

DOI: 10.32864/polymmattech-2025-11-4-55-63

УДК 678.5

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО СЫРЬЯ

Н. С. ВИНДИКТОВА<sup>+</sup>

Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого НАН Беларуси, ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь

*В настоящее время мировое сообщество стремится снизить использование полимерных материалов из нефтепродуктов и заменить их на биоразлагаемые. Биоразлагаемые полимеры разрушаются в окружающей среде не только под воздействием внешних физических факторов, но и под действием микроорганизмов. Номенклатура биоразлагаемых полимеров и композиций на их основе довольно обширна, но проблема разработки новых видов остается актуальной. Цель работы — разработать и исследовать биоразлагаемые композиционные материалы на основе компонентов из возобновляемых источников сырья.*

*В работе исследована возможность получения и переработки на стандартном технологическом оборудовании композитов на основе компонентов из возобновляемых источников сырья, в частности: полилактида с высоким содержанием наполнителя из вторичных сырьевых ресурсов крупноперерабатывающей (гречневая лузга) и деревообрабатывающей (древесная мука) промышленности. Изучены эксплуатационные свойства разработанных композиционных материалов на примере водопоглощения. Отмечено, что разработанный композиционный материал устойчив к водопоглощению — изменение массы образцов в течение первого часа испытаний до 2,0–2,5%. При испытаниях разработанных материалов на биоразложение на образцах отмечен активный рост микроорганизмов, что свидетельствует о более интенсивном процессе биоразложения под воздействием микроорганизмов. При лабораторных испытаниях в условиях, имитирующих интенсивный аэробный процесс компостирования установлено, что полное разложение материала происходит за период до 5 месяцев. Из разработанного материала изготовлены образцы формоустойчивых изделий.*

**Ключевые слова:** биоразложение, вторичные сырьевые ресурсы, технология получения, возобновляемое сырье.

---

<sup>+</sup>Автор для переписки. E-mail: vns\_ins@mail.ru

**Для цитирования:**

Виндиктова Н. С. Технологические аспекты формирования биоразлагаемых композиций на основе возобновляемого сырья // Полимерные материалы и технологии. 2025. Т. 11, № 4. С. 55–63. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2025-11-4-55-63>

---

<sup>+</sup>Author for correspondence. E-mail: vns\_ins@mail.ru

**For citation:**

Vinidiktova N. S. Technological aspects of forming biodegradable compositions based on renewable raw materials. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2025, vol. 11, no. 4, pp. 55–63. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2025-11-4-55-63>

## TECHNOLOGICAL ASPECTS OF FORMING BIODEGRADABLE COMPOSITIONS BASED ON RENEWABLE RAW MATERIALS

N. S. VINIDIKTOVA

V. A. Belyi Metal-Polymer Research Institute of National Academy of Sciences of Belarus, Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus

*Currently, the global community is striving to reduce the use of polymer materials made from petroleum products and replace them with biodegradable materials. Biodegradable polymers destroyed in the environment not only by external physical factors, but also by microorganisms. The range of biodegradable polymers and their compositions is quite extensive, but the problem of developing new types remains relevant. The aim of this work: is to develop and investigate biodegradable composite materials based on renewable raw materials.*

*The work investigated the possibility of obtaining and processing composites based on components from renewable sources of raw materials using standard technological equipment, in particular: polylactide (PLA) with a high content of filler from secondary raw materials of the cereal processing (buckwheat husks (BH)) and woodworking (wood flour (WF)) industries. Petroleum jelly oil (PJO) was used as a plasticizer. The operational properties of the developed composite materials were studied using the example of water absorption. It has been noted that the developed composite material is resistant to water absorption, with a mass change of up to 2.0–2.5% during the first hour of testing. During the biodegradation tests of the developed materials, active growth of microorganisms was observed on the samples, which indicates a more intensive biodegradation process under the influence of microorganisms. During laboratory tests under conditions simulating an intensive aerobic composting process, it was found that the material completely decomposes within a period of up to 5 months. Samples of mold-resistant products have been made from the developed material.*

**Keywords:** biodegradation, secondary raw materials, production technology, renewable raw materials.

Поступила в редакцию 26.09.2025

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в [редакцию журнала](#)  
Full text of articles can be purchased from the editorial office

Адрес редакции: ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь  
Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

Address: Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus  
Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11

E-mail: [polmattex@gmail.com](mailto:polmattex@gmail.com)  
Web: <http://mpri.org.by/izdaniya/pmt/>

