

**УДК 631.3**

**АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ  
ПЕЧАТИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН  
РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**Сергей Иванович Бабкин**

магистрант

BabkinSerj@mail.ru

**Алексей Александрович Бахарев**

кандидат технических наук, доцент

BakharevAlex@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** В статье рассмотрен анализ случаев изготовления деталей из полимеров при помощи трехмерной печати. Выявлены наиболее рациональные инструменты и материалы, позволяющие эффективно изготавливать детали из полимеров для различного рода техники.

**Ключевые слова:** печать, деталь, полимер, восстановление.

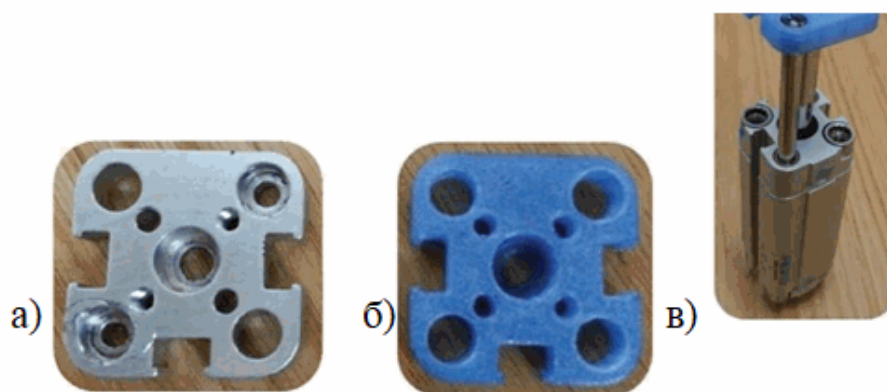
Несмотря на некоторые недостатки технологии аддитивного изготовления деталей все больше распространяются в самых разных отраслях. Все большими темпами данные технологии особенно применяются при ремонте с/х техники, а именно для быстрой замены вышедших из строя деталей или восстановления сильно изношенных деталей или деталей с дефектами. Если же говорить о конкретном методе, то определенно вперед вырывается технология, основанная на FDM-печати [1, 2].

За пределами нашей страны технологии производства запасных частей для различных устройств и техники с помощью печати на 3D-принтере распространяется еще быстрее. Так, к примеру, английская фирма BuyAnyPart специализирующаяся на поставке запасных частей еще в 2017 году создала специальный сервис с помощью которого можно произвести замену различных деталей с/х техники на новые изготовленные с помощью 3D-печати. А такая фирма как CNH Industrial являющаяся одним из лидеров во всем мире по изготовлению и сбыту оборудования для промышленности и строительства, а также автобусов и автомобилей для перевозки грузов тоже начала предоставлять услуги по замене деталей (каких возможно) на детали, изготовленные на 3D-принтере, причем она прямо указало что использование данных технологий значительно экономит как время производства и доставки деталей, так и деньги, затраченные на их покупку. [3]

Ученые из Голландии выпустили труд, посвященный применению аддитивных технологий и как следствие способам оптимизации и рационализации ТО и ТР. Авторы данной работы сравнили аддитивные технологии и стандартные технологии при ремонте и замене деталей и пришли к выводу, что использование аддитивного метода значительно уменьшает время простоя ремонтируемых устройств и техники, а значит уменьшает финансовые потери предприятий.

В качестве примера ученые привели случай с необходимостью ремонта устройства для изготовления откидных дисков. Точнее необходимо было вернуть к работе пневмоцилиндр, который выполняет функции по

складированию изготовленных дисков в общий накопитель. Сама деталь которая нуждалась в замене называлась коромысло (рисунок 1). Основой для работы являлись 3D-модели обеих деталей, которые были свободно получены с официального веб сайта поставщика. Для производства коромысла была использована PLA технология и принтер Ultimaker, у которого диаметр сопла был равен 2,6 мм, температура печати 220 градусов Цельсия, скорость фактической печати 60 миллиметров в секунду, а толщина каждого наложенного слоя - 25 мкм.



