

**Томашев Виктор Петрович**

канд. техн. наук, доцент

**Зайцева Татьяна Анатольевна**

магистрант

**Орешкина Наталья Сергеевна**

магистрант

**Загребина Елизавета Сергеевна**

студентка

ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный

университет (НИУ)»

г. Челябинск, Челябинская область

## **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ**

## **И ИННОВАЦИОННЫЕ СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ**

## **НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Аннотация: в конкурентных условиях нельзя переоценить значение такого инструмента, как технологические инновации в развитии промышленных предприятий. Одним из примеров новых направлений в развитии производства являются аддитивные технологии, которые представляют собой послойное изготовление объекта. В таких технологиях главным элементом оборудования является 3D-принтер. А наиболее эффективным материалом АБС-пластик. Эффект от использования аддитивных технологий заключается в улучшении технико-экономических характеристик, возможности расширения ассортимента и получении ряда конкурентных преимуществ.*

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, инновации, машиностроение, станкостроение, литейное производство, конкурентоспособность.

Состояние отечественного производства продукции, с конца XX века, можно описать как малоэффективное, что отражается в виде серьезного устаревания большей части технического обеспечения производства, снижения качества, существенных временных затрат на обработку и изготовление, роста

уровня брака [4]. В результате сокращения производства технологической продукции, ухудшения ее качества, предприятия вынуждены приобретать ее у иностранных компаний, что ведет к снижению объемов продаж у компаний – представителей отечественного рынка [12].

Для снижения зависимости от импорта и наращивания объемов экспортirуемой продукции необходимы мероприятия по комплексной реконструкции производства технологической продукции, с применением аддитивных технологий, для сокращения себестоимости и роста конкурентоспособности отечественных производителей перед зарубежными аналогами [9]. Процесс производства продукции промышленного предприятия может быть ускорен [10], создавая основу для организации обоснованного процесса импортозамещения.

Внедрение и использование высокотехнологических новинок в процессах изготовления продукции на основе аддитивных технологий позволит промышленным предприятиям улучшить технико-экономические характеристики, расширить ассортимент и получить ряд конкурентных преимуществ в производстве и реализации изделий [3].

Аддитивные технологии (AF – Additive Manufacturing) – это технологии по слойного изготовления объекта, когда каждый последующий слой вещества добавляется к предыдущему, образуя задуманную форму. Технологии по слойного синтеза, сегодня одно из наиболее динамично развивающихся направлений «цифрового» производства [1, 2]. Они позволяют на порядок ускорить НИОКР и решение задач подготовки производства, а в ряде случаев уже активно применяются и для производства готовой продукции.

Ряд отечественных предприятий предоставляют широкий ассортимент услуг, коррелированных с прототипированием, способных от начала до конца провести НИОКР и проконтролировать качество работ на каждом этапе [7]. Однако такой комплексный подход по силам далеко не каждому предприятию.

Прекрасным примером иностранного предприятия, внедрившего аддитивные технологии в свое производство является литейный завод ACTech, построенный во Фрайбурге. Можно говорить о том, что данное предприятие обладает

---

целым комплексом для реализации AF-технологий: аддитивные машины, измерительная техника, ЧПУ-станки, плавильное, литейное и термическое оборудование.

Одним из главных факторов конкурентного преимущества AF-технологий является время, затраченное на производство продукта. AF-технологии, при определенных условиях, могут дать существенное преимущество по скорости вывода на рынок продукции компании, нацеленной на инновации в области производства товаров и услуг [2].

Главным элементом комплекта оборудования в таких технологиях является 3D-принтер. Несмотря на доступность 3D-принтеров, аддитивные технологии, использующие прямое изготовление конечного продукта с большим трудом внедряются в серийное и массовое производство [11]. Такое положение связано с нынешним уровнем развития самой технологии: нет достаточного количества и номенклатуры широко доступных материалов, позволяющих получить изделие с заданными характеристиками по плотности, прочности, термостойкости и пр. параметрам [8]. Либо, пока это очень дорого.

Одним из ярких примеров является изготовление модельной оснастки для литейного производства.

Наиболее распространенные аддитивные технологии печати оснастки [5]:

- SLS-технология;
- SLA-технология;
- технология MJM.

Модели (модельная оснастка), напечатанные на 3D-принтере, в большинстве своем одноразовые и разрушаются после одного цикла использования. Существуют и такие методы литья, где модельная оснастка не разрушается и используется многократно. Например, литье в холодно-твердеющие смеси (ХТС). При изготовлении оснастки сложных корпусных деталей коэффициент использования материалов очень низкий и варьируется от 0,4 до 0,6, соответственно, большая часть материала уходит в стружку [13].

Альтернативой изготовления модельной оснастки на станках с ЧПУ предлагаются использовать аддитивную технологию печати на 3D-принтере. Обоснованием этого является то, что для производства оснастки может использоваться наиболее эффективный по физико-механическим свойствам, цене и легкодоступности материал – АБС-пластик [6] (таблица 1).

