

## АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – ДОМИНАНТА НАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНИЦИАТИВЫ

Страны, сделавшие ставку на развитие аддитивных технологий, сегодня занимают наиболее выгодные позиции в мировом разделении труда. Эти технологии являются важным фактором в совершенствовании технологического процесса изготовления деталей сложных технических систем. По сути, это комплекс принципиально новых производственных процессов, в которых построение изделия происходит путем добавления (англ. add – добавлять) материала, в отличие от традиционных технологий, где деталь создается методом удаления лишнего.

Именно применение аддитивных технологий позволяет в полной мере реализовать основные принