

УДК 547.458.61

## ПОЛУЧЕНИЕ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КУКУРУЗНОГО КРАХМАЛА И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ

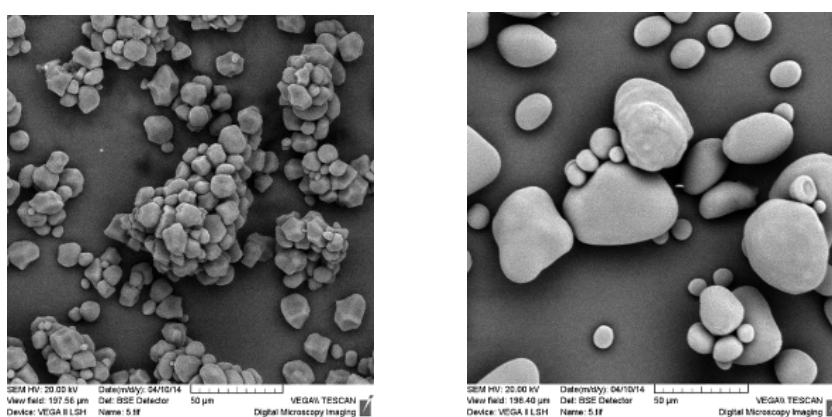
О. В. Давыдова<sup>1</sup>, Н. Е. Дробышевская<sup>1</sup>, Е. Н. Подденежный<sup>1</sup>,  
А. А. Бойко<sup>1</sup>, В. М. Шаповалов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

<sup>2</sup>Государственное научное учреждение «Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого НАН Беларуси», г. Гомель

В настоящее время разработка и создание композиционных полимерных материалов (КПМ) – одно из наиболее перспективных направлений современного полимерного материаловедения [1]. Особым интересом в последнее время пользуются биоразлагаемые и биокompостируемые пластики и композиционные материалы, которые после их использования в особых условиях распадаются на безопасные для окружающей среды компоненты. В отличие от большинства пластмасс, биоразлагаемые полимеры могут расщепляться в условиях окружающей среды с помощью микроорганизмов, таких как бактерии или грибки. Полимер, как правило, считается полностью биоразлагаемым, если вся его масса разлагается в почве или воде за период в шесть месяцев.

Одними из первых биополимеров были получены материалы на основе крахмала из различных видов растительного сырья-картофеля, кукурузы, пшеницы, риса. Крахмал – полисахарид, накапливаемый в процессе жизнедеятельности растений в их клубнях, семенах, стеблях и листьях. Основными источниками для его промышленного производства являются картофель, рис, пшеница, кукуруза. В растениях крахмал присутствует в виде гранул, диаметр которых колеблется от 5 до 100 мкм (рис. 1).



а)

б)

Рис. 1. СЭМ-изображение гранул кукурузного (а) и картофельного (б) крахмала (увеличение одинаковое)

В НИЛ технической керамики и наноматериалов ГГТУ им. П. О. Сухого совместно с сотрудниками Института механики металлополимерных систем имени В. А. Белого

НАН Беларуси (г. Гомель) проводятся работы по созданию и исследованию композиционных материалов на основе пищевых крахмалов и синтетических полимеров, изучаются новые совмещающие агенты (компатибилизаторы) и пластификаторы [2].

Для получения экспериментальных образцов биоразлагаемых материалов на основе термопластифицированного кукурузного крахмала, гранулированного и порошкообразного полипропилена были использованы следующие реагенты и сырье: крахмал кукурузный пищевой (нативный); сорбитол; этиленгликоль – биоразлагаемый пластификатор; полипропилен порошкообразный, размер зерна 0,3–0,5 мм; полипропилен гранулированный белый; полиэтилен высокого давления ПЭВД (низкоплотный); малеиновый ангидрид.

В качестве наполнителей применяли диоксид титана  $TiO_2$ , активированный уголь, белый ПП.

Для приготовления исходной смеси крахмала с синтетическими полимерами использовали «холодное» смешивание в высокоскоростном блендере с добавлением лубрикантов – полиэтиленового воска и растительных масел. Полученная смесь после перемешивания поступает в двухшнековый экструдер TSK-35/40 (PRC) для гомогенизации. Температура расплава на выходе из головки экструдера с цилиндрическим отверстием  $D = 5$  мм составляет 150–170 °С. Полученные жгуты охлаждают потоком холодного воздуха и разрезают на гранулы размером 3–5 мм. Из полученных гранул методом плоскощелевой экструзии при температуре 150–170 °С изготавливают пленку или лист (рис. 2).



*Рис. 2. Фотографии гранулированного материала (1) и ленты (2), полученной на основе кукурузного крахмала, сорбитола, белого полипропилена, с использованием компатибилизатора-малеинового ангидрида*

Испытания на прочность и относительное удлинение проводили на разрывной машине РМИ 5 на образцах биоразлагаемого материала, вырезанных из образцов, полученных с использованием кукурузного крахмала и сорбитола, используемого в качестве основного пластификатора. Испытания проводили при комнатной температуре.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Разработаны составы экспериментальных образцов биоразлагаемых полимеров на основе кукурузного крахмала и пластификаторов – сорбитола, этиленгликоля, в смеси с различными синтетическими полимерами и минеральными наполнителями.

2. Разработана методика изготовления экспериментальных образцов в форме гранул и ленты с использованием сухих смесей крахмала с полимерами с добавлением пластификаторов и лубрикантов.

3. Проведены испытания физико-механических характеристик полученных образцов на предел прочности на разрыв и относительное удлинение. Испытания пока-

## **Секция 2. Современные материалы, наноматериалы в машиностроении 133**

зали, что полученные материалы по физико-механическим характеристикам находятся на уровне коммерческих композиционных пластиков на основе смесей кукурузного крахмала и полиолефинов (полиэтилена, полипропилена).

4. Биопластик на основе крахмала, сорбитола, этиленгликоля, малеинового ангидрида и полипропилена с добавлением полиэтилена низкой плотности ПЭВД показал наилучшие результаты: прочность на растяжение – 19,0 МПа, относительное удлинение – 250 %.

### **Л и т е р а т у р а**

1. Полимерные композиционные материалы: прочность и технология / С. Л. Баженов [и др.]. – Долгопрудный : Интеллект, 2010. – 347 с.
2. Биоразлагаемые пластики на основе термопластифицированного крахмала и органических наполнителей / О. В. Урецкая [и др.] // Химия для биологии, медицины, экологии и сельского хозяйства : Междунар. симпозиум ISCHEM 2015, С.-Петербург, 24–26 нояб. 2015 г. / Ин-т химии силикатов им. И. В. Гребенщикова РАН. – СПб., 2015. – С. 218.