

УДК 631

О. В. Бердюгина, М. А. Евшин**Уральский государственный аграрный университет****(г. Екатеринбург)****ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕМОНТЕ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ОБЗОР МАТЕРИАЛОВ,
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ЭТИХ ПРОЦЕССАХ**

В данной статье рассматриваются вопросы, связанные с материалами, используемыми при ремонте сельскохозяйственной техники, Особое внимание уделяется современным способам ремонта, которые напрямую связаны с аддитивными технологиями. В статье описаны основные способы применения данных технологий, их достоинства и особенности при ремонте техники, работающей в сельскохозяйственной промышленности.

Ключевые слова: *ремонт сельскохозяйственной техники, аддитивные технологии, пластик, металлы, композиты.*

Ольга Владимировна Бердюгина – доцент Уральского государственного аграрного университета. 620075, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42. E-mail: berdyuginao@yandex.ru.

Михаил Алексеевич Евшин – студент Уральского государственного аграрного университета. 620075, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42. E-mail: evchin.mischa@yandex.ru

**APPLICATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN THE REPAIR
OF AGRICULTURAL MACHINERY AND REVIEW OF MATERIALS
USED IN THESE PROCESSES**

This article discusses issues related to materials used in the repair of agricultural machinery, Special attention is paid to modern methods of repair,

which are directly related to additive technologies. The article describes the main ways of using these technologies, their advantages and features in the repair of machinery operating in the agricultural industry.

Keywords: *Repair of agricultural machinery, additive technologies, plastics, metals, composites*

Olga Berdugina – associate professor of the Ural State Agrarian University. 620075, Russian Federation, Yekaterinburg, Karla Libkhneta str., 42. E-mail: berdyuginao@yandex.ru.

Mikhail Evshin – student of the Ural State Agrarian University. 620075, Russian Federation, Yekaterinburg, Karla Libkhneta str., 42. E-mail: evchin.mischa@yandex.ru

Для цитирования

Бердюгина О. В., Евшин М. А. Применение аддитивных технологий в ремонте сельскохозяйственной техники и обзор материалов, используемых при этих процессах //Аграрное образование и наука. 2023. № 2. С. 7

Введение (Introduction)

В современных условиях мировой экономики санкции могут оказывать значительное влияние на доступность и стоимость запчастей сельскохозяйственной техники. Ограничения на импорт и экспорт могут затруднить или удорожить процесс ремонта и обслуживания сельскохозяйственных машин и оборудования. В такой ситуации, технологии аддитивного производства, такие как 3D-печать, могут представлять собой эффективное решение, позволяющее создавать аналоги запчастей на месте, без необходимости зависеть от поставок из-за границы. В данной статье мы рассмотрим материалы, используемые в ремонте сельскохозяйственной техники при использовании аддитивных технологий и их применение.

Методология и методы исследования (Methods)

Аддитивные технологии, также известные как 3D-печать, представляют собой процесс создания трехмерных объектов путем последовательного наложения тонких слоев материала на основе цифровой модели [Гибсон, Розен, Стакер 2017]. В отличие от традиционных методов производства, где материалы удаляются или обрабатываются из массы для получения необходимой формы, аддитивные технологии позволяют создавать объекты, добавляя материал слой за слоем. Это позволяет более точно контролировать форму, структуру и свойства создаваемых изделий.

Одним из основных преимуществ аддитивных технологий является их гибкость в выборе материалов, что существенно расширяет возможности различных технологических процессов ремонта.

Результаты исследований (The results of the research)

Существует множество различных материалов, которые могут быть использованы в процессе ремонта сельскохозяйственной техники на 3D-принтере, включая:

1. **Пластик:** полимерные материалы, такие как ABS (акрилонитрил-бутадиен-стирол) и PLA (полилактид), широко используются в 3D-печати. Они легкие, легко поддаются печати, имеют различные цвета и могут использоваться для создания разнообразных запчастей с разными свойствами, такими как гибкость, прочность и устойчивость к воздействию окружающей среды. Пластиковые материалы могут быть использованы для создания крышек, кожухов, крепежных элементов, ручек, рычагов и других деталей сельскохозяйственной техники.

