ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ТИТАНА

В. В. Смирнов[1], А. А. Ганеев[1], Е. Ф. Шайхутдинова[2]
Уфимский государственный авиационный технический университет[1],
г. Уфа, Россия,
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева - КАИ[2],
г. Казань, Россия

Повышение эксплуатационных характеристик турбореактивных двигателей является важным ресурсом обеспечения конкурентоспособности авиационной техники, как на внутреннем рынке, так и на международном. Традиционно данная проблема решается за счет совершенствования конструкции двигателя, а также использования в его узлах современных, более легких материалов, не уступающих и даже превосходящих существующие материалы по термомеханическим свойствам.

Основной проблемой освоения выпуска деталей из современных интерметаллидных сплавов специального назначения являются их низкие технологические свойства, прежде всего, низкая пластичность/вязкость разрушения в широком интервале температур и недостаточная механообрабатываемость. Кроме этого низкая плотность таких сплавов и большое сродство к кислороду вынуждает использовать специальные способы литья (в частности центробежный способ), который по существу и является единственным применимым. Несмотря на это, получаемые отливки содержат большой процент брака по таким видам как пористость, трещинообразуемость.

Решением проблемы получения качественных изделий из специальных интерметаллидных сплавов, а также возможность изготовления деталей в соответствии с новыми подходами к конструированию узлов и деталей силовых установок, сокращение времени проектных работ и изготовление опытных образцов изделий в кратчайшие сроки может быть применение в технологическом процессе так называемых аддитивных технологий.

Аддитивные технологии (AF – Additive Manufacturing), или технологии послойного синтеза позволяют на порядок ускорить НИОКР и решение задач подготовки производства, а в ряде случаев являются единственно применимыми для решения конструкторских и технологических задач [1].

Одной из перспективных технологий послойного синтеза является лазерное сплавление. Схема процесса лазерного спекания представлена на рисунке 1.

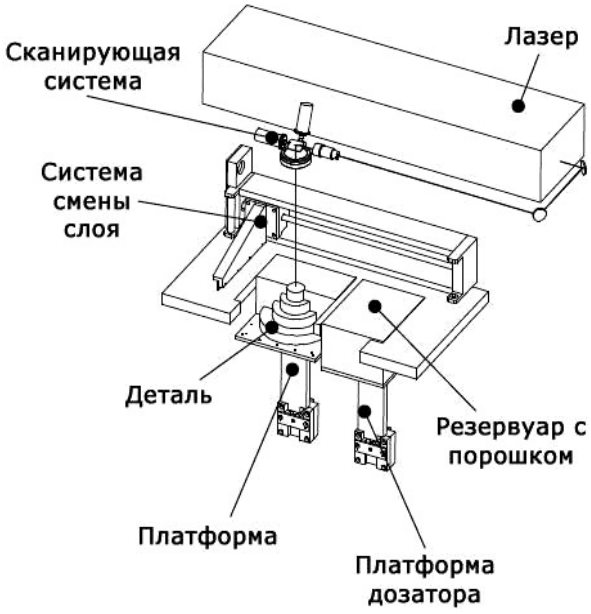

Рисунок 1 – Схема процесса лазерного спекания

Любой трехмерный объект может быть построен эффективно и быстро без какой-либо оснастки и сложной подготовки управляющих программ [1]. Необходимо только наличие трехмерного файла CAD. Во время построения, трехмерная модель разбивается на слои. Затем технология лазерного сплавления воспроизводит требуемую геометрию деталей по слоям. С помощью энергии лазера происходит построение твердотельных металлических из порошковых материалов. Технология лазерного сплавления позволяет производить несколько разных объектов за один запуск.

