

ical modifications of starch for renewable polymeric materials. *Materials Today Sustainability Volumes 7–8*, March 2020, 100028. <https://doi.org/10.1016/j.mtsust.2019.100028>.

4. Композиція антибактеріальної біодеградуваної плівки: пат 110866 Україна. № 2016 03669; заявл. 06.04.2016; опубл. 25.10.2016, Бюл. № 20. 4 с.

5. Толстов А.Л., Маланчук О.Н., Бей И.Н., Климчук Д.А. Получение и свойства антибактериальных полимерных композитов на основе поливинилового спирта и наночастиц серебра. / А.Л Толстов. *Полімер. журн.* 2013. Т. 35, № 4. С. 343–349.

УДК 678

А.Н. Ибатуллин, асп.;

Р.М. Хузаханов, д-р техн. наук, проф. (КНИТУ, г. Казань)

### **ДИСПЕРГИРОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИ НЕСОВМЕСТИМЫХ ПОЛИМЕРОВ МЕТОДОМ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ФЛЮИДНОГО АНТИРАСТВОРИТЕЛЯ**

Несмотря на большой ассортимент, представленных на рынке синтетических полимеров, сохраняется потребность в новых материалах. В основном полимерные композиционные материалы получают смешением компонентов в расплаве. Однако этот способ не является единственным. В отличие от традиционных методов смешения, технологии, основанные на использовании сверхкритических флюидных сред, позволяют получать более однородные частицы с физико-химическими свойствами, размерами и морфологией, высокочувствительными к изменениям режимных параметров осуществления процессов [1–3].

Сверхкритические флюидные среды могут быть использованы как в качестве растворителя (метод RESS), так и в роли антирастворителя или осадителя (методы SAS, GAS, SEDS, ASES). Из ранее проведенных исследований было выявлено, что наиболее предпочтительным методом диспергирования полимерных композиционных материалов является метод SEDS [4]. Следует отметить, что данный метод является экологически безопасным, так как органический растворитель, используемый для растворения смеси полимеров, после диспергирования собирается в сепараторе и используется повторно.

Смесь поликарбоната (ПК) и сополимера этилена и винилацетата (СЭВА) не производится промышленностью. В нашем исследовании мы планировали получить материал, обладающий свойствами обоих компонентов: СЭВА обладает хорошей адгезией к различным

материалам, высокой морозостойкостью, но имеет не высокие прочностные характеристики и низкую теплостойкость. ПК же в свою очередь является полимером с высокими физико-механическими свойствами и хорошей термостойкостью, но имеет плохую адгезию.

В настоящей работе было исследовано влияние режимных параметров ведения процесса диспергирования в сверхкритическом CO<sub>2</sub> на термодинамические и физико-механические свойства полимерных смесей СЭВА-113/ПК-010U. В качестве органических растворителей были выбраны толуол и дихлорметан.

В ходе исследования были получены смеси полимеров с различными соотношениями компонентов, методом SEDS и традиционным методом смешения в роторном смесителе. Диспергирование смесей полимеров по методу SEDS проводилось при различных режимных параметрах осуществления процесса.

Анализ диаграмм «плавление-кристаллизация-плавление» образцов, позволяет заключить, что во всех приведенных случаях диспергирования смесей полимеров в рамках метода SEDS удельная теплота плавления превышает теплоту плавления смесей, полученных смешением в расплаве в среднем в 2 раза. Также можно констатировать, что смешение в рамках метода SEDS приводит к увеличению степени кристалличности и соответственно к совершенствованию структуры полимерной матрицы, что отражается и на физико-механических свойствах смесей полимеров.

Физико-механические показатели исследуемых смесей показывают, что в каждом втором из исследованных случаев физико-механические показатели композиций, полученных смешением в рамках метода SEDS, превышают показатели смесей, полученных смешением в расплаве.

Таким образом, разработанный материал обладает более универсальными свойствами с возможностью его использования в автомобильной и других областях промышленности. В задаче смешения данных полимеров традиционный способ не является единственно возможным и самым совершенным, а использование метода сверхкритического флюидного антирастворителя позволяет получить новый композитный материал с улучшенными свойствами.

*Работа поддержана Российским научным фондом, проект № 19-73-10029*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ф.М. Гумеров, А.Н. Сабирзянов, Г.И. Гуменова. Суб- и сверхкритические флюиды в процессах переработки полимеров. Казань. Изд. «ФЭН». 2000, 328 С.; 2-ое изд. 2007, 336 С.

2. Гильмутдинов И.М., Хайрутдинов В.Ф. и др. Диспергирование полимерных материалов с использованием сверхкритических флюидных сред // СКФ ТП. 2009. №3, С. 25-38

3. Хайрутдинов В.Ф., Габитов Ф.Р. и др. Термодинамические основы процесса диспергирования поликарбоната с использованием метода SAS//СКФ-ТП. 2011. Т.6. №3, С. 62-78.

4. Гумеров Ф.М., Лунин В.В., и др. Метод сверхкритического флюидного антирастворителя. Некоторые приложения: Монография – Казань. Изд.-во Академия наук РТ, 2018. – 292с.

5. W.D. Callister, D.G. Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering: An Integrated Approach, 5th Edition. Wiley, 2016, 960 P.

УДК 678.046

Е.А. Иглина, магистрант; Н.И. Гараев, магистрант;  
Р.А. Антипов, магистрант (КНИТУ, г. Казань)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГРАФИТА НА УПРУГОПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА РЕЗИН**

Напорные рукава эксплуатируются в экстремальных условиях, в условиях перепада температур они должны сохранять свои характеристики и не деформироваться. Наполнители изменяют механические свойства резин, облегчают переработку резиновых смесей, снижают стоимость изделия [1-4]. Наполнители делятся на две группы по степени влияния на механические свойства резин – активные, или усиливающие, и неактивные, или инертные наполнители. К усиливающим наполнителям относятся различные марки технического углерода (ТУ), коллоидные диоксиды кремния, продукты лесохимии. К неактивным наполнителям относятся каолин, графит.

С целью удешевления напорных рукавов нами была проведена замена наполнителя технического углерода марки П-803 в составе резиновых смесей на 30% и 50 % графита. Искусственный графит находит свое применение при производстве алмазов, рукавов высокого давления, других специальных изделий. Он имеет одну важную особенность – высокую температуру сублимации, даже при температуре 4000К остается твердым и не меняет свои первоначальные химико-физические свойства. Графит ГЛ-1 – графит кристаллический литейный (ГОСТ 5279-74), получаемый из графитовых руд и отходов металлургического и других производств, с содержанием серы 0,5 и 1,5 мас.%. Рецептура резиновых смесей, при замене на 30% графита приведена в таблице 1.