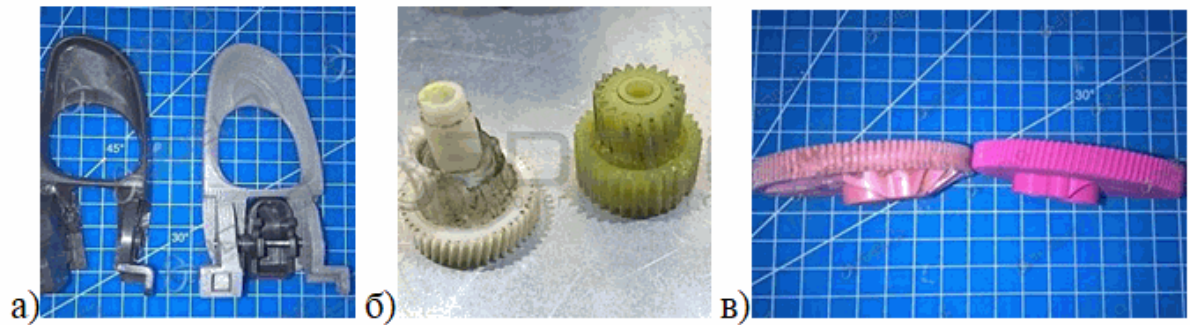
а – деталь от производителя выполненная из алюминия; б – деталь которую произвели из полимера типа PLA при помощи 3D-принтера; в – узел в сборе

*Рисунок 1* – Пример замены детали «коромысло» установленной в пневмоцилиндре устройства для изготовления откидных дисков.

В нашей стране предприятия, специализирующиеся на 3D-печати, также стали оказывать услуги по производству запчастей для устройств и техники. Больше всего таких предложений стали поступать в области ТО автомобильной техники. Так предприятие 3Delo из Архангельска решило изготовить для замены ручку передней двери легковой машины «KIA» Shuma. Компания не только смогла сделать копию сломанной ручки и произвести ее замену, но и улучшить ее прочностные характеристики изменив некоторые показатели еще на стадии моделирования (рисунок 2а).

Чаще всего во многих механизмах автомобильной техники большому износу подвергаются шестерни, которые необходимо своевременно менять. Например, шестерня механизма ручного тормоза, устанавливаемая на

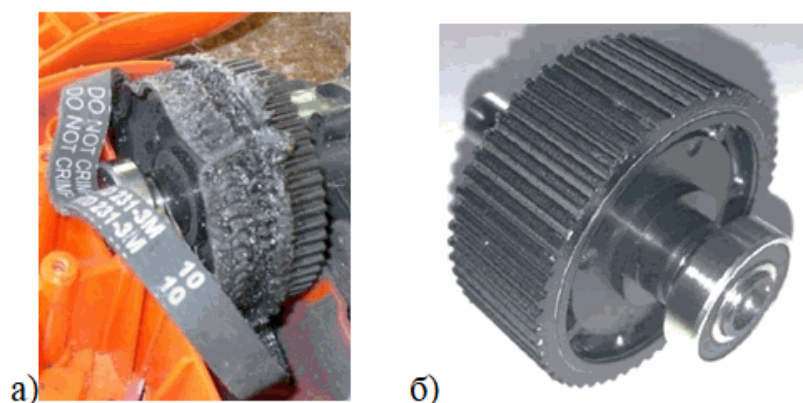
машину «LAND ROVER» (рисунок 2б), или шестерня привода стеклоочистителей машины «Mazda» (рисунок 2в) и др.



а – устройство для открывания двери легкового автомобиля «KIA» Shuma; б – деталь узла ручного тормоза устанавливающаяся на «LAND ROVER»; в – деталь системы очистки лобового стекла «Mazda»

Рисунок 2 – Примеры замен деталей различных механизмов способом FDM после износа

В другой работе рассказывается про восстановление работоспособности ведущей шестерни триммера для окоса садов и угодий, методом мех. обработки на станках с последующим применением дополнительной ремонтной детали – ДРД. В данном случае использование FDM-способа нужно не для полной печати изношенной детали, а для печати конкретной, нехватящей части после разработки электронной модели, после чего ее устанавливают на поврежденную деталь, прошедшую через механические операции.



