

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕМОНТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Рыбалкин Дмитрий Алексеевич, доцент кафедры инженерной и компьютерной графики ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, rybalkin@rgau-msha.ru

***Аннотация:** В статье рассмотрены вопросы, связанные с изготовлением запасных деталей из полимеров для сельскохозяйственной техники с применением различных аддитивных технологий. Проведен анализ материалов, из которых могут быть изготовлены запасные детали для сельскохозяйственной техники.*

***Ключевые слова:** аддитивные технологии; производство деталей; методы 3D-печати, ремонт сельскохозяйственной техники.*

В настоящее время аддитивные технологии активно внедряются в отрасль народного хозяйства.

Использование аддитивных технологий при изготовлении прототипов сложных по конструкции деталей для сельскохозяйственной техники позволяет сократить временные затраты за счет увеличения скорости их изготовления.

При использовании аддитивных технологий сокращается время и энергозатраты на процесс изготовления прототипов деталей для сельскохозяйственной техники, что, в целом, сокращает производственные затраты [1]. Анализ работ авторов [2, 3] показал, что временные затраты при изготовлении прототипов сложных по конструкции деталей для сельскохозяйственной техники сокращаются при использовании аддитивных технологий примерно в 1,5 раза.

Несмотря на то, что России по внедрению аддитивных технологий занимает 11-е место в мире, следует отметить, что за последние годы применение 3D-печати для производства деталей для сельскохозяйственной техники значительно расширилось. Аддитивные технологии могут быть использованы как для создания изделий в единичных экземплярах, так и в серийном производстве, например, при восстановлении редких изделий, производство которых прекратилось. Развитие данного направления является одним из приоритетов России – в 2021 г. Правительство РФ утвердило «Стратегию развития аддитивных технологий в Российской Федерации на период до 2030 года» (распоряжение №1913-р от 14 июля 2021 года).

Изготовление деталей для сельскохозяйственной техники с использованием аддитивного производства основано на применении различных методов, технологий и материалов (рис. 1).

