

Научная статья

УДК 629.33

EDN PMHTAD

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0480-0-233-239>

**Использование аддитивных технологий для восстановления  
деталей сельскохозяйственной и автомобильной техники**

**Николай Александрович Акимов<sup>1</sup>**, специалист

**Александр Васильевич Лисицкий<sup>2</sup>**, ассистент

**Данил Сергеевич Соколов<sup>3</sup>**, ассистент

**Семён Сергеевич Ус<sup>4</sup>**, ассистент

**Евгений Евгеньевич Кузнецов<sup>5</sup>**, доктор технических наук, профессор

<sup>2, 3, 4, 5</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

<sup>2</sup> [lisitskiy2001@list.ru](mailto:lisitskiy2001@list.ru), <sup>3</sup> [dan2311dan@gmail.com](mailto:dan2311dan@gmail.com),

<sup>4</sup> [magusus@mai.ru](mailto:magusus@mai.ru), <sup>5</sup> [ji.tor@mail.ru](mailto:ji.tor@mail.ru)

**Аннотация.** В работе предлагается приборный комплекс, а также рассматривается технологический процесс 3D-печати. Данная технология отвечает всем требованиям и рекомендуется авторами к применению в условиях сельскохозяйственных предприятий для восстановления деталей машин.

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, полимеры, 3D-печать, сельскохозяйственная техника, автомобили, восстановление, работоспособность

**Для цитирования:** Акимов Н. А., Лисицкий А. В., Соколов Д. С., Ус С. С., Кузнецов Е. Е. Использование аддитивных технологий для восстановления деталей сельскохозяйственной и автомобильной техники // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 16–17 апреля 2025 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 233–239.

Original article

**The use of additive technologies for the restoration  
of agricultural and automotive machinery parts**

**Nikolay A. Akimov<sup>1</sup>**, Specialist

**Alexander V. Lisitsky<sup>2</sup>**, Assistant

**Danil S. Sokolov<sup>3</sup>**, Assistant

**Semyon S. Us<sup>4</sup>**, Assistant

**Evgeny E. Kuznetsov<sup>5</sup>**, Doctor of Technical Sciences, Professor

<sup>2, 3, 4, 5</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

<sup>2</sup> [lisitskiy2001@list.ru](mailto:lisitskiy2001@list.ru), <sup>3</sup> [dan2311dan@gmail.com](mailto:dan2311dan@gmail.com),

<sup>4</sup> [magusus@mai.ru](mailto:magusus@mai.ru), <sup>5</sup> [ji.tor@mail.ru](mailto:ji.tor@mail.ru)

**Abstract.** The paper proposes an instrument complex, as well as considers the technological process of 3D printing. This technology meets all the requirements and is recommended by the authors for use in agricultural enterprises for the restoration of machine parts.

**Keywords:** additive technologies, polymers, 3D printing, agricultural machinery, automobiles, restoration, operability

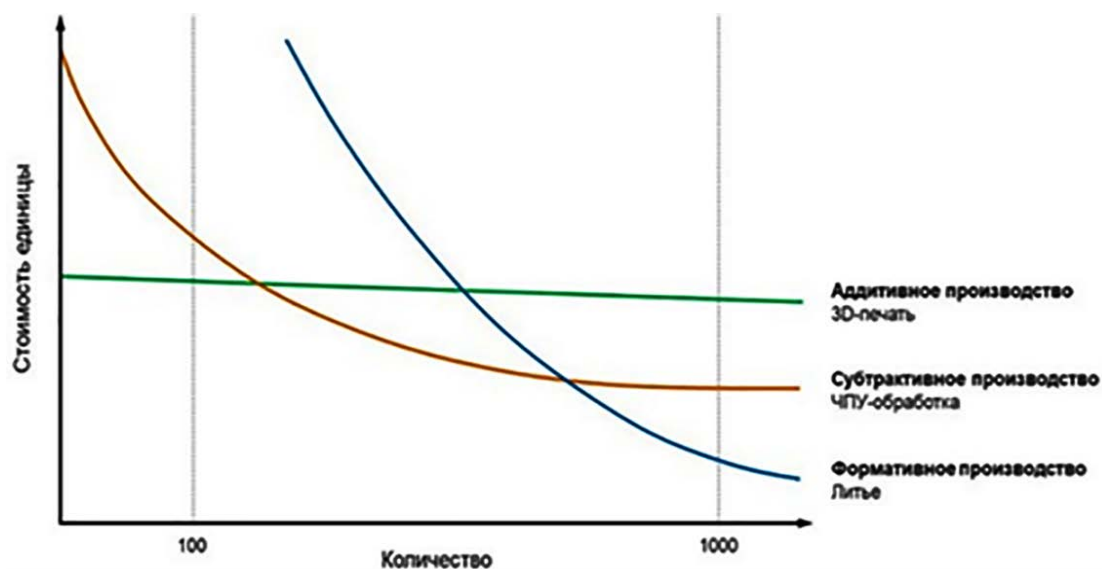
**For citation:** Akimov N. A., Lisitsky A. V., Sokolov D. S., Us S. S., Kuznetsov E. E. The use of additive technologies for the restoration of agricultural and automotive machinery parts. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 233–239), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

Современные сельскохозяйственные машины все чаще используют полимерные материалы. Они превосходят металлические аналоги по химической устойчивости, прочности, технологичности переработки и экономичности [1].

В машиностроении из-за износа полимерных компонентов требуется оперативная замена. В некоторых условиях 3D-печать оказывается единственным решением для восстановления работоспособности объектов [2].

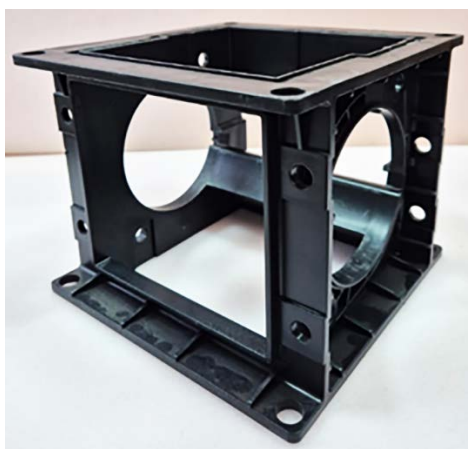
Анализ конструкций полимерных деталей для сельскохозяйственной и автомобильной техники показывает разнообразие геометрических параметров и размеров, а также широкий ассортимент материалов. Это требует различных технологий производства. Ключевые факторы выбора технологии – объем производства, пространственные характеристики и сложность изделия [3].

Оптимизация производственного метода требует комплексной оценки себестоимости оснастки и оборудования, влияющих на конечную стоимость продукции. Точка безубыточности, как показано на рисунке 1, подтверждает экономическую целесообразность аддитивных методов для мелкосерийного и единичного производства.



**Рисунок 1 – Схема изменения стоимости изготовления деталей методами аддитивных технологий в зависимости от объема партии**

Приведем производственный пример и рассмотрим процесс изготовления корпуса дозатора HORSCH PP (рис. 2).



**Рисунок 2 – Корпус дозатора HORSCH PP**

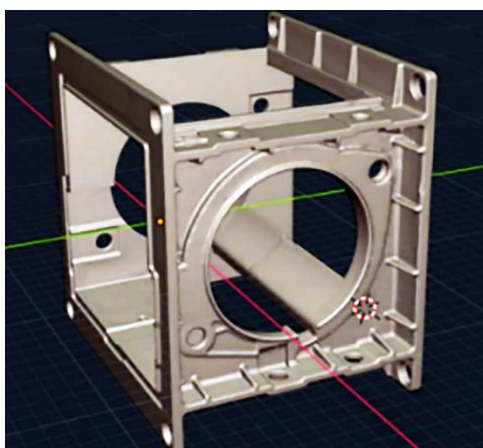
Изготовление начинается с подготовки образца: очистка от загрязнений и матирование для лучшего сканирования. Затем используется сканер Range Vision Spectrum (рис. 3). После создания цифровой 3D-модели (рис. 4) требуется ее редактирование с целью устранения неточностей и расхождений с образцом, возникших в процессе сканирования.

Пространственную геометрию корректируют с помощью Blender или Компас-3D. Выбор конкретного инструмента зависит от уровня пользователя

и сложности правок.



**Рисунок 3 – 3D-сканер Range Vision Spectrum**



**Рисунок 4 – 3D-модель корпуса дозатора HORSCH PP**

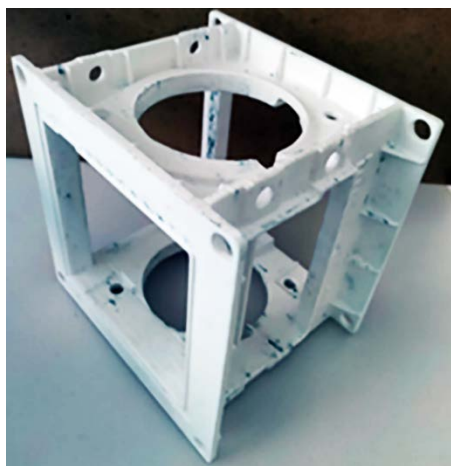
После редактирования модель нужно экспортировать в G-код (.gcode) для 3D-печати. Большинство принтеров поддерживают этот формат. Для преобразования STL в G-код используют слайсеры (например, Ultimaker Cura или слайсеры от производителей принтеров, такие как CreateBot).