а – неисправная шестерня с частично срезанными зубьями; б – шестерня прошедшая процесс восстановления зубьев по технологии ДРД

Рисунок 3 - Ремонт шестерни триммера для окосов садов и угодий

В качестве ремонтной детали решено было применить зубчатый венец, напечатанный на специальном принтере с такими характеристиками как: температура печати 250 градусов Цельсия, скорость печати 50 миллиметров в секунду, толщина слоя 0,08 миллиметров. Процесс ремонта детали представлен на рисунке 3.

Из всего вышеперечисленного напрашивается вывод о том, что на сегодняшний день применение способов FDM 3D-печати при ремонте различного оборудования и ремонте машин находит все большее распространение. При этом следует сказать, что применение данных технологий больше распространено за рубежом, где достаточно крупные компании сделали большие вложения и стали практически специализироваться на данной услуге. В России же применение подобных методов и технологий пока остается единичными случаями, и в большей степени мелкие разрозненные компании пытаются освоить их.

Ассортимент изделий, которые можно восстановить или произвести с применением технологии FDM, достаточно обширен, захватывает практически все детали из полимерных материалов машин и механизмов. Так что применение данных технологий может значительно сократить время на ремонты техники, а как следствие ее простоев, что в свою очередь уменьшит убытки предприятий, а также снимет с хозяйств бремя зависимости от сервисных служб и их сроков поставки.

Медленное распространение данных технологий в применении для ремонта с/х техники происходит из-за того, что к таким деталям предъявляются серьезные требования к качественным и прочностным характеристикам, которые не всегда может обеспечить аддитивная технология в силу своих особенностей, поэтому те же детали, изготовленные стандартными методами, будут иметь лучшие характеристики. Такое происходит из-за самой технологии печати деталей, а именно послойной укладки полимера во время изготовления. Из-за не лучшей адгезии между слоями прочностные характеристики данных деталей будут в разы меньше в плоскости по направлению укладки слоев, чем в

перпендикулярной плоскости поперек укладки слоев. Кроме того, следует отметить, что существуют полимерные материалы, отличающиеся прекрасными прочностными характеристиками, но для изготовления деталей по данной технологии подходят они могут не подходить в силу несопоставимых физических свойств для использования в 3D-принтере.

### **Список литературы:**

1. Дьячков С.В., Урюпин А.А. Применение системы компас-3d для решения научных задач в агроинженерии // Наука и образование. 2019. Т.2. №2. С. 201

2. Раббе М.М., Алехин А.В. Использование модуля APM WIN TRANS САПР APM WIN MACHINE при проектировании и расчёте механических передач // В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК. Материалы Международной научно-практической конференции. Мичуринск-наукоград РФ. 2021. С. 195-200.

3. Бахарев С.А., Бахарев А.А. Повышение эффективности ремонта тормозного цилиндра 2ТЭ116 // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2.

**UDC 631.3**

## **ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF USING THREE-DIMENSIONAL PRINTING FOR OBTAINING POLYMER PARTS OF MACHINES FOR VARIOUS PURPOSE**

**Sergey I. Babkin**

Master student

BabkinSerj@mail.ru

**Alexey A. Bakharev**

candidate of technical sciences, associate professor

BakharevAlex@mail.ru

**Annotation.** The article considers the analysis of cases of manufacturing parts from polymers using three-dimensional printing. The most rational tools and materials have been identified that allow efficient production of parts from polymers for various types of equipment.

**Key words:** printing, detail, polymer, restoration.

Статья поступила в редакцию 05.09.2023; одобрена после рецензирования 16.10.2023; принята к публикации 27.10.2023.

The article was submitted 05.09.2023; approved after reviewing 16.10.2023; accepted for publication 27.10.2023.