Таблица 1

### Стоймость материалов для модельной оснастки

Материал	Цена в руб. за 1 кг
Дерево (сосна)	17
Фанера	30
Модельный пластик	1800
АБС-пластик	1500

АБС-пластик соответствует техническим характеристикам и при его обработке коэффициент расхода материала достаточно высок (таблица 2).

Таблица 2

### Сравнение АБС и модельного пластиков

Показатель	Модельный пластик	АБС-пластик
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	700–1100	1040
Коэффициент использования материала	0,4–0,6	0,9–0,95
Стоимость, руб./кг	1800	1500

Из таблицы видно, что АБС-пластик опережает модельный по всем параметрам: плотности, коэффициента использования материала и стоимости.

Из используемых 3D-принтерами материалов наиболее подходящим по физико-механическим свойствам, цене и легкодоступности является АБС-пластик.

Изготовление пластиковой формовочной модели, в основу которой заложена 3D-печать из АБС-пластика, является более экономичным и совершенным методом, позволяющим сократить себестоимость литья.

*Статья выполнена при поддержке Правительства РФ (Постановление №211 от 16.03.2013 г.), соглашение №02.А03.21.0011.*

### **Список литературы**

1. Аддитивное производство и инструментальная промышленность / Агентство инноваций и развития экономических и социальных проектов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.innoros.ru/publications/analytics/15/additivnoe-proizvodstvo-i-instrumentalnaya-promyshlennost](http://www.innoros.ru/publications/analytics/15/additivnoe-proizvodstvo-i-instrumentalnaya-promyshlennost)
2. Аддитивные технологии и аддитивное производство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://3d.globatek.ru/world3d/additive\\_tech](http://3d.globatek.ru/world3d/additive_tech)
3. Алабугин А.А. Управление технологическим развитием промышленного предприятия по показателям комбинирования факторов производства / А.А. Алабугин, А.Е. Щелконогов // Наука ЮУрГУ: Материалы 69-й научной конференции. Секции экономики, управления и права. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – С. 310–315.
4. Алабугин А.А. Проблемы и методы повышения качества управления технологическим развитием промышленного предприятия / А.А. Алабугин, А.Е. Щелконогов // Новое слово в науке: стратегии развития: Материалы II Междунар. науч-практ. конф. (Чебоксары, 22 окт. 2017 г.). В 2 т. Т. 2 / Редкол. О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. – С. 15–19.
5. Зленко М.А. Аддитивные технологии в машиностроении / М.А. Зленко, М.В. Нагайцева, В.М. Довбыш. – М.: Изд-во ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. – 220 с.
6. Свойства и области применения АБС-пластиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://polymery.ru/letter.php?n\\_id=5138&cat\\_id=3](http://polymery.ru/letter.php?n_id=5138&cat_id=3)
7. Томашева В.В. Моделирование экономических объектов в трёхмерном отображении / В.В. Томашева, А.Н. Топузова, А.Е. Щелконогов // Экономика и предпринимательство. – 2017. – №5. – Ч. 2 (82–2). – М.: Редакция журнала «Экономика и предпринимательство». – С. 830–834.

8. Топузов Н.К. Инновационная подготовка производства: Учебное пособие / Н.К. Топузов, А.А. Дворниченко, Е.С. Сорокина, А.Е. Щелконогов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 228 с.
9. Топузов Н.К. Управление инновационными проектами [Текст]: учебное пособие / Н.К. Топузов, А.Е. Щелконогов, Е.С. Сорокина. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 250 с.
10. Харламова Т.А. Коммерциализация энергоэффективной продукции / Т.А. Харламова, А.Е. Щелконогов, Т.А. Зайцева // Научные исследования и современное образование: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 29 апр. 2017 г.) / Редкол. О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. – С. 321–322.
11. Щелконогов А.Е. Оценка эффективности проекта создания высокотехнологичного производства промышленного предприятия // Экономика и управление: вызовы инновационного развития: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Челябинск, 25 ноября. 2016 г.) / Челяб. многопроф. ин-т. – Челябинск: УралГУФК, 2016. – С. 87–93.
12. Щелконогов А.Е. Перспективы развития инструментального производства на инновационной основе для повышения конкурентоспособности машиностроительного предприятия / А.Е. Щелконогов, И.С. Амелин, Т.А. Зайцева, В.Ф. Гайсина, А.А. Дворниченко // Научные исследования и разработки студентов: Материалы III Междунар. студ. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 31 марта 2017 г.) / Редкол. О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. – С. 154–161.
13. Щелконогов А.Е. Оптимизация параметров оборудования для производства модельной оснастки с помощью аддитивных технологий / А.Е. Щелконогов, А.А. Дворниченко, Е.С. Загребина // Актуальные направления научных исследований: перспективы развития: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 23 апр. 2017 г.) / Редкол. О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. – С. 316–321.