

## Методика прогнозирования качества порошковых материалов для 3D-печати

© Мокшина<sup>1,2\*+</sup> Надежда Яковлевна, Пахомова<sup>1</sup> Оксана Анатольевна,  
Андропов<sup>1</sup> Евгений Алексеевич, Закусилов<sup>2</sup> Вадим Павлович

<sup>1</sup> Кафедра химико-биологических дисциплин и фармакологии. Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина. ул. Коммунаров, 28. г. Елец. Липецкая обл., 399770. Россия.  
Тел.: +7 (47467) 2-21-93. E-mail: moksnad@mail.ru

<sup>2</sup> Кафедра физики и химии. Военный учебно-научный центр ВВС. Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина. ул. Старых Большевиков, 54а.  
г. Воронеж, 394064. Россия. Тел.: +7 (473) 226-60-13.

\*Ведущий направление; +Поддерживающий переписку

**Ключевые слова:** полиамид, 3D-печать, первичный и вторичный порошок, морфологический анализ.

### Аннотация

Для печати изделий на 3D-принтере применяются порошки, которые используются не полностью и могут добавляться к первичным расходным материалам в определенном соотношении. При этом через несколько циклов печати происходит деградация свойств смеси порошков, что приводит к браку при дальнейшей 3D-печати. Предотвращение брака до печати готовых изделий требует изучения технологических и физико-химических свойств первичного и вторичного порошков. Цель исследования – разработка методики повышения качества расходных материалов, применяемых для 3D-печати. Объект исследования – первичный и вторичный порошки на основе полиамида-12. Предмет исследования – изменения физико-химических и морфологических характеристик полимерных порошков в ходе 3D-печати. Методы исследования включали морфологический анализ, измерения насыпной плотности и показателя текучести расплава. В статье представлены результаты морфологического анализа, на основании которого изучены цифровые изображения первичного и вторичного порошков, оценены геометрические свойства частиц расходного материала, проведены измерения динамической вязкости и насыпной плотности порошков для доказательства укрупнения частиц вторичного порошка. Проведена оценка фракционного состава образцов порошков и установлено, что у вторичного порошка увеличилось количество мелких частиц и появились агломераты. Проведенные морфологические исследования и расчет технологических параметров показал, что оптимальное количество вторичного порошка в смеси составляет 60%. Укрупнение частиц вторичного порошка и их агломерация вызывают дефекты у изготовленных деталей.

### Выходные данные для цитирования русскоязычной печатной версии статьи:

Мокшина Н.Я., Пахомова О.А., Андропов Е.А., Закусилов В.П. Методика прогнозирования качества порошковых материалов для 3D-печати. *Бутлеровские сообщения*. 2025. Т.81. №1. С.45-50. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-81-1-45

### Выходные данные для цитирования русскоязычной электронной версии статьи:

Мокшина Н.Я., Пахомова О.А., Андропов Е.А., Закусилов В.П. Методика прогнозирования качества порошковых материалов для 3D-печати. *Бутлеровские сообщения А*. 2025. Т.10. №1. Id.6. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-81-1-45/ROI-jbc-RA/25-10-1-6

### The output for citing the English online version of the article:

Nadezhda Ya. Mokshina, Oxana A. Pakhomova, Evgeny A. Andropov, Vadim P. Zakusilov. Method of predicting the quality of powder materials for 3D printing. *Butlerov Communications A*. 2025. Vol.10. No.1. Id.6. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-81-1-45/ROI-jbc-A/25-10-1-6