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ТИТАНА

Изготовление деталей с помощью лазерного сплавления порошков имеет ряд преимуществ для авиационной промышленности:
- отсутствует необходимость в оснастке;
- повышается рентабельность производства малой серии и эксклюзивных вариантов;
- увеличивается продолжительность жизненного цикла деталей;
- появляется возможность воспроизвести деталь в любой момент;
- отсутствуют ограничения по сложности деталей;
- снижается вес детали за счет уменьшения толщины стенок, элементов, создания сотовых и иных структур;
- возможность создания комплексных, интегрированных деталей;
- отсутствие в деталях пористости, характерной для литейных технологий;
- отсутствие в деталях литейных напряжений.

Примеры функциональных деталей, изготовленных с помощью технологии селективного лазерного сплавления представлены на рисунке 2 и 3.

Задача: Получение комплекта деталей

Материал: Ti64

Время подготовки управляющей программы: 1час

Время изготовления 2 комплектов (4 детали): 38 часов.

Размер 1 комплекта: 202 x 100 x 100 мм

Расход материала: 900гр

Время постобработки: 3 часа

Рисунок 2 – Пример функциональных деталей, изготовленных с помощью технологии селективного лазерного сплавления

Задачи:
– Изготовление рабочего колеса турбины

Решение:
– Материал EOS NickelAlloy IN718
– Изготовление на EOSINT M 280
– Толщина слоя 20 мкм

Результат:
– Резкое сокращение времени (2 – 3 дня по сравнению с 12 неделями)
– Сокращение стоимости, мин. на 80 %

Рисунок 3 – Пример функциональных деталей, изготовленных с помощью технологии селективного лазерного сплавления

В настоящее время аддитивные технологии переходят из разряда опытных и единичных работ в разряд учебных и промышленных участков. Так, в апреле 2013 года производитель реактивных двигателей компания Pratt & Whitney совместно с Университетом Коннектикута (США) объявила об открытии в Технологическом Парке университета одного из наиболее продвинутых центров аддитивного производства в стране [2].

Pratt & Whitney является подразделением Корпорации United Technologies, расположенной в Хартфорде. Представители компании сообщили, что с их стороны в проект лаборатории уже были инвестированы более 4,5 миллионов долларов, а в течение следующих пяти лет планируется потратить еще 3,5 миллиона [2].

Другим примером внедрения аддитивных технологий в аэрокосмическую промышленность является опыт авиационного отделения GE, одного из крупнейшего в мире поставщика реактивных двигателей, который использует технологии 3D печати например для производства топливных форсунок в реактивных двигателях. Впервые 3D печать используется для массового производства различных деталей, необходимых для тысячи реактивных двигателей (рисунок 4).

Рисунок 4 – Детали авиационного двигателя, полученные промышленным методом с помощью селективного лазерного сплавления

Следует отметить, что принципы организации промышленного участка аддитивных технологий достаточно сильно отличается от исследовательских и лабораторных участков. Связано это, прежде всего с необходимостью одновременной работы нескольких десятков установок, наличия собственного атомайзера - устройства получения тонкодисперсных порошков сплавов различного состава, комплекса лабораторий для контроля свойств как порошков, так и получаемых деталей и т. п.

Несмотря на техническую сложность и достаточно ощутимые первоначальные затраты, аддитивные технологии получения деталей авиационных двигателей, получают все большее распространение. Применение данных технологий позволяет решить множество проблем связанных как с быстрым освоением перспективных изделий, так и с применением для изготовления деталей сплавов, особенно из сплавов, обладающих сравнительно низкими литейными свойствами.

Список литературы:

1. Казмирчук К., Довбыш В. Аддитивные технологии в российской промышленности [Электронный ресурс] <URL: http://konstruktor.net/podrobnee-det/items/additivnye-texnologii-v-rossijskoj-promyshlennosti.html>. Дата обращения 01.10.2013 г. – Конструктор-машиностроитель, Российская Федерация.

2. Компания-производитель реактивных двигателей Pratt инвестирует 8 миллионов долларов в цифровую лабораторию Университета Коннектикута [Электронный ресурс] <URL: http://3dbay.ru/2013/04/08/компания-производитель-реактивных-д/>. Дата обращения 01.10.2013 г. – 3Dbay.ru, Российская Федерация.