

**АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МИНИ-ГТД**

Кокарева В.В., Малыхин А.Н., Вдовин Р.А.

Руководитель: канд. техн. наук, доцент Смелов В.Г.

*Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика
С.П. Королева (национальный исследовательский университет)*

Аддитивные технологии в настоящее время являются одними из наиболее динамично развивающихся и перспективных производственных процессов, революционным направлением в авиационном машиностроении. Это новый подход к проектированию и изготовлению деталей по сравнению с традиционными методами литья. Основные преимущества замены традиционных технологий литья деталей на аддитивное производство заключаются в снижении на порядок времени производственного цикла мелкосерийного производства; сокращении и упрощении цепочек поставок, благодаря отказу от многочисленного литейного оборудования и локализации производства отдельных элементов на площадках одного предприятия. А самое главное - внедрение принципиально новых подходов к проектированию изделий, позволяющих создавать сложнопрофильные детали, облегченные конструкции из металлов и полимерных материалов, производство которых с использованием традиционных технологических методов просто невозможно. Кроме этого, стоит помнить, что при производстве деталей ГТД, пусть даже мини-ГТД, требуется большое количество специальной оснастки, изготовление которой увеличивает производственный цикл, да и стоимость ее практически всегда велика. Применение же средств аддитивного производства исключает использование такой оснастки.

Уже сегодня можно сказать, что в будущем в авиастроении окажутся лишь те технологии, которые позволят снизить затраты на производство. Всем известно, что до 90% деталей ГТД при традиционном способе производстве оказываются бракованными и требуют доработки, тем самым увеличивая стоимость готового изделия.

На факультете двигателей летательных аппаратов, кафедре производства двигателей летательных аппаратов разрабатываются технологии изготовления деталей с помощью технологий быстрого прототипирования [1]. В качестве примера приведен технологический процесс изготовления рабочего колеса турбины мини-ГТД на основе использования аддитивных технологий (рис.1). Основные этапы аддитивных производственных процессов:

- выращивание мастер-модели моноколеса на 3D принтере (точность 16 мкм) из фотополимера,
- литье воска в силиконовые формы с малым коэффициентом усадки и высокими параметрами прочности и стойкости (стойкость формы – 50 шт.),
- изготовление керамической формы (три слоя связующего и огнеупорного циркониевого песка) и сушка формы,
- прокалка формы и, собственно, получение отливки.

Более подробный «аддитивный» технологический процесс изготовления деталей представлен в [2]. В данной работе приведем лишь преимущества от реинжиниринга традиционных литейных процессов на аддитивные технологии.



Рисунок 1 – Технология изготовления рабочего колеса турбины мини-ГТД

Как было доказано, при изготовлении деталей авиационного двигателя методами аддитивного производства, мы увеличили производительность в 5 раз, производственный цикл изготовления и сборки двигателя сократился в 3 раза, при этом масса изделий и двигателя сократилась вдвое, что позволило сэкономить дорогостоящие материалы.

Ниже представлены преимущества аддитивных технологий по стадиям производства (рис. 2).

| Проектирование | Производство | Изделие |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Гибкость в проектировании Изготовление прототипа по 3D модели | <ul style="list-style-type: none"> Снижение затрат на «единовременные» инструменты и оснастку Низкий уровень отходов Сокращение времени производственного цикла Цепочка поставок более гибкая | <ul style="list-style-type: none"> Сокращение комплектующих (сборки) Уменьшение веса Снижение стоимости ЖЦИ Уникальность Новые материалы |

Рисунок 2 - Преимущества аддитивных технологий

Также важно отметить, что весь производственный цикл изготовления детали «моноколесо» находится в единой информационно-технологической среде, где каждая операция также выполняется в цифровой CAD/CAM/CAE/PDM-системе [3]

Стоит заметить, что пока аддитивные технологии сохраняют конкурентные преимущества перед традиционными технологиями при низком объеме выпуска изделий, при проведении НИОКР, разработке прототипов и опытных образцов. При большой серийности изделий возрастает стоимость энергопотребления на единицу

изделия. Но применительно к деталям авиационного назначения, в нашем случае – мини ГТД, скорость выхода на рынок пилотного образца, вес аппарата, использование новых материалов и конструкций, экономия топлива в течение времени эксплуатации играют более значительную роль.

1. Р.А. Вдовин, В.Г. Смелов. Совершенствование технологического процесса многономенклатурного производства // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 15, №6(3), 2013. С. 612-619.
2. А.В. Балякин, Л.А. Чемпинский, В.Г. Смелов. Применение аддитивных технологий для создания деталей камеры сгорания // Вестник СГАУ № 3 (34), Часть 2. С. 47-52.
3. В.Г. Смелов, В.В. Кокарева, А.Н. Малыхин, О.Н. Малыхина. Организация подготовки производства с помощью PDM-системы Teamcenter // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 15, №6(4), 2013. С.966-972.