

**В. П. ДУБОДЕЛ<sup>1</sup>, В. М. ШАПОВАЛОВ<sup>2</sup>, И. И. ЗЛОТНИКОВ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>УО МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

<sup>2</sup>ГНУ ИММС им. В.А. Белого НАН Беларуси (г. Гомель, Беларусь)

<sup>3</sup>УО ГГТУ им. П.О. Сухого (г. Гомель, Беларусь)

## **ПРИМЕНЕНИЕ СМЕСЕЙ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ В БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫХ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ**

Битумно-полимерные материалы используются, главным образом, для гидроизоляционных целей (обустройство кровель, подвалов, гидроизоляции фундаментов, защиты бетонных, металлических и деревянных конструкций). Они получили широкое применение благодаря более высокой прочности, морозостойкости и теплостойкости по сравнению с обычными битумными материалами. Наиболее распространёнными полимерными добавками являются каучук, полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид [1]. Недостатком битумно-полимерных композиций является их более высокая стоимость по сравнению с обычными битумами. Поэтому при их разработке все шире используют отходы полимеров, что снижает стоимость получаемых материалов [2]. Кроме того, согласно ранее проведенным исследованиям авторов данной работы, эффект повышения свойств битумно-полимерных композиций от введения вторичных полимеров может быть даже выше, чем первичных [3].

Целью данного исследования является изучение влияния смесей вторичных полимеров на свойства битума и разработка битумно-полимерных материалов с улучшенными физико-механическими и технико-экономическими показателями.

В качестве основы композиций использовали нефтяной битум марки БН 70/30, в качестве полимеров – вторичный полиэтилен высокого давления (ПЭВД) по ГОСТ 10354–85 и вторичный полиэтилен низкого давления (ПЭНД) по ТУ РБ 800017526.003–2004. Для повышения теплостойкости и прочности в битум вводили диоксид кремния марки «Ковелос». Образцы готовили следующим образом. В емкость загружали полимер и разогревали до температуры 160-180°C. Затем в расплав вводили битум и перемешивали смесь до полной гомогенизации. После этого в смесь вводили диоксид кремния и заливали расплав в кюветы из алюминиевой фольги.

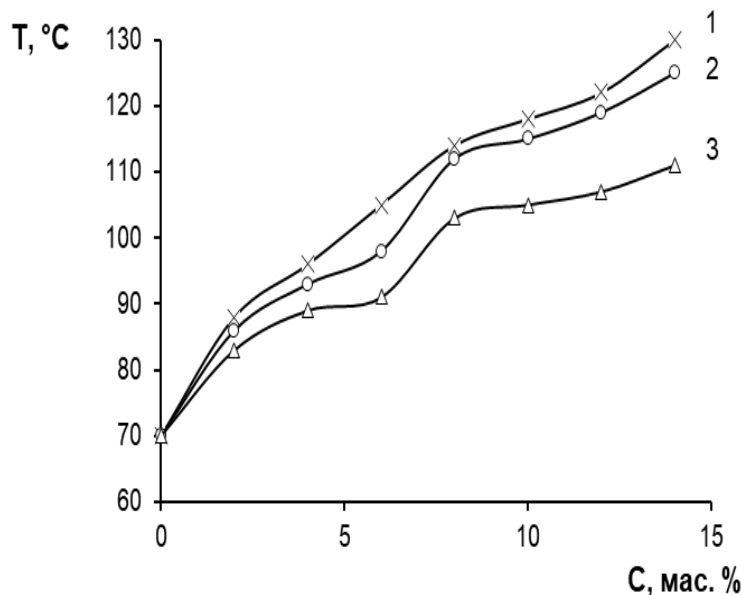
Температуру размягчения образцов измеряли по ГОСТ 11506-73, прочность сцепления композиции с бетонным основанием определяли на разрывной машине методом нормального отрыва бетонных прямоугольных образцов, склеенных расплавами композиций.

На рисунке 1 приведена зависимость температуры размягчения битумно-полимерной композиции от содержания вторичных полимеров.

