

**ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ**

**APPLICATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES
IN AUTOMOTIVE ENGINEERING**

Позняк Д. В.¹, учащийся, **Лагун Е. А.**², ст. преп.,

¹УО «Национальный детский технопарк», «Машины и двигатели.

Автомобилестроение», г. Минск, Республика Беларусь,

²Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

D. Poznyak¹, student, E. Lagun², Senior Lecturer,

¹National Children's Technopark, "Machines and engines.

Automotive", Minsk, Belarus,

²Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

В данной статье рассмотрены технологии изготовления, тенденции и перспективы развития производства автотранспортных средств, преимущества 3D-печати для автомобилестроения, производство конечных моделей для автомобилестроения с применением 3D-печати, готовых к эксплуатации.

This section discusses production technologies, trends and prospects for the development of the automotive industry, the benefits of 3D printing for the automotive industry, as well as the production of ready-to-use models for the automotive industry using 3D printing.

Ключевые слова: автомобиль, аддитивные технологии, 3D печать, материалы для 3D печати, технологии автомобилестроения, новые технологии.

Keywords: car, additive technologies, 3D printing, materials for 3D printing, automotive technologies, new technologies.

ВВЕДЕНИЕ

В Республике Беларусь и за ее пределами производство автомобилей является отраслью, где быстро внедряются и развиваются новые технологии. Для изготовления транспортных средств используются различные материалы, обработка которых производится на

большом перечне станков. В секторе, где технологические инновации вызваны постоянным стремлением оставаться конкурентоспособными, огромное влияние на автомобильную промышленность оказывают аддитивные технологии.

Сегодня аддитивные технологии – одно из наиболее динамично развивающихся направлений «цифрового» производства. Данные технологии позволяют на порядок ускорить научно-исследовательские и опытно конструкторские работы, а также решение задач по подготовке выпуска новых изделий.

Цель работы – определение направления внедрения аддитивных технологий в автомобилестроение.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ АДДИТИВНЫМ МЕТОДОМ

3D печать значительно повысит эффективность производства. По-может сократилось количество деталей. За счет этого процедура изготовления готового изделия упростится. Вес изделия, изготовленного с применением 3D печати металлами, уменьшится в сравнении с классическими методами. Оптимизация частей устройств поможет увеличить их КПД. Также аддитивные технологии дадут возможность изготавливать геометрически сложные модели (рис. 1).



Рисунок 1 – Напечатанные модели

Высокие объемы производства, требуемые в промышленности, являются одной из основных проблем для использования технологий 3D печати. На производстве требуется большой объем выпуска (более 100 000 деталей в год). Но уже сегодня материалы для производства стали доступнее, размеры принтеров увеличились, а скорость печати стала выше.

В скором будущем 3D-печать может стать основным направлением для определенных серийных производств.

Компания BMW произвела более 1 млн. деталей, напечатанных на 3D-принтере за последние десять лет, и является лидером в 3D индустрии. Последним массовым изделием, где применялись напечатанные детали был автомобиль BMW i8 Roadster. Складная крыша данного транспортного средства имеет изготовленный аддитивным способом компонент из алюминиевого сплава. Деталь производилась в инновационном бионическом дизайне. Новое изделие имеет ряд положительных качеств: более высокую степень жесткости, вес меньший на 44 %. Компания одной из первых среди конкурентов напечатала партию из нескольких тысяч металлических деталей на 3D-принтере.

Автоспорт всегда являлся местом применения новых технологий. Автомобильные компании не обошли 3D печать стороной. Когда речь идет о роскоши, мощности и скорости, мало что может сравниться с Bugatti. Французский производитель суперкаров тратит время и усилия на применение ряда инновационных технологий, в том числе и 3D печати.

Bugatti использует самые мощные в мире тормоза в новом гиперкаре Chiron. Его тормозные суппорты изготовлены из высокопрочного алюминиевого сплава. Это самые крупные суппорты, установленные на серийном автомобиле, – восемь титановых поршней на каждом из передних суппортов и шесть на задних. Идея такого конструктивного решения заимствована из мотоспорта и сочетает минимальный вес с максимальной жесткостью.

Новый тормозной суппорт был изготовлен аддитивным методом из титанового сплава, обычно используемого в аэрокосмической промышленности, в авиационных или ракетных двигателях, высоконагруженных шасси и компонентах крыльев. По своим характеристикам сплав гораздо лучше алюминия – его предел прочности составляет $1,250 \text{ Н/мм}^2$. Это означает, что квадратный миллиметр материала может выдерживать силу чуть более 125 кг без разрыва. Также он очень легкий: суппорт длиной 41 см, высотой 21 см и 13,6 см весит всего 2,9 кг. Для сравнения, вес алюминиевой детали – 4,9 кг, то есть при 3D-печати титаном суппорт становится легче примерно на 40 % и одновременно прочнее.

Раньше титан невозможно было использовать в качестве материала для изготовления суппортов, так как из-за его высокой прочности подвергать титановую заготовку фрезеровке или штамповке чрезвычайно сложно. Однако аддитивные технологии позволили сделать это. Технология не только позволяет создавать детали из титана, но и обеспечивает более высокую прочность, жесткость и более сложную геометрию.

Bugatti изготовила суппорт (рис. 2) в Laser Zentrum Nord на высокопроизводительной SLM-машине, которая на момент запуска проекта была самым большим титановым 3D-принтером в мире.



Рисунок 2 – Суппорт Bugatti, изготовленный SLM технологией

SLM принтеры активно используются в производстве транспорта. Данная технология, позволяет создавать детали сложных форм, также печатать изделия с очень мелкой структурой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили сделать вывод, что применение аддитивных технологий в автомобилестроении открывает путь к широкому использованию совершенно новых методов проектирования, включая топологическую оптимизацию. В следствии, становится возможным получение изделий высокой сложности, которая не может быть достигнута при их изготовлении традиционными способами. Аддитивные технологии позволяют создавать сетчатые и ячеистые структуры взамен сплошных, заменять несколько простых деталей одной более сложной, уменьшить количество крепежных элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суть и преимущества аддитивных технологий и производства : [сайт]. – URL: <https://top3dshop.ru/wiki/additive-technologies.html> (дата обращения: 18.01.2024).

2. Плюсы и минусы 3D-печати : [сайт]. – URL: <https://vektor.us/blog/3d-printery-preimuschestva-i-nedostatki.html> (дата обращения: 17.01.2024).

3. Преимущества 3D-печати для автомобилестроения : [сайт]. – URL: <https://i3d.ru/blog/brend-3d-printery-materialy/bigrep/preimuschestva-3d-pechati-dlya-avtomobile-stroeniya/> (дата обращения: 19.01.2024).

4. Революция в 3D технологиях в автомобильной промышленности : [сайт]. – URL: <https://knaufautomotive.com/ru/revolyutsiya-v-3d-tekhnologiyakh-v-avtomobilnoy-promyshlennosti/> (дата обращения: 20.01.2024).

Представлено 27.05.2024

УДК 378.16

ОСОБЕННОСТИ ОТКАЗОВ ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

FEATURES OF MILITARY VEHICLE FAILURES

Волчкович А. В., аспирант, **Савич Е. Л.**, канд. техн. наук, проф.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

A. Volchkovich, post-grad, E. Savich, Ph. D. in Eng., Prof.,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В работе приводятся основные отличия отказов военной автомобильной техники от отказов гражданской автомобильной техники. По проведенным исследованиям дан анализ отказов военной автомобильной техники.