### Литература

1. Касьянов Г. И. Биоразрушаемая упаковка для пищевых продуктов // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2015. Т. 1, № 1. С. 112–119.
2. Ухарцева И. Ю., Гольдаде В. А., Цветкова Е. А., Шаповалов В. М. Упаковка пищевых продуктов: материалы, технологии, экология : монография / под. ред. В. А. Гольдаде. Минск : Беларуская навука, 2023. 286 с.
3. Савицкая Т. А. Биоразлагаемые композиты на основе природных полисахаридов : учебное пособие. Минск : БГУ, 2018. 207 с.
4. Все о биоразлагаемых пластиках. Мировой рынок биополимеров 2019 // Инжиниринговый химико-технологический центр. 2020 [Электронный ресурс]. URL: <https://ect-center.com/mediacenter/vse-o-biorazlagaemykh-plastikakh-mirovoy-rynok-biopoliomerov-2019> (дата обращения: 23.10.2025).
5. Шаповалов В. М., Винидиктова Н. С., Коваленко М. А., Конакова О. В. Биоразлагаемые пластики на основе растительного сырья: разновидности, свойства, области применения (обзор) // Полимерные материалы и технологии. 2024. Т. 10. № 2. С. 6–19.
6. Ухарцева И. Ю., Цветкова Е. А., Гольдаде В. А., Шаповалов В. М. Утилизация упаковочных материалов как основа экологической безопасности: биоразлагаемые и съедобные материалы // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 6: Тэхніка. 2022. Т. 12, № 1. С. 74–89.
7. Биоразлагаемые полимерные смеси и композиты из возобновляемых источников : пер. с англ. / ред. Лонг Ю. СПб. : Научные основы и технологии, 2013. 464 с.
8. Pallvi, Himanshu Gupta. Renewable Composites for Sustainable and ECO-Friendly Solutions. Composite Materials, 2025, vol. 9, no. 2, pp. 53–64. doi:10.11648/j.cm.20250902.11

9. Behrooz Maleki, Pouya Ghamari Kargar, Samaneh Sedigh Ashrafi. Biobased Composites: A Sustainable Pathway for Modern Applications. Chapter in «Cellulose». – Biobased Solutions for Society. 2025. doi: 10.5772/intechopen.1009464.
10. Biobased composites from agro-industrial wastes and by-products. Florencia Ortega, Florencia Versino, Olivia Valeria López, María Alejandra García. *Emergent Mater.* 2021, 5(3), pp. 873–921. doi: 10.1007/s42247-021-00319-x.
11. Patent 1996014361 WO, IPC C 08L 89/06, 97/02, C 08J 9/30, B 65D 65/46. Biodegradable material for making a variety of articles / Guy Heusquin, Eric Parate; appl. 3.11.1994; publ. 27.10.1995.
12. Patent 19855283A1 DE, IPC C 08L 89/00 – C 08 L97/00. Compostable shaped articles, e.g. plant trays or pots, obtained by molding aqueous mixture containing protein, vegetable fibers, minerals and nutrients / W. Hartung, D. Schmetsdorf. *Appl.* 24.11.98; publ. 25.05.2000.
13. Патент 2669865 РФ. МПК C 08L 3/02, C 08L 29/04, C 08K 3/00, C 08K 5/05, C 08L 101/16. Композиция для получения биоразлагаемого полимерного материала и биоразлагаемый полимерный материал на её основе / Малинкина О. Н., Папкина В. Ю., Шиповская А. Б.; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского». N 2017136410; заявл. 16.10.2017; опубл. 16.10.2018.
14. PLA – революция в сфере экопосуды // *Ekofriend: производитель экологически чистой упаковки.* 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://ekofriend.com/articles/ekoposuda/pla-revolyuciya-v-sfere-ekoposudy> (дата обращения: 20.05.2024).
15. Yoon J. PLA Eco-Friendly 3D printing Filament // *To Buy a 3D Printer.* 2014 [Электронный ресурс]. URL: <https://tobuya3dprinter.com/pla-eco-friendly-3d-printingfilament/> (дата обращения: 03.10.2023).
16. Баранов А. В. Производство древесной муки // *Оборудование и инструмент для профессионалов. Деревообработка.* 2019. № 4. С. 54–57.
17. Шаповалов В. М., Барсуков В. Г., Купчинов Б. И. Технология переработки высоконаполненных композитов / под общ. ред. Ю. М. Плескачевского. Гомель : ИММС НАНБ, 2000. 260 с.
18. Трояновская Т. В «Белэнерго» и Минлесхозе оценили ущерб от урагана // *Агентство «Минск-Новости».* 23.07.2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://minsknews.by/tysyachi-kilometrov-i-gektarov-v-belenergo-i-minleshoze-podschitali-ushherb-ot-uragana> (дата обращения: 10.10.2025).
19. Бирман А. Р., Локштанов Б. М., Орлов В. В., Гусева Т. А., Иванов В. А., Пузанова О. А. Технология производства древесной муки из низкокачественной древесины // *Системы. Методы. Технологии.* 2024. № 1 (61). С. 178–184. doi: 10.18324/2077-5415-2024-1-178-184
20. Клинецвич В. Н., Флорик Е. А. Способы использования лузги и гречихи посевой (обзор) // *Труды БГТУ. Серия 2. Химические технологии, биотехнология, геоэкология.* 2020. № 1 (229). С. 68–81.
21. Каминский В. Д., Карунский А. Й., Бабич М. Б. Гречневая лузга как кормовая добавка // *Хранение и переработка зерна.* 2000. № 5. С. 42–43.
22. Патент 24713 РБ, МПК C 08L 101/16, C 08G 63/08, C 08L 97/02, B 29C 48/00. Биоразлагаемая композиция на основе возобновляемого сырья и способ ее приготовления / Винидиктова Н. С., Коваленко М. А., Шаповалов В. М., Цветкова Е. А., Конакова О. В., Гольдаде В. А., Зотов С. В.; заявитель и патентообладатель ИММС НАН Беларуси. N a20240030; заявл. 19.02.2024; опубл. 20.09.2025.