2. **Металлы:** в последние годы стали широко применяться аддитивные технологии для печати металлических деталей. Металлические материалы, такие как нержавеющая сталь, алюминий, титан и другие сплавы, могут быть использованы для создания

прочных и износостойких деталей сельскохозяйственной техники. Они могут применяться в ремонте двигателей, трансмиссий, кузовов, деталей подвески и других элементов техники, требующих высокой прочности и долговечности.

3. Композиты: композитные материалы, состоящие из различных компонентов, таких как стекловолокно, карбоновые волокна, полимерные смолы и другие добавки, также могут быть использованы в 3D-печати для создания деталей с особыми свойствами. Композиты могут обладать высокой прочностью, легкостью, устойчивостью к коррозии и другими уникальными характеристиками, что делает их подходящими для использования в ремонте сельскохозяйственной техники, такой как кузова, бамперы, крылья и другие детали, подверженные механическим нагрузкам [Машков, Ступин Коротков 2017].

Говоря о примерах применения аддитивных технологий в ремонте сельскохозяйственной техники, можно отметить следующее. Одним из основных применений аддитивных технологий в ремонте сельскохозяйственной техники является возможность быстрой и экономически эффективной замены сломанных или изношенных деталей. Вместо того чтобы заказывать и ждать поставку оригинальных деталей, которые могут быть дорогими и требовать длительного времени на доставку, можно использовать 3D-печать для создания новых деталей на месте [Зубков, Радин, Максимов 2020]. Например, если на сельскохозяйственной технике сломался крепежный элемент или крышка, то с помощью 3D-печати можно быстро и легко создать новую деталь, которая будет соответствовать оригинальным размерам и форме. Это может сэкономить время и деньги, ускорить процесс ремонта и вернуть технику в рабочее состояние за более короткий период времени.

Еще одним преимуществом использования аддитивных технологий в ремонте сельскохозяйственной техники является возможность создания запчастей с улучшенными свойствами по сравнению с оригинальными деталями. Например, с помощью 3D-печати можно создать детали из более прочных материалов или с измененными геометрическими параметрами, чтобы улучшить их прочность, износостойкость или другие характеристики [Зубков, Радин, Максимов 2020]. Это может быть особенно полезно в случае ремонта сельскохозяйственной техники, которая подвергается интенсивным механическим нагрузкам, вследствие чего узлы машины подвергаются значительному износу в процессе эксплуатации.

Данные технологии также могут быть использованы для создания прототипов новых деталей или модификаций существующих деталей сельскохозяйственной техники. Это позволяет быстро и относительно недорого создавать прототипы и тестировать новые идеи или модификации перед тем, как внедрять их в производство. Например, если необходимо разработать новый крепежный элемент или определить оптимальную форму детали, то 3D-печать позволяет быстро создавать и тестировать прототипы, что может существенно ускорить процесс разработки и снизить затраты на создание прототипов.

Аддитивные технологии в ремонте сельскохозяйственной техники могут позволить облегчить процесс восстановления и реставрации старых деталей [Мухаметрахимов, Зиганшина 2022]. С использованием 3D-печати можно создавать детали с более сложными геометрическими формами, которые могут быть более легкими, прочными или эффективными, чем оригинальные детали. Это позволяет улучшать характеристики сельскохозяйственной техники и оптимизировать ее производительность.

Сельскохозяйственная техника, особенно старшего поколения, может иметь изношенные или поврежденные детали, которые трудно или дорого заменить оригинальными запчастями. В таких случаях 3D-печать может

быть использована для восстановления старых деталей, создавая точные копии изношенных или поврежденных деталей. Это позволяет продлить срок службы сельскохозяйственной техники, избегая необходимости искать редкие или дорогие оригинальные запчасти.

