

*Кулешенко П.В.,
студент,
Сибирский государственный Аэрокосмический университет им. академика
М.Ф. Решетнева
Россия, г. Красноярск
e-mail: KuleshenkoP.V@mail.ru*

*Кацапов Е.А.,
студент,
Сибирский государственный Аэрокосмический университет им. академика
М.Ф. Решетнева
Россия, г. Красноярск*

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация: В данной статье были анализированы преимущества и недостатки двух видов 3D принтеров, которые применяются для изготовления узлов и агрегатов аэрокосмической техники. Преимущества и недостатки расценивались по четырем основным параметрам: цена, время, качество, доступность.

Ключевые слова: 3D принтер, аэрокосмическая техника, аддитивные технологии, качество, доступность.

*Kuleshenko P.V.,
student,
Siberian State Aerospace University named after academician M.F. Reshetneva
Russia, Krasnoyarsk*

*Katsapov E.A.,
student,
Siberian State Aerospace University named after academician M.F. Reshetneva
Russia, Krasnoyarsk*

APPLICATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES FOR MANUFACTURE OF UNITS AND AGRICATES OF AEROSPACE TECHNOLOGY

Abstract: In this article, the advantages and disadvantages of two types of 3D printers have been analyzed, which are used to manufacture aerospace equipment assemblies and units. Advantages and disadvantages were assessed according to four main parameters: price, time, quality, availability.

Keywords: 3D printer, aerospace technology, additive technologies, quality, accessibility.

В настоящее время всё большее распространение приобретают методы быстрого прототипирования. Прототип – это прообраз изделия, необходимый для оптимизации формы детали, проверки возможности сборки и правильности компоновочных решений. Технологии быстрого прототипирования получили широкое распространение и применяются в областях производства, таких как автомобильная и аэрокосмическая промышленность, медицина и ювелирное дело и ряде других. Технология 3D-печати появилась в 1986 г. и на данный момент является активно растущей отраслью производства. В данной статье мы рассмотрим и сравним 2 вида принтера: 3D печать металлом и печать по выплавляемым моделям [1].

Главная суть аддитивных технологий заключается в соединении материалов для создания объектов из данных 3D-модели слой за слоем. Этим они отличаются от обычных технологий производства, где используется механическая обработка.

Одна из наиболее перспективных технологий является 3D печать металлом, которая в недалеком будущем может вытеснить современные методы прототипирования.

В данное время существует всего несколько технологий, которые используются для печати металлом: лазерные 3D принтеры и струйные, которые предполагают аккуратное и постепенное наслаивание «чернил» слоями друг за другом для построения заданной фигуры [2].

Технология SLS [3], известная под названием Direct metal laser sintering, позволяет создавать металлические объекты из плавкого порошка – металлической глины. Металлоглина изготавливается из воды, металлической стружки и органически вяжущего вещества. Во время обжига связующее вещество и вода выгорают, а металлический порошок превращается в монолитный объект. Впервые данный материал был показан в 1990 году в Японии. Сначала его использовали для лепки примитивных форм, а применять в промышленности стали лишь спустя десять лет после открытия.

Для обработки металлоглины SLS-принтеры используют лазер. Порошок наносится на поверхность платформы ровным слоем, после чего проглаживается специальным валиком. Затем лазерное излучение корректирует слой металлоглины так, как это запрограммировано в шаблоне.

Процесс повторяется до того момента, пока фигура не приобретет нужные размеры. Печать проходит в специальной камере с бескислородной средой, в которой постоянно поддерживается высокая температура. Если изделия изготовлены с помощью селективного лазерного спекания, то они превосходят металлические заготовки, созданные традиционным методом, по таким параметрам, как пористость и прочность.

В аэрокосмической отрасли, применяется этот метод печати для отдельных деталей и изготовления оснастки и инструментов. Преимущество печати заметно в изготовлении деталей, содержащих охлаждающие каналы. Многие изделия, имеют геометрические формы, которые невозможно было бы воспроизвести традиционными производственными методами.

Второй вид 3D печати является моделирование с помощью воскового материала, так называемым MJM (Multi-jet Modeling) — многоструйное моделирование с помощью фотополимерного или воскового материала. Эта технология позволяет изготавливать выжигаемые или выплавляемые модели для прототипов различной продукции. Её применяют для отливки готовых изделий. В результате значительным образом экономятся средства, так как подобная технология позволяет избежать отходов. Изначально создается специальная форма (из воска или полимеров), которая покрывается гипсом. После застывания образуется форма для литья

Основа программы – технология моделирования NURBS – математическое представление 3-мерной геометрии, которое позволяет точно формировать сложное объемное тело. Система позволяет создать объект любых размеров и любой сложности в сфере технического моделирования (от клапана до аэробуса).