## References

1. Kas'yanov G. I. Biorazrushaemaya upakovka dlya pishchevykh produktov [Biodegradable packaging for food products]. *Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii* [Bulletin of Science and Education in the North-West of Russia], 2015, vol. 1, no. 1, pp. 112–119.
2. Ukhartseva I. Yu., Gol'dade V. A., Tsvetkova E. A., Shapovalov V. M. *Upakovka pishchevykh produktov: materialy, tekhnologii, ekologiya* [Food packaging: materials, technologies, and ecology: a monograph]. Ed. V. A. Gol'dade. Minsk : Belaruskaya navuka Publ., 2023. 286 p.
3. Savitskaya T. A. *Biorazlagaemye kompozity na osnove prirodnykh polisakharidov* [Biodegradable composites based on natural polysaccharides]. Minsk : BGU Publ., 2018. 207 p.
4. Vse o biorazlagaemykh plastikakh. Mirovoy rynek biopolimerov 2019 [All about biodegradable plastics. The global biopolymer market in 2019] (2020). Available at: <https://ect-center.com/mediacenter/vse-o-biorazlagaemykh-plastikakh-mirovoy-rynok-biopolimerov-2019> (accessed: 23.10.2025).
5. Shapovalov V. M., Vinidiktova N. S., Kovalenko M. A., Konakova O. V. Biorazlagaemye plastiki na osnove rastitel'nogo syr'ya: raznovidnosti, svoystva, oblasti primeneniya (obzor) [Biodegradable plastics based on plant raw materials: types, properties, and applications (review)]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer materials and technologies], 2024, vol. 10, no. 2, pp. 6–19.
6. Ukhartseva I. Yu., Tsvetkova E. A., Gol'dade V. A., Shapovalov V. M. Utilizatsiya upakovochnykh materialov kak osnova ekologicheskoy bezopasnosti: biorazlagaemye i s'edobnye materialy [Recycling of packaging materials as a basis for environmental safety: biodegradable and edible materials]. *Vestnik Grodzenskaya dzharzhaynaya universiteta imya Yanki Kupaly. Seryya 6: Tekhnika* [Bulletin of the Yanka Kupala Grodno State University. Series 6: Technology], 2022, vol. 12, no. 1, pp. 74–89.
7. *Biorazlagaemye polimernye smesi i kompozity iz vozobnovlyaemykh istochnikov* [Biodegradable polymer mixtures and composites from renewable sources]. Ed. Long Yu. Saint-Petersburg. : Nauchnye osnovy i tekhnologii Publ., 2013. 464 p.
8. Pallvi, Himanshu Gupta. Renewable Composites for Sustainable and ECO-Friendly Solutions. *Composite Materials*, 2025, vol. 9, no. 2, pp. 53–64. doi:10.11648/j.cm.20250902.11
9. Behrooz Maleki, Pouya Ghamari Kargar, Samaneh Sedigh Ashrafi. Biobased Composites: A Sustainable Pathway for Modern Applications. Chapter in «Cellulose». – Biobased Solutions for Society. 2025. doi: 10.5772/intechopen.1009464.
10. Biobased composites from agro-industrial wastes and by-products. Florencia Ortega, Florencia Versino, Olivia Valeria López, María Alejandra García. *Emergent Mater.* 2021, 5(3), pp. 873–921. doi: 10.1007/s42247-021-00319-x..
11. Heusquin G., Parate E. Biodegradable material for making a variety of articles. Patent WO, no. 1996014361, 1995.
12. Hartung W., Schmetsdorf D. Compostable shaped articles, e.g. plant trays or pots, obtained by molding aqueous mixture containing protein, vegetable fibers, minerals and nutrients. Patent DE, no. 19855283A1, 2000.
13. Malinkina O. N., Papkina V. Yu., Shipovskaya A. B. Kompozitsiya dlya polucheniya biorazlagaemogo polimernogo materiala i biorazlagaemyu polimernyy material na ee osnove [Composition for producing biodegradable polymer material and biodegradable polymer material based on it]. Patent RU, no. 2669865, 2018.
14. PLA – revolyutsiya v sfere ekoposudy [PLA – a revolution in eco-friendly tableware] (2024). Available at: <https://ekofriend.com/articles/ekoposuda/pla-revolyuciya-v-sfere-ekoposudy> (accessed 20.05.2024).
15. Yoon J. PLA Eco-Friendly 3D printing Filament (2014). Available at: <https://tobuya3dprinter.com/pla-eco-friendly-3d-printingfilament/> (accessed 03.10.2023).
16. Baranov A. V. Proizvodstvo drevesnoy muki [Production of wood flour]. *Oborudovanie i instrument dlya professionalov. Derevoobrabotka* [Equipment and tool for professionals. Woodworking], 2019, no. 4, pp. 54–57.
17. Shapovalov V. M., Barsukov V. G., Kupchinov B. I. *Tekhnologiya pererabotki vysokonapolnennykh kompozitov* [Technology for pro-