Аддитивные технологии также позволяют создавать индивидуальные решения в ремонте сельскохозяйственной техники. Например, в некоторых случаях может потребоваться создание деталей с нестандартными размерами, формами или функциональными характеристиками, чтобы решить конкретные проблемы. С помощью 3D-печати можно легко создавать индивидуальные детали, адаптированные под конкретные требования или условия эксплуатации, что может быть особенно важно в ремонте сельскохозяйственной техники, которая может быть подвержена различным условиям и требованиям.

Рассматривая варианты улучшения эффективности ремонта, можно отметить, что использование аддитивных технологий в ремонте сельскохозяйственной техники также может улучшить эффективность процесса ремонта. Благодаря быстрой и гибкой возможности создания деталей на месте, 3D-печать может сократить время, затраченное на ожидание поставки оригинальных деталей, и ускорить процесс восстановления техники в работоспособное состояние [Аддитивные технологии: настоящее и будущее: материалы IV международной конференции 2018]. Это особенно важно в сельскохозяйственных операциях, где время является критическим фактором, и быстрый ремонт техники может оказать значительное влияние на производственную деятельность.

Раскрывая вопрос о тестировании, отметим, что аддитивные технологии используются в ремонте сельскохозяйственной техники для создания прототипов и тестирования новых деталей или улучшений [Аддитивные технологии: настоящее и будущее: материалы IV

международной конференции 2018]. Использование 3D-печати позволит быстро и относительно недорого создавать прототипы деталей, чтобы проверить их соответствие требованиям и производить испытания на их прочность и функциональность до их окончательного производства. Данные технологии предоставляют возможность для инноваций и кастомизации в ремонте сельскохозяйственной техники.

Выводы и рекомендации (Conclusions and recommendations)

Таким образом, аддитивные технологии, такие как 3D-печать, имеют широкий спектр применений в ремонте сельскохозяйственной техники. Они позволяют быстро и экономически эффективно заменять сломанные или изношенные детали, восстанавливать старые детали, оптимизировать детали сельскохозяйственной техники, создавать прототипы и тестировать новые детали, а также создавать детали под конкретные нужды. Применение аддитивных технологий при ремонте сельскохозяйственной техники даст возможность экономить время и ресурсы, увеличивать производительность рабочего процесса и продлить срок службы машин сельскохозяйственного производства. Аддитивные технологии продолжают совершенствоваться и находят все большее применение в ремонте сельскохозяйственной техники, способствуя цифровизации, инновациям и совершенствованию сельскохозяйственного производства.

Список литературы

Аддитивные технологии: настоящее и будущее: материалы IV международной конференции. М.: ВИАМ, 2018.

Гибсон, И., Розен Д. У., Стакер Б. Аддитивные технологии: 3D-печать, быстрый прототипинг и цифровое производство. Москва: Издательский дом «Вильямс», 2017.

Зубков, А. А., Радин А. А., Максимов А. С. Аддитивные технологии: исследования, разработки, применение // Дни студенческой науки

[Электронный ресурс] : сборник докладов научно-технической конференции по итогам научноисследовательских работ студентов института экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости НИУ МГСУ (г. Москва, 2–6 марта 2020 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, институт экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости. Электрон. дан. и прогр. (11 Мб). М.: Издательство МИСИ – МГСУ, 2020. Режим доступа: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskayadeyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/> (Дата посещения ресурса: 19.05.2023).

Машков А. В., Ступин А. В. Коротков, Г. В. 3D-печать: возможности и перспективы применения в сельском хозяйстве // Вестник машиностроения и приборостроения. 2017. №6. С. 42-48.

Мухаметрахимов Р.Х., Зиганишина Л.В. Технология и контроль качества строительной 3D-печати // Известия КГАСУ, 2022. № 1.

Рецензент: Садов А. А., Уральский ГАУ, г. Екатеринбург