Заключительный этап включает загрузку подготовленного файла в печатающее устройство и настройку параметров печати в соответствии с требованиями технологического процесса. В связи с большими габаритами корпуса изделия использовался 3D-принтер CreatBot PEEK-300 (рис. 5).

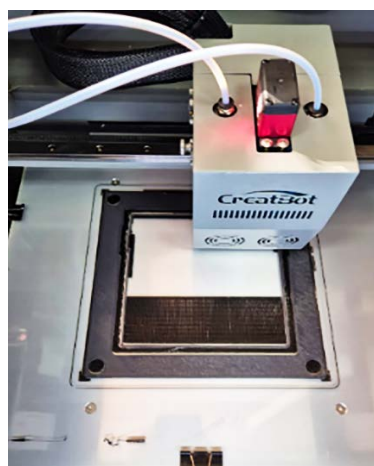


**Рисунок 5 – 3D-принтер CreatBot PEEK-300**

В рамках экспериментальной части исследования для изготовления тестового образца применен более доступный материал – PLA-пластик. Печать опытного образца проводилась для проверки геометрических параметров изделия, включая расположение отверстий, точность сопряжения поверхностей, качество печати и свойства материала (рис. 6). После внесения необходимых корректировок осуществлялась финальная печать чистовой модели (рис. 7).



**Рисунок 6 – Опытный образец**



**Рисунок 7 – Процесс печати  
чистовой модели**

По завершении процесса печати выполняют постобработку изделия, включающую следующие технологические операции:

1. Удаление поддерживающих структур, сформированных в процессе аддитивного производства.
2. Устранение поверхностных дефектов (шероховатостей, наплывов материала).
3. При необходимости выполняется механическая доработка геометрии (калибровка отверстий, доводка сопрягаемых поверхностей).

Данные процедуры направлены на достижение требуемых эксплуатационных характеристик и точности соответствия проектным параметрам.

**Заключение.** Предлагаемый технологический процесс соответствует качественным требованиям к конечному продукту. Подходящий приборный комплекс для 3D-печати рекомендуется для сельскохозяйственных предприятий и крестьянско-фермерских хозяйств. Это позволит восстанавливать работоспособность техники с минимальными затратами и оптимальной производительностью.

#### **Список источников**

1. Ус С. С., Шуравин А. А., Маршанин Е. В., Кузнецов Е. Е. Перспективы применения прогрессивных технологий ремонта и восстановления объектов в агропромышленном комплексе России // Перспективные направления развития автотранспортного комплекса : материалы XVI междунар. науч.-практ. конф. Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2022. С. 156–160.
2. Акимов Н. А., Петrochenko В. В., Кузнецов Е. Е. Применение аддитивного производства для восстановления работоспособности сельскохозяйственной техники // Развитие современной аграрной науки: актуальные вопросы, достижения и инновации : материалы междунар. науч.-практ. конф. Нальчик : Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет, 2024. С. 65–69.
3. Акимов Н. А., Кузнецов Е. Е. Применение аддитивного производства для восстановления работоспособности систем сельскохозяйственной техники // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. С. 15–20.

## References

1. Us S. S., Shuravin A. A., Marshanin E. V., Kuznetsov E. E. Prospects of application of progressive technologies of repair and restoration of objects in the agro-industrial complex of Russia. Proceedings from Promising areas of development of the motor transport complex: *XVI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 156–160), Penza, Penzenskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2022 (in Russ.).
2. Akimov N. A., Petrochenko V. V., Kuznetsov E. E. Application of additive manufacturing to restore the working capacity of agricultural machinery. Proceedings from Development of modern agricultural science: current issues, achievements and innovations: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 65–69), Nal'chik, Kabardino-Balkarskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).
3. Akimov N. A., Kuznetsov E. E. Application of additive manufacturing to restore the operability of agricultural machinery systems. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 15–20), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

© Акимов Н. А., Лисицкий А. В., Соколов Д. С., Ус С. С., Кузнецов Е. Е., 2025

Статья поступила в редакцию 15.04.2025; одобрена после рецензирования 14.05.2025; принята к публикации 22.07.2025.

The article was submitted 15.04.2025; approved after reviewing 14.05.2025; accepted for publication 22.07.2025.