

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ТРЕХКОМПОНЕНТНЫХ ПОЛИМЕР-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СВМПЭ С ЗАДАННЫМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Д.Г. Буслович<sup>1,2</sup>, С.А. Бочкарева<sup>1</sup>, В.О. Алексенко<sup>1,2</sup>, Ю.В. Донцов<sup>2</sup>

Научный руководитель – д.т.н., профессор С.В. Панин<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

634055, г. Томск, пр. Академический 2/4, svp@ispms.tsc.ru

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, dgb2@tpu.ru

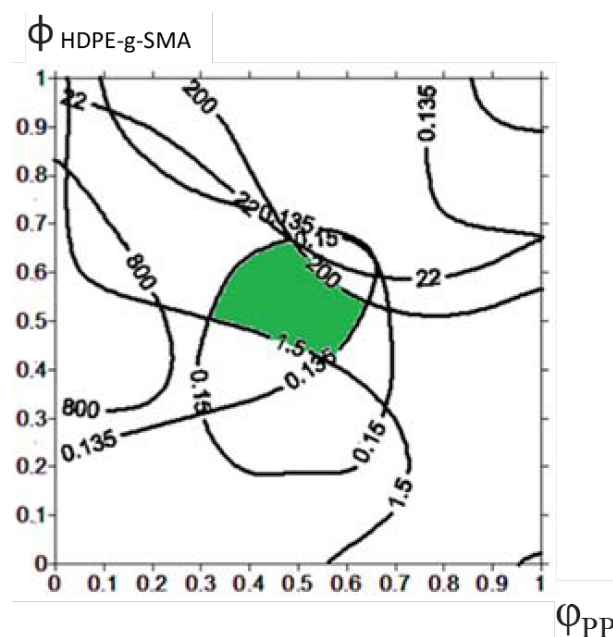
Разработка экструдированных полимер-полимерных композиций на основе сверхвысокомолекулярной матрицы (СВМПЭ) с высокими характеристиками прочности и износостойкости для последующего производства изделий методом 3D-печати является актуальной задачей [1, 2]. Однако большое количество возможных составов, в случае их перебора, значительно удлиняет и удорожает процесс разработки. Решение данной проблемы можно ускорить путем создания алгоритма для определения управляющих параметров, обеспечивающих одновременное достижение всех ключевых характеристик, которые, в конечном итоге, и определяют рецептуру композиционного материала.

В работе исследуется вопрос проектирования композиций с заданными механическими и триботехническими характеристиками на основе СВМПЭ. В качестве пластифицирующих добавок использованы – а) помолотый гранулят привитого малеиновым ангидридом полиэтилена высокой плотности HDPE-g-SMA (ООО «Новые Полимерные технологии», Москва), б) порошок полипропилена марки PP21030 (ПТР=3 г/10 мин.).

Цель работы заключается в определении оптимального содержания наполнителей для получения заданных (эффективных) свойств, а именно: а) модуль упругости композитного материала: не менее 800 МПа; б) коэффициент трения: не более 0,15; в) величина удлинения до

разрушения: не менее 200%; г) предел текучести: не менее 22 МПа; д) износ при испытании по схеме «шар-по-диск»: не более 0,135 мм<sup>3</sup>; е) предел прочности при растяжении: не менее 22 МПа; ж) показатель текучести расплава ПТР: не менее 1,5 г/10 мин.

При использовании алгоритма компьютерного проектирования [3] была определена ре-



**Рис. 1.** Область значений управляющих параметров, обеспечивающих соответствие триботехнических характеристик материала заданным значениям (ограничениям)

**Таблица 1.** Механические характеристики СВМПЭ и композиции «СВМПЭ+15 вес.% HDPE-g-SMA+15 вес.% PP»

Наполнитель	Плотность $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Твердость Шор D	$E$ , МПа	Предел текучести $\sigma_r$ , МПа	Предел прочности $\sigma_b$ , МПа	Удлинение при разрыве, $\epsilon$ , %	ПТР, г/10 мин.
СВМПЭ	0,934	57,7±0,6	711±40	21,6±0,6	42,9±3,1	485±28	→0
СВМПЭ+15 вес.% HDPE-g-SMA+15 вес.% PP	0,941	57,2±0,6	840±16	24±0,4	22,8±0,9	212±48	1,87

цептура и оптимальное содержание пластифицирующих наполнителей для СВМПЭ (рис. 1). На основании этих данных далее был выбран и исследован композит состава «СВМПЭ+15 вес.% HDPE-g-SMA+15 вес.% PP» и получены свойства, которые представлены в таблице 1.