- cessing high-filled composites]. Gomel' : IMMS NANB Publ., 2000. 260 p.
18. Troyanovskaya T. V «Belenergo» i Minleskhoze otsenili ushcherb ot uragana [Belenergo and the Ministry of Forestry have assessed the damage caused by the hurricane] (2024). [Elektronnyy resurs]. Available at: <https://minsknews.by/tysyachi-kilometrov-i-gektarov-v-belenergo-i-minleshoze-podschitali-ushherb-ot-uragana> (accessed 10.10.2025).
  19. Birman A. R., Lokshtanov B. M., Orlov V. V., Guseva T. A., Ivanov V. A., Puzanova O. A. Tekhnologiya proizvodstva drevesnoy muki iz nizkokachestvennoy drevesiny [Technology for producing wood flour from low-quality wood]. Sistemy. Metody. Tekhnologii [The system. Methods. Technologies], 2024, no. 1 (61), pp. 178–184. doi: 10.18324/2077-5415-2024-1-178-184
  20. Klintsevich V. N., Flyurik E. A. Sposoby ispol'zovaniya luzgi i grechikhi posevnoy (obzor) [Methods of using hulls and buckwheat seeds]. Trudy BGTU. Seriya 2 [Proceedings of BSTU. Seriya 2], 2020, no. 1 (229), pp. 68–81.
  21. Kaminskiy V. D., Karunskiy A. Y., Babich M. B. Grechnevaya luzga kak kormovaya dobavka [Buckwheat husks as a feed additive]. Khranenie i pererabotka zerna [Grain storage and processing], 2000, no. 5, pp. 42–43.
  22. Vinidiktova N. S., Kovalenko M. A., Shapovalov V. M., Tsvetkova E. A., Konakova O. V., Gol'dade V. A., Zotov S. V Biorazlagaemaya kompozitsiya na osnove vozobnovlyаемого syr'ya i sposob ee prigotovleniya [Biodegradable composition based on renewable raw materials and method of its preparation]. Patent BY, no. 24713, 2025.
-