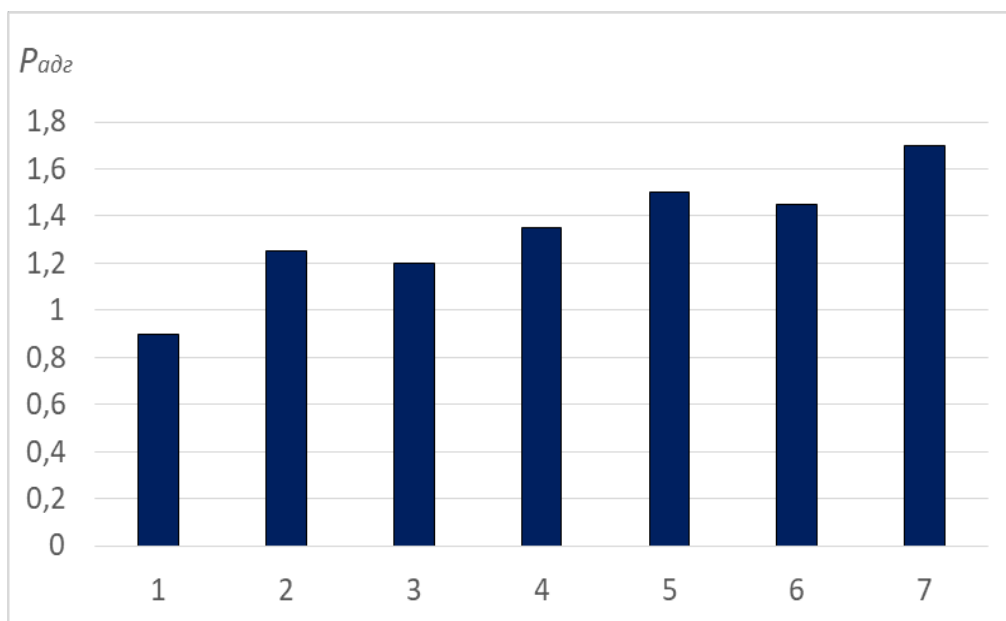
Рисунок 2 иллюстрирует сравнительное влияние добавок полимеров, введенных в количестве 10 мас. %, на адгезию битума к бетону.

Как следует из представленных данных, введение вторичных ПЭНД и ПЭВД значительно повышает свойства битума, причем использование их смесей позволяет получать дополнительный эффект повышения теплостойкости и адгезии. Этот эффект можно объяснить следующими соображениями. У вторичных полимеров вследствие

термодеструкции при их термомеханической переработке происходит уменьшение их молекулярной массы, что приближает ее к молекулярной массе компонентов битума. Это может способствовать улучшению адгезии и когезии битумно-полимерных композиций, увеличивая однородность их структуры.



**Рисунок 1. – Зависимость температуры размягчения битумно-полимерной композиции от содержания вторичных полимеров: 1 – смесь ПЭНД+ПЭВД в соотношении 1:1 по массе, 2 – ПЭНД, 3 – ПЭВД**



**Рисунок 2. – Адгезия к бетону битумно-полимерной композиции в зависимости от типа полимерной добавки (10 мас.%): 1 – битум без добавки, 2 – ПЭНД первичный, 3 – ПЭВД первичный, 4 – ПЭНД+ПЭВД первичные (1:1), 5 – ПЭНД вторичный, 6 – ПЭВД вторичный, 7 – ПЭНД+ПЭВД вторичные (1:1)**

Проведенные исследования послужили основой для разработки битумно-полимерной композиции, которую можно использовать для защиты бетонных и металлических конструкций. Составы битумно-полимерной композиции приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Составы битумно-полимерной композиции, мас. %

Компонент	Номер образца			
	1	2	3	4
ПЭВД вторичный	5	8	10	15
ПЭНД вторичный	5	8	10	15
Диоксид кремния марки «Ковелос»	1	2	3	4
Битум марки БН 70/30	89	82	77	66

Свойства битумно-полимерной композиции приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Свойства битумно-полимерной композиции

Свойства	Номер образца			
	1	2	3	4
Температура размягчения, °С	119	124	126	130
Прочность сцепления с бетоном, МПа	1,5	1,7	1,7	1,6

Как следует из таблицы 2, разработанные битумно-полимерные композиции имеют высокую температуру размягчения и адгезию к бетонным основаниям, что делает их перспективными строительными материалами. Кроме того, они содержат в своем составе вторичные полимеры, количество которых в сумме составляет от 10 % до 30 %. Это значительно снижает стоимость композиции и способствует частичному решению проблемы утилизации вторичных полимеров.

Таким образом, введение в нефтяные битумы смесей вторичных полилдефенов позволяет улучшить их эксплуатационные свойства, а также снизить стоимость получаемых материалов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кисина, А. М. Полимербитумные кровельные и гидроизоляционные материалы / А. М. Кисина, В. Куценко. – М. : Стройиздат, 1996. – 134 с.
2. Степанович, Ю. А. Использование отходов полимеров в производстве окисленных битумов / Ю. А. Степанович, Б. Ж. Хаппи Вако, А. О. Шрубок // Труды БГТУ. Сер. 2. – 2019. – № 1. – С. 72–76.
3. Разработка и исследование битумно-полимерных композиций с использованием вторичных полимеров / В. М. Шаповалов [и др.] // Горная механика и машиностроение. – 2016. – № 4. – С. 87–99.