

УДК 678.5

БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
НА ОСНОВЕ КОМПОНЕНТОВ  
ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ СЫРЬЯ

Н. С. ВИНДИКТОВА, В. М. ШАПОВАЛОВ, О. В. КОНАКОВА

Институт механики металлополимерных систем  
имени В. А. Белого НАН Беларуси  
Гомель, Беларусь

Развитие химических технологий позволило получать дешевые полимерные материалы из продуктов нефтепереработки, которые завоевали популярность благодаря технологичности, биохимической инертности, своим высоким эксплуатационным характеристикам. Синтетические полимерные материалы получили настолько широкое применение, что стали причиной экологической проблемы, состоящей в росте количества полимерных отходов, которые не разлагаются в течение десятков лет. Масштабы этой проблемы потребовали вмешательства на государственном уровне. В 2020 г. был принят Указ Президента Республики Беларусь «О совершенствовании порядка обращения с отходами товаров и упаковки», а также определен план поэтапного снижения использования полимерной упаковки с ее замещением на экологически безопасную. Несмотря на то, что в мире насчитывается более 100 видов различных биоразлагаемых полимеров, сдерживающим фактором их широкого применения является высокая стоимость. Одним из способов решения данной проблемы является разработка и использование биоразлагаемых материалов на основе возобновляемого природного сырья [1–3].

В рамках развития принципов создания биоутилизируемых материалов основывались на возможности использования преимущественно отечественных компонентов. В рамках научно-исследовательских работ были отработаны составы и технологические схемы получения биоразлагаемых композиционных материалов (КМ). Нами предложены два вида материалов: на основе синтезированного биоразлагаемого материала полилактида и на основе органического материала животного происхождения казеина. Полилактид (ПЛА) – биоразлагаемый материал импортного производства, стоимость которого варьируется от 6 долл. США. С целью удешевления биоразлагаемых композиций в качестве наполнителей использовали компоненты из вторичных природных ресурсов. Перспективным сырьем для таких наполнителей являются отходы переработки сельскохозяйственной продукции (гречневая лузга) и деревопереработки (древесная мука – ДМ).

Композиции на основе ПЛА содержали растительный наполнитель в количестве от 40 мас. % до 80 мас. %. Образцы заготовок получали путем смешивания компонентов на двухшнековом экструдере с последующим формованием листовых заготовок на вальцах. Из полученных заготовок методом горячего прессования получали экспериментальные образцы изделий – прототипов одноразовой посуды (тарелка).

Для создания биоразлагаемого КМ на основе казеина и растительных наполнителей подобраны технологические компоненты – гидроксид кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и кислота лимонная (КЛ), способствующие получению коллоидного раствора связующего. Отработана технологическая схема получения в лабораторных условиях связующего на основе казеина. Преимущество композиций на основе казеина – отсутствие необходимости применения повышенных температур при переработке. При использовании в качестве технологического компонента КЛ получали водорастворимую композицию, при использовании  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  – водонерастворимую. Полученный КМ формуют в изделие с помощью пресс-формы. Сформованное изделие сушат. Образцы материалов подвергали испытаниям на водопоглощение и биоразложение. Испытания на водопоглощение показали, что КМ на основе ПЛА, наполненного растительными компонентами, по своим характеристикам сопоставим с ненаполненными образцами. Экспериментально установлено, что водопоглощение образцов состава казеин/ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /ДМ зависит, во-первых, от свойств самого связующего и, во-вторых, от дисперсности наполнителя.

Проведены экспериментальные испытания КМ на устойчивость к биоразложению в лабораторных и естественных природных условиях путем гравиметрического измерения массы образцов и визуальной оценки. Установлено, что после 6 месяцев испытаний наиболее подверженными биоповреждению являются образцы на основе ПЛА с содержанием наполнителей более 60 мас. %: отмечены участки активного роста плесени, а также обнаружено снижение массы образцов в естественных условиях до 14 %, в то время как масса образцов из ПЛА без наполнения практически не изменяется. Образцы КМ на основе казеина в течение 9 месяцев теряют до 50 %.

На рецептуры биоразлагаемых КМ подана патентная заявка и получен патент РБ № 24713. Предполагаемая область применения разработки – изготовление одноразовой посуды, тары и упаковки.

*Работы выполнены в рамках программы ГПНИ «Материаловедение, новые материалы и технологии», подпрограмма «Многофункциональные и композиционные материалы» задание 4.2.2.*

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Упаковка пищевых продуктов: материалы, технологии, экология : монография / И. Ю. Ухарцева, В. А. Гольдаде, Е. А. Цветкова, В. М. Шаповалов ; под ред. В. А. Гольдаде. – Мн. : Бел. наука, 2023. – 286 с.
2. Биоразлагаемые пластики на основе растительного сырья: разновидности, свойства, области применения (Обзор) / В. М. Шаповалов, Н. С. Винидиктова, М. А. Коваленко, О. В. Конакова // Полимерные материалы и технологии. – 2024. – Т. 10, № 2. – С. 6–19.
3. **Винидиктова, Н. С.** Технологические аспекты формирования биоразлагаемых композиций на основе возобновляемого сырья / Н. С. Винидиктова // Полимерные материалы и технологии. – 2025. – Т. 11, № 4. – С. 55–63.