

Цель настоящей работы – исследование влияния широко распространенных техногенных наполнителей (каменноугольная и бурогоугольная золы-уноса, керамзитовая пыль) на закономерности отверждения и процесса набора прочности высоконаполненных полимерминеральных композиционных материалов на основе эпокси(мет)акриловых смол в присутствии окислительно-восстановительной иницирующей системы пероксид бензоила – третичные амины.

Прочность на сжатие ПКМ определяли по ГОСТ 10180 (пресс испытательный электрогидравлический ПИ-2000-ПИ-А) и по ГОСТ 22690 (ударно-импульсный измеритель прочности ОНИКС-2.5), сопоставление данных проводили по специально установленным градуировочным зависимостям.

Выявлено, что химический состав техногенных наполнителей оказывает существенное влияние на закономерности процесса набора проч-

ности высоконаполненных акриловых ПКМ. При этом использование зол-уноса в количестве до 20 мас. % может привести как к повышению прочности на сжатие высоконаполненных ПКМ более чем на 20% (в случае каменноугольной золы-уноса), так и к значительному ингибированию процесса радикальной полимеризации эпокси(мет)акриловых смол в присутствии редокс-системы пероксид бензоила – третичные амины, характерному для бурогоугольной золы-уноса и проявляющемуся в резком росте времени начала отверждения при значительном ухудшении физико-механических показателей ПКМ (снижение прочности на сжатие более чем в 1,5 раза). Аналогичный ингибирующий эффект, но в гораздо меньшей степени, проявляет и керамзитовая пыль: прочность на сжатие понижается на 14%, при одновременном увеличении времени начала отверждения и снижении эффективной константы скорости набора прочности.

### Список литературы

1. Рыбалко В.П. и др. // Журн. прикл. химии, 2014. – Т. 87. – №9. – С. 1362–1367.
2. Дьяченко П.Б. Дисс. ... канд. техн. наук. – Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 269 с.
3. Тимерханов С.А. и др. Высоконаполненные полимерные композиты на основе эпокси(мет)

акриловых смол // Химия и химическая технология в XXI веке: материалы XX Международной научно-практической конференции имени профессора Л.П. Кулёва студентов и молодых ученых / Томский политехнический университет. – Томск, 2019. – С. 575–576.

## МОДИФИКАЦИЯ АТАКТИЧЕСКОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА МАЛЕИНОВЫМ АНГИДРИДОМ

Я.В. Третьяков, С.О. Савичева

Научный руководитель – к.х.н., доцент О.В. Ротарь

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

Объектом модификации является атактический полипропилен (АПП), в связи с низкой температурой размягчения и высокой вязкостью, имеющий малое место применения.

Для изменения структуры АПП проводят его модификацию. Модификация атактического полипропилена основана на внедрении в цепь полимера функциональных групп, оказывающих влияние на эксплуатационные характеристики. Одним из способов модификации является привитая сополимеризация.

Основной метод получения прививки сополимеров – свободно радикальная прививка, ко-

торая осуществляется путем реакции передачи цепи [1].

Образующийся макрорадикал АПП способен присоединять молекулы малеинового ангидрида (МА) в связи с тем, что МА является донором электронов. Прививка МА к АПП приводит к образованию карбоксильных и карбонильных групп в цепи АПП. Эти реакционные группы в составе макромолекулы АПП можно использовать для дальнейшей модификации АПП, что вероятно, может привести к получению материала с лучшими эксплуатационными характеристиками.

Исходный АПП, являющийся объектом исследования, имеет температуру размягчения 80 °С, молекулярную массу – 15000.

В данной работе в качестве инициаторов радикальной полимеризации использовали пероксид бензоила и лиладокс (дицетилпероксидкарбонат). Данные вещества способны распадаться на свободные радикалы, тем самым активируя третичный атом углерода в молекуле АПП.

Предварительно были подобраны два растворителя – гептан и ксилол. Данные по растворимости АПП и МА в используемых растворителях представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Растворимость реагентов в используемых растворителях

Растворитель	АПП, %	МА, %
Гептан	93	–
Ксилол	71	72

Методом инфракрасной спектроскопии определили структуру полученного сополимера.

**Таблица 2.** Зависимость выхода привитого сополимера от используемого инициатора

Инициатор	Растворитель	Выход, %	$T_{\text{раз}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{пл}}, ^\circ\text{C}$	Мол. масса
Лиладокс	Ксилол	71,83	93	104	27000
	Гептан	52	92	97	25000
Перекись бензоила	Ксилол	78,16	93	97	20000
	Гептан	67,66	91	104	20000

### Список литературы

1. Крыжановский В.К., Николаев А.Ф. и др. *Технология полимерных материалов*. – СПб.: Профессия, 2020. – 536 с.

## КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИЭТИЛЕНОВ В УГЛЕВОДОРОДНЫХ СРЕДАХ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА

Г.Р. Фазылзянова, Е.С. Охотникова

Научные руководители – д.х.н., в.н.с. Т.Н. Юсупова; д.х.н., зав. лаб. Ю.М. Ганеева

*Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова*

*ФИЦ Казанский научный центр РАН*

*420088, Россия, г. Казань, ул. Ак. Арбузова, 8, arbuzov@iopc.ru*

Введение в битум термопластичных полимеров, среди которых наиболее эффективным для модификации битумов является полиэтилен (ПЭ), позволяет существенно улучшить их реологические характеристики [1]. В среде

Результаты спектроскопии свидетельствуют о наличии полос поглощения групп, характерных для:

- АПП:  $-\text{CH}_3$  ( $1457 \text{ см}^{-1}$ ),  $-\text{CH}_2$  ( $1375 \text{ см}^{-1}$ ) и  $-\text{CH}$  ( $2913 \text{ см}^{-1}$ );
- ангидридов карбоновых кислот  $-\text{C}-\text{O}-\text{C}$  группы:  $972$  и  $1161 \text{ см}^{-1}$ ;
- ангидридов карбоновых кислот  $-\text{C}=\text{O}$  группы:  $1706 \text{ см}^{-1}$ ;
- карбоксильных и гидроксильных групп:  $3000-3200 \text{ см}^{-1}$ ;
- двойных связей:  $1500-1600 \text{ см}^{-1}$ .

На основании полученных данных спектра можно сделать вывод, что взаимодействие АПП с малеиновым ангидридом происходит, не затрагивая кратные связи.

Зависимость выхода привитого сополимера от используемого инициатора представлены в таблице 2.

Таким образом, модификация АПП малеиновым ангидридом позволила получить материалы, обладающие характеристиками отличительными от исходного полимера.

битумных компонентов ПЭ формирует трехмерную сетку, жесткие сегменты которой образованы кристаллитами, а эластичная матрица – набухшей аморфной частью полимера [2]. Плавления кристаллитов ПЭ в битуме проис-