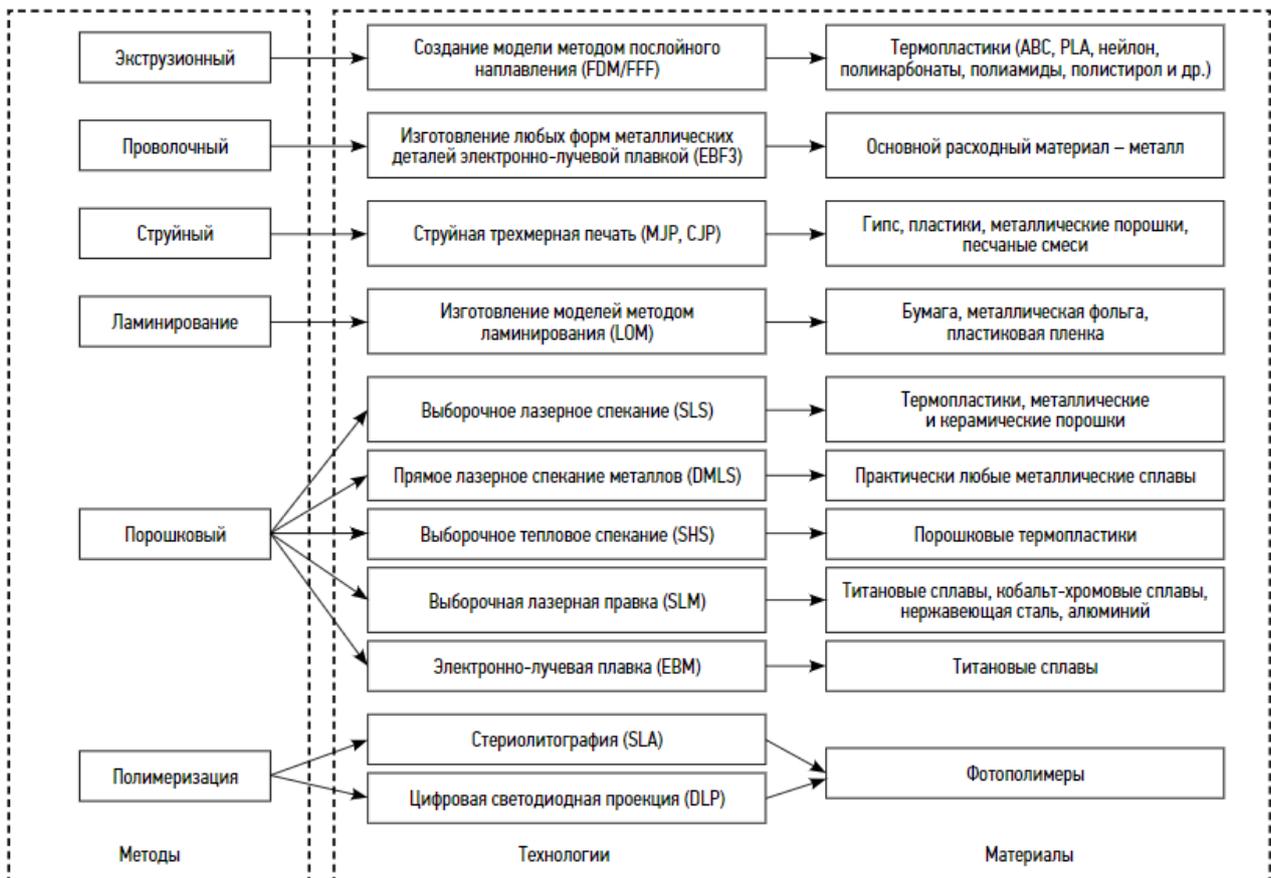


Рис. 1 Основные методы, технологии и материалы, применяемые в 3D-печати

FDM (Fused Deposition Modeling) и FFF (Fused Filament Fabrication) – принцип данных методов основывается на послойной экструзии (выдавливании) расплавленного полимера через выходное сопло 3D-принтера. Данные технологии в настоящее время наиболее доступны и популярны, поскольку оборудование для их эксплуатации достаточно простое, а материалы, необходимые для изготовления, достаточно дешевы и разнообразны.

SLS (Selective Laser Sintering) и SLM (Selective Laser Melting) – SLS-технология представляет собой спекание порошкового вещества слой за слоем с помощью лазера, в то время как SLM-технология основывается на лазерном сплавлении металлического порошка. SLM-технологии работают в основном с металлами, а SLS используют различные материалы.

SLA (Stereolithography Apparatus) и DLP (Digital Light Processing) – технология нанесения жидкого фотополимера слой за слоем с межслойным этапом отверждения его с помощью лазера.

В условиях необходимости импортзамещения технологии аддитивного производства становятся актуальным и при изготовлении деталей для сельскохозяйственной техники.

При изготовлении деталей с помощью 3D-печати, используемых в сопрягаемых соединениях (втулка-шпонка, зубчатое зацепление, резьбовые нагруженные соединения и т.д.), возникает вопрос о прочности деталей [4 – 7].

В таблице 1 представлены характеристики материалов, применяемых при 3D-печати.

Таблица 1

Характеристики материалов, применяемых при 3D-печати

Марка пластика	Прочность на изгиб, МПа	Прочность на разрыв, МПа
ABS	90	22
PLA	55,3	57,8
Flex	5,3	17,5
Поликарбонат	79	70

Среди пластиков для 3D-печати в машиностроении широко используется ABS-пластик, который хорошо поддается механической обработке и имеет наибольшее значение прочности на изгиб. Пластик Flex отличается от остальных материалов огромной прочностью, особенно на разрыв и удар, высокой устойчивостью к износу и может применяться для изготовления различных упругих деталей типа уплотнительные резинотехнические изделия. Пластик PLA такой же прочный, но более жесткий, чем ABS, поэтому его сложнее использовать для соединений различных элементов.

Применение технологий аддитивного производства на предприятиях сельскохозяйственного назначения может быть обусловлено следующими факторами: деталь является ненагруженной или малонагруженной, полученный прототип детали соответствует всем техническим требованиям, прототип детали выдержал испытания на прочность. Технологии аддитивного производства могут быть использованы для изготовления опытных образцов деталей сельскохозяйственной техники.

Библиографический список

1. Биткина Е.Е., Таткало А.А., Тарануха И.И. О технологиях 3D-печати // Материалы VI Международной научно – практической конференции «Инновационные технологии в АПК, как фактор развития науки в современных условиях». Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2021. С. 208–212.

2. Славутин Л.В., Башкарев А.Я. Технология восстановления деталей машин с применением аддитивных технологий // Неделя науки СПбПУ: Материалы научной конференции с международным участием. Лучшие доклады, Санкт-Петербург, 19–24 ноября 2018 года. Санкт-Петербург: Изд-во Политех. ун-та, 2018. С. 118–122.

3. Шимохин А.В., Таткало А.А., Бардола А.С., и др. Исследование возможности применения аддитивной технологии в серийном производстве // Роль научно-исследовательской работы обучающихся в развитии АПК: Сборник III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Омск, 10 февраля 2022 года. Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2022. С. 472–478.

4. Javaid, Mohd & Haleem, Abid. (2019). Using additive manufacturing applications for design and development of food and agricultural equipments. International Journal of Materials and Product Technology. 58. 225. 10.1504/IJMPT.2019.10018137.

5. Применение технологий 3D-печати и 3D-сканирования при изготовлении и ремонте сельскохозяйственной техники / Ю.В. Катаев, Ю.А. Гончарова, А.С. Свиридов, С.П. Тужилин // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 1(307). – С. 34-38. – DOI 10.33267/2072-9642-2023-1-34-38.

6. Дорохов А.С., Свиридов А.С. Перспективы применения полимеров в деталях сельскохозяйственных машин // «Горячкинские чтения»: сб. II Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 150-летию со дня рождения акад. В.П. Горячкина. 2019. С. 273-277.

7. Исследование ударной вязкости 3D-печатных образцов из ABS-пластика, пропитанных эпоксидной смолой / Ю.А. Гончарова, В.Э. Славкина, Р.Я. Казберов [и др.] // Материаловедение. – 2023. – № 9. – С. 36-40. – DOI 10.31044/1684-579X-2023-0-9-36-40.

УДК 621.791.76

СТАБИЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКИ С УЧЁТОМ ЭТАПНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗОНЫ СОЕДИНЕНИЯ

Серов Антон Вячеславович, доцент кафедры «Технологии обработки материалов», Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, av_serov@vk.com

***Аннотация:** рассмотрены особенности формирования сопротивления зоны соединения при различных способах электроконтактной сварки, а также электроконтактной приварке металлической ленты (ЭКП), на основании этого выделены их различия, и даны рекомендации по стабилизации процесса ЭКП обеспечивающие оптимальных условий формирования соединения.*

***Ключевые слова:** ЭКП, восстановление, упрочнение, ресурсосбережение.*

Способы контактной сварки сопротивлением включают в себя: контактную стыковую (КСС), контактную точечную (КТС), контактную шовную роликовую (КШС). Отличия перечисленных способов формирования соединения металлических материалов обычно описывается кинематическими параметрами, например скоростью и характером её изменения относительного перемещения заготовок (деталей) и инструментов – электродов. Однако с учётом имеющихся на данный момент средств механизации и автоматизации процессов, в том числе механических перемещений рабочих органов и узлов сварочных машин, такое описание не отражает качественных отличий перечисленных электроконтактных способов.

Развитием контактной шовной сварки является электроконтактная приварка (ЭКП). ЭКП позволяет получать функциональные покрытия, с целью повышения технико-экономических показателей изготовления и