Сегодня на рынке представлен большой ассортимент машин, позволяющих создавать трехмерные объекты. Их стоимость зависит от бренда и

технологии печати. Так, промышленный 3D-принтер по работе с металлом, на котором можно распечатать двигатель, стоит десятки тысяч долларов США. Более доступные машины можно купить значительно дешевле, но качество изделий будет хуже.

Таблица сравнения 3D-принтеров.

| 3D-печать по металлу | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|---|-----------------|---------|----------------------|-----------------------------|-----------------|
| Наименование | Толщина слоя, микрона | Объем камеры построения, мм | Металлические материалы | Размеры, мм | Вес, кг | Управляющая ПО | Система загрузки | Цена, р |
| PROX 300 | настраивается, min 10 мк / max 50 мк | 250x250x300 | стали, инструментальные и жаропрочные стали, кобальт-хром, алюминий и титановые сплавы и другие материалы | 2400x2200x2400 | 1500 | PX Control (Windows) | Автоматическая | Более 5,000,000 |
| PROX 100 | | 100x100x80 | | 1200x770x1950 | 1000 | | Ручная | |
| PROX 200 | | 140x140x100 | | 1200x1500x1950 | 1500 | | Полуавтоматическая | |
| 3D-печать по выплавляемым моделям | | | | | | | | |
| Projet 3510 CP | 33 | 298 x 185 x 203 | материал на основе воска VisiJet M3 Prowax | 375 x 375 x 790 | 279 | Print3D | | 7,602,000 |
| PROJET 3500 CPX MAX | | | материал на основе воска VisiJet M3 Hi-Cast и растворимый материал поддержки VisiJet S400 | | | | ProJet Accelerator Software | 10,221,000 |

Гарантия представленных принтеров от производителей как по металлу, так и по выплавляемым моделям дается на 1 год (12 месяцев). Сравнивая 3D принтеры, можно сделать вывод, что любое оборудование достаточно дорогое, но благодаря инновационным технологиям, а также возможностям, которые дает принтер, позволяют быстро окупить его стоимость.

Сравнение недостатков и преимуществ 3D-принтеров двух видов.

| | 3D-печать по металлу | 3D-печать по выплавляемым моделям |
|--------------|--|--|
| Недостатки | Высокая стоимость расходных материалов и 3D-принтеров. | Возможно коробление деталей, ввиду температурных деформаций, образующихся из-за неравномерного распределения тепла по рабочей камере. Деталь имеет пористость. |
| Преимущества | Высокое качество получаемой модели, модели выращиваются за малый промежуток времени. Исключительно высокое разрешение и качество обработки поверхности. Высочайшая точность и скорость печати. | Получение отливок сложной формы, относительно больших размеров. Нет необходимости создавать поддержку. Гарантированная толщина стенки до 1,5 мм. |

Исходя из таблицы и сопоставляя преимущества и недостатки оборудования двух видов, можно предположить, что 3D-печать по металлам создает более прочные детали, чем печать по выплавляемым моделям. Средний ежегодный рост аддитивной технологии оценивается в 27%, тем опережает в динамике развития остальные отрасли производства. До 10% средств компаний от стоимости производства товара расходуется на его прототипирование.

По отраслям экономики применение аддитивной технологии распределилось так:



По процентному соотношению видно, что в аддитивной технологии отрасль космического производства занимает малую часть, но авиационная промышленность усиленно инвестирует в аддитивное производство. Применение 3D печатей позволит снизить расход материалов, затрачиваемых на изготовление деталей, в 10 раз. Перспектива очевидна – аддитивная технология в ближайшее время станет приоритетной технологией в авиационной и машиностроительной промышленности.

Список литературы:

1. Аддитивная технология: описание, определение, особенности применения и отзывы. Аддитивные технологии в промышленности. [Электронный ресурс] // Режим доступа. URL: <http://fb.ru/article/231049/additivnaya-tehnologiya-opisanie-opredelenie-osobennosti-primeneniya-i-otzyvyi-additivnyie-tehnologii-v-promyishlennosti> (дата обращения: 24.08.2020 г.).

2. Профессиональные 3D принтеры для промышленного производства. [Электронный ресурс] // Режим доступа. URL: <https://ru.3dcent.com/2540-2/> (дата обращения: 24.08.2020 г.).

3. 3D принтер по металлу. [Электронный ресурс] // Режим доступа. URL: <https://make-3d.ru/articles/3d-printer-po-metallu-kak-eto-vozmozhno/> (дата обращения: 24.08.2020 г.).

4. 3DRep. [Электронный ресурс] // Режим доступа. URL: <http://www.printfuture.ru> (дата обращения: 24.08.2020 г.).

5. GLOBATEK.3D. [Электронный ресурс] // Режим доступа. URL: <http://3d.globatek.ru> (дата обращения: 24.08.2020 г.).

6. PRESSLITYE. [Электронный ресурс] // Режим доступа. URL: <http://www.presslitye.ru> (дата обращения: 24.08.2020 г.).