Экспериментально проведена проверка предложенной рецептуры трехкомпонентного

полимер-полимерного композита с требуемыми основными характеристиками композита «СВМПЭ+15 вес.% HDPE-g-SMA+15 вес.% PP» для использования его в FDM-технологии (послойной экструзионной печати) получения изделий для узлов трения, работающих в различных условиях эксплуатации.

### Список литературы

1. Raissa Araujo Borges, Dipankar Choudhury, Min Zou. // *Tribology International*, 2018.– 122.– P.1–7.
2. Panin S.V., Kornienko L.A., Alexenko V.O., Buslovich D.G., and Dontsov Yu.V. // *AIP Conf. Proc.*, 2017.– 1915.– P.020005-1–020005-5.
3. Анохина Н.Ю., Матолыгина Н.Ю., Люкшин Б.А., Люкшин П.А. // *Механика композиционных материалов и конструкций*, 2009.– Т.15.– №4.– С.600–609.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАРИЙДОНИЕВЫХ СОЛЕЙ В ФОТОПОЛИМЕРИЗАЦИИ N-ВИНИЛКАРБАЗОЛА

Р.А. Быков, Ж. Сыдык

Научный руководитель – к.х.н., старший преподаватель А.А. Троян

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, tr.barotan@yandex.ru

Производные поливалентного йода зарекомендовали себя достаточно эффективными реагентами. Особое внимание привлекают диарийодониевые соли, которые помимо своих известных химических свойств, способны выполнять роль фотоинициаторов в реакциях фотополимеризации [1]. В последнее время фотополимеризация широко используется и встречается во многих сферах жизни. Полимеризация с использованием УФ-источников облучения позволяет проводить процессы при комнатной температуре, системы не требуют создания инертной среды, возможно проведение процессов без применения растворителей, а как следствие отсутствие выделения летучих органических соединений, использование удобных и возобновляемых источников света (светодиоды, бытовые лампы, солнце) [2].

Одной из наиболее перспективных направлений в последние годы является разработка фотоинициаторов на основе солей диарийодония. Свойства, такие как термическая стабильность и неактивность в отношении полимеризуемых мономеров при температуре окружающей среды, делают эти соли особенно подходящими для применения в качестве инициаторов фотополимеризаций и фотоотверждаемых композиций [3].

Целью данной работы исследование диарийодониевых солей (ДИАС) в качестве инициаторов для фотополимеризации N-винилкарбазола (ВК). Выбор мономера обусловлен тем, что ВК обладает высокой реакционной способностью в катионной полимеризации под действием различных инициаторов [4, 5].

Иницированную фотополимеризацию ВК проводили с использованием ультрафиолетового облучения ( $\lambda=230-300$  нм) при начальных концентрациях инициатора и мономера 0,02 моль/л и 0,5 моль/л, соответственно. В качестве растворителя использовали хлороформ.

Установлено, что реакция фотополимеризации

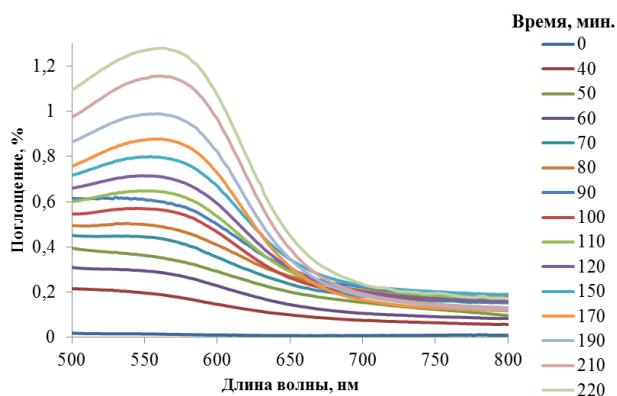


Рис. 1. Спектры поглощения комплекса ВК-ДИАС в течение времени облучения