
	0	3	15	100	0	3	15	100
Прочность при изгибе, мм	<1	<1	<1	20	<1	<1	<1	20
Прочность при ударе, см	10	50	30	<1	10	45	30	<1
Адгезия, МПа	0,089	0,242	0,034	0,057	0,089	0,28	0,115	0,051

но-смоляных композиция (БСК) для образования защитных покрытий с высокими прочностью и адгезионной способностью.

Исследуемые ТНПС были модифицированы путем нитрования 63%-ой азотной кислотой. Массовое содержание смолы в композициях составляло 3 и 15%. Покрытия на основе исходной и нитрованной ТНПС, битума и БСК были нанесены на металлические и алюминиевые пластинки методом полива. Изучение свойств нанесенных покрытий производилось стандартными методами.

Основываясь на полученных данных можно выделить следующие основные моменты:

1) исходные и модифицированные ТНПС, как самостоятельные лакокрасочные материалы, имеют очень слабые прочность и адгезионную способность;

2) использование исходных и модифициро-

ванных ТНПС в композициях повышает прочностные и адгезионные характеристики;

3) битум имеет хорошие показатели прочности при изгибе, независимо от того, входит он в состав БСК или нет;

4) при использовании ТНПС наиболее лучшими адгезионными и прочностными характеристиками обладают те БСК, в которых содержание смол составляет 3% масс.

Таким образом, результаты работы свидетельствуют о возможности получения защитных покрытий с улучшенными прочностными и адгезионными характеристиками. Это что позволит отказаться от использования дорогостоящих природных компонентов в приготовлении лакокрасочных материалов. Выявлено, что увеличение содержания ТНПС (как исходной, так и модифицированной) снижает прочностные и адгезионные характеристики БСК.

### Список литературы

1. Поканова Ю.В. *Нефтяные битумы.* – С.Пб.: Изд. Синтез, 2005. – 154с.
2. Думский Ю.В., Чередникова Г.Ф., Думский С.Ю. *Нефтеполимерные смолы и новые*

*возможности их использования // Лакокрасочные материалы и их применение, 2007. – №10. – С.8–12.*