

УДК 621.01

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Н.К. Толочко, д.ф.-м.н., профессор, Н.Н. Романюк, к.т.н., доцент,
О.В. Сокол, ст. преподаватель**
*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Введение

Аддитивные технологии (технологии 3D-печати) характеризуются уникальными возможностями быстро и качественно создавать изделия сложных форм непосредственно по их компьютерным 3D-моделям. Известно более десятка разновидностей этих технологий, различающихся процессами послойного построения изделий и расходными материалами. Большинство их возникло на рубеже 1980-х–1990-х годов. Первоначально их называли технологиями быстрого прототипирования, так как они в основном предназначались для создания прототипов изделий. В последние годы эти технологии находят все более широкое применение для прямого изготовления различных изделий из металлов и пластиков. В основном они используются в машиностроении, прежде всего, в авиакосмической и автомобильной отраслях. В данной статье сделан краткий обзор промышленного применения аддитивных технологий для изготовления деталей машин.

Основная часть

Аддитивные технологии получили заметное распространение для прямого изготовления деталей машин сравнительно недавно – в последние несколько лет. Ниже представлены некоторые характерные примеры промышленного освоения этих технологий.

Компания Ford (США) с 2015 г. приступила к созданию с помощью аддитивных технологий деталей двигателя на гоночном авто-

мобиле EcoBoost [1]. Компания Kia (Южная Корея) с 2016 г. начала выпускать внедорожник Telluride, в котором методами 3D-печати изготавливаются внутренние элементы (приборная панель и др.) [1]. Компании Honda и Kabuki (Япония) в 2016 г. совместно создали электрический фургон, в котором детали кузова и багажная зона созданы с использованием 3D-принтера [1]. Компания Daimler Trucks (Германия) с 2016 г. начала применять аддитивные технологии в производстве пластиковых запасных деталей грузовиков, включая пружинные колпачки, воздухопроводы и кабельные каналы, зажимы, крепления и элементы управления, а с 2017 г. – в производстве металлических запасных деталей [2]. Компания Bugatti (Франция) в 2018 г. объявила о применении 3D-печати для создания тормозных суппортов из титана на суперкаре Chiron [1].

Практика промышленного применения аддитивных технологий показывает, что они позволяют повысить производительность и снизить себестоимость производства, а также улучшить качество создаваемых деталей, в том числе за счет совершенствования их конструкции.

В 2014 г. компания Rolls-Royce (Великобритания) приняла решение об увеличении числа деталей авиационных двигателей, изготовленных с использованием АМ-технологий [3]. В результате проведенных в компании исследований были отмечены повышение скорости производства в 10-15 раз, снижение массы деталей до 50%, экономия дорогостоящих материалов и возможность изготовления более совершенных и легких конструкций сложной формы из металлов и керамики.

Компания General Electric (США) с 2015 г. освоила серийное производство топливных форсунок из титана для авиадвигателей с применением аддитивных технологий [4]. На сегодняшний день уже выпущено около 30 тыс. таких форсунок. Для их изготовления используется более 40 3D-принтеров. Получаемая путем 3D-печати форсунка представляет собой одну деталь, в то время как раньше это был узел, собираемый из двадцати деталей (с применением пайки и сварки), закупаемых у разных поставщиков. Мало того, что упростился технологический процесс, форсунка стала на 25% легче и служит в пять раз дольше по сравнению со своей предшественницей, которая изготавливалась по традиционной технологии.

Компания BMW (Германия) использует 3D-печать для создания верхней крышки для автомобиля i8 Roadster, которая обладает большей прочностью и меньшим весом по сравнению с ее предшественницей [1].

Компания SiemensAG (Германия) производит с помощью 3D-печати горелки для газовой турбины, а также в лопатки, устанавливаемые в турбине [5]. Эти лопатки, изготовленные из никелевого сплава, выдерживают высокие давления, температуры и центробежные силы, возникающие при работе турбины, а их конструкция имеет внутреннюю систему охлаждения сложной геометрии.

Заключение

Анализ литературных данных показывает, что рост аддитивного производства ежегодно идет с возрастающими темпами. Ожидается, что в ближайшие годы они получат широкое применение в различных отраслях машиностроения. Этому способствует выпуск более совершенных и дешевых 3D-принтеров, расширение спектра расходных материалов, возрастающие требования к повышению производительности и качества изготовления деталей машин.

Список использованной литературы

1. Krauth, O. Photos: 10 major automakers using 3D printing today / O. Krauth [Электронный ресурс] – 2018. – Режим доступа: <https://www.techrepublic.com/>. – Дата доступа: 07.10.2018.

2. Taylor, E. Daimler Trucks to use 3D printing in spare parts production / E. Taylor, A. Cremer [Электронный ресурс] – 2016. – Режим доступа: <https://www.reuters.com/>. – Дата доступа: 07.10.2018.

3. Татоян, Г.А. Обзор международного опыта в области применения аддитивных технологий. Современный вектор: мировая экономика, менеджмент и маркетинг / Г.А. Татоян, С.И. Ультан [Электронный ресурс]: сб. тр. междунар. научно-практ. форума (Омск, 27-29 апреля 2016 г.) / [отв. ред. О. С. Елкина]. – Омск: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2016. С. 134-142.

4. Sher, D. GE Aviation already 3D printed 30,000 fuel nozzles for its LEAP engine / D. Sher // [Электронный ресурс] – 2018. – Режим доступа: <https://www.3dprintingmedia.network/>. – Дата доступа: 08.10.2018.

5. Степанова Е.Ю. Аддитивные технологии в авиакосмическом и энергетическом машиностроении / Е.Ю. Степанова, М.А. Бурнашов, Ю.С. Степанов // [Электронный ресурс] – 2017. – Режим доступа: oreluniver.ru/public/file/science/.../c_4_Stepanova_E_Yu.docx – Дата доступа: 5.10.2017.