

## АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

М.И. СТЕГАНЦЕВА <sup>1</sup>, Т.А. САХНОВИЧ <sup>2</sup>

<sup>1</sup> студент учебной группы 10302222

<sup>2</sup> к.э.н., доцент кафедры «Инженерная экономика»

Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

*Аннотация. В данной статье описано понятие аддитивных технологий, процесс создания объектов и сферы применения данных технологий. Рассмотрены основные методы изготовления 3D-изделий, а также их достоинства и недостатки. Описаны перспективы развития аддитивных технологий. В конечном итоге, делается вывод о важности вышеуказанных технологий для промышленности, науки и современного мира в целом.*

*Ключевые слова: аддитивные технологии, аддитивное производство, трехмерная печать (3D-печать), прототипирование, стереолитография, 3D-принтер.*

## ADDITIVE TECHNOLOGIES

M.I. STEGANTSEVA <sup>1</sup>, T.A. SAKHNOVICH <sup>2</sup>

<sup>1</sup> group student 10302222

<sup>2</sup> Ph.D., Associate Professor of the Department «Engineering Economics»

Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

*Annotation. This article describes the concept of additive technologies, the process of creating objects and the scope of application of these technologies. The main methods of manufacturing 3D products, as well as their advantages and disadvantages, are considered. The prospects for the development of additive technologies are described. Ultimately, it is concluded that the above-mentioned technologies are important for industry, science and the modern world as a whole.*

*Keywords: additive technologies, additive manufacturing, three-dimensional printing (3D printing), prototyping, stereolithography, 3D-printer.*

Современные предприятия нуждаются в оптимизации ресурсов, повышении эффективности производства и, в целом, в изменении мировоззрения промышленного производства. Сегодня основой для разработки и проектирования конструкторской детали, а также ускорения процессов проектирования служат аддитивные технологии.

Аддитивные технологии (3D-печать) – это процесс создания объекта, в точности соответствующего трехмерной модели, методом послойного нанесения материала.

Термин «аддитивность» содержит в себе основной принцип данного процесса. Данный способ имеет название «выращивание», так как изделие создается постепенно.

Аддитивные технологии или «технологии послойного синтеза», способствующие ускорению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также решению задач по подготовке производства, являются самым быстро и динамично развивающимся направлением цифрового производства.

Сравнительно недавно аддитивные технологии применялись только в тех отраслях, где существовала острая потребность в изготовлении высокоточных изделий и их прототипов за короткий срок, а именно – в оборонной и аэрокосмической промышленности.

На сегодняшний день АТ стали одной из самых перспективных отраслей промышленности, науки, образования, бизнеса, медицины, строительства и т.д. Данный вид технологий применяется для решения разносторонних задач подготовки производства.

Аддитивные технологии представляют собой изготовление (построение) физического объекта (детали) методом послойного нанесения материала, в отличие от обычных методов формирования детали, за счет удаления материала из массива заготовки [1].

Путь развития аддитивных технологий начался с момента получения на экранах компьютеров самых первых трехмерных изображений изделий.

Основу развития технологий аддитивного производства заложила стереолитография. Новые методы получили название технологий быстрого прототипирования и, сравнительно недавно, укоренилось современное название «Аддитивные технологии».

В сравнении с традиционным производством, где осуществляется большое количество шагов для создания изделия, а также несутся весомые затраты ресурсов и времени на данные процессы, выигрывают аддитивные технологии, где из «ничего» с минимальными затратами ресурсов и времени создается новое изделие.

Применение АТ решает такие задачи цифровых производств как модернизация и автоматизация действующих и проектирование новых эффективных машиностроительных производств различного назначения, средств и систем их оснащения, а также производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.

Основная суть заключается в том, что на сегодняшний день проектирование и производство изделий сложно представить без участия аддитивных технологий. Например, 3D-принтеры стали такими же, как и персональные компьютеры – привычными и распространенными. С помощью 3D-принтеров теперь создают детали, украшения, получают ткань и делают обувь, а самым главным прорывом в освоении данных технологий стало выращивание живых человеческих органов.

Рассмотрим четыре основных метода изготовления 3D-изделий:

1) *Лазерная стереолитография (Stereolithography, SLA)* – технология трехмерной печати, использующая сырье в виде жидкого фотополимера, который затвердевает под воздействием светового излучения лазера, образуя твердую поверхность в точке проекции лазера.

Достоинства:

- Точность позиционирования, а также гладкость поверхности;
- Создание моделей любой сложности;
- Высокая скорость создания объекта;
- Отсутствие технологических проблем с печатью (перегрев, расслаивание и т.д.).

Недостатки:

- Плохая прочность изделий;
- Существенные ограничения в выборе материалов;
- Потребность в ультрафиолетовой засветке объекта после печати.

2) *Послойное наплавление (Fused Deposition Modeling, FDM)* – технология, заключающаяся в послойном наплавлении пластика, который непрерывно подается на контур будущей детали.

Достоинства:

- Недорогое и широко распространенное сырье;
- Простая в изготовлении и ремонте механическая часть устройства;
- Большая палитра цветов для печати.

Недостатки:

- Растекание пластика по причине нагрева за границами печатаемой области;
- Чувствительность к перепадам температур во время процесса печати.

3) *Селективное лазерное плавление (Selective Laser Melting, SLM)* – распространенный метод 3D-печати, основная суть которого заключается в использовании лазеров высокой мощности для создания трехмерных объектов за счет плавления металлических порошков.

SLM-технология подразумевает под собой изготовление изделий сложной геометрической формы с тонкими стенками и полостями. Для создания изделий используются титановые и алюминиевые сплавы, а также нержавеющую сталь.

Достоинства:

- Выполнение трудных производственных решений;
- Снижение массы объекта за счет создания полостей;
- Отсутствие необходимости в механической обработке готовых изделий;
- Уменьшение затрат материала в процессе производства.

Недостатки:

- Высокая стоимость оборудования и сырья;
- Сложность последующей обработки детали после печати.

4) *Полноцветная трехмерная печать (Color Jet Printing)* – технология, подразумевающая под собой склеивание гипсового порошка. Благодаря данной технологии теперь можно в кратчайшие сроки создавать монохромные и цветные прототипы [2].

Существует два материала, которые лежат в основе работы данного принтера: основной и связующий. Основной материал применяется для построения слоев изделия, а связующий склеивает и окрашивает, формируя его.

В настоящее время АТ набирают большой темп в своем развитии. Их стараются внедрить во многих предприятиях, так как они выигрывают по многим аспектам традиционное производство. Технологический процесс способствует производству множества полезных вещей для всех сфер жизнедеятельности человека.

Основными сферами применения аддитивных технологий являются машиностроение, автомобильная, радиотехническая и электронная промышленность, строительство, образование, медицина (стоматология и протезирование), наука, архитектура и т.д. Ведущими странами, занимающими лидирующее место в применении аддитивных технологий являются США, Япония, Германия, Китай, Великобритания, Франция, Республика Корея, Тайвань [3].

По мере развития 3D-индустрии, постоянно увеличивается объем распечатываемых деталей и готовых объектов. К снижению себестоимости производства приводит множество факторов, например, разработка новых материалов, а также улучшение программ и оборудования. В перенастраиваемых заводских линиях активно внедряется трехмерная печать, способствующая сокращению пути от разработки концепции до выпуска опытного образца.

По итогам проделанной работы, можно сказать, что аддитивные технологии считаются новым мировым трендом. Именно они стали инновационным прорывом.

Сегодня перед наукой и техникой стоят задачи, которые требуют проектирования все более сложных технических объектов в кратчайшие сроки. В связи с этим одной из наиболее приоритетных задач является применение именно аддитивных технологий.

За последние несколько лет многие отрасли промышленности освоили аддитивное производство. Миллионы предприятий по всему миру извлекают большую выгоду из возможностей аддитивных технологий.

Усовершенствование технологий – это необходимость, так как наука развивается большими темпами, стоять на месте просто невозможно. Благодаря освоению новых технологий обеспечивается выпуск несильно дорогих и качественных изделий. Технологический

прогресс способствует изготовлению нужной и полезной продукции для человечества.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аддитивные технологии и их возможности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/futurology/>.
2. Аддитивные технологии и аддитивное производство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://globatek.ru/3d-wiki/>.
3. Применение аддитивных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://navimaks3d.com/oblasti-primeneniya/>.

## PERFERENCES

1. Additive technologies and their capabilities [Electronic resource]. – Access mode: <https://trends.rbc.ru/trends/futurology/>.
2. Additive technologies and additive manufacturing [Electronic resource]. – Access mode: <https://globatek.ru/3d-wiki/>.
3. Application of additive technologies [Electronic resource]. – Access mode: <https://navimaks3d.com/oblasti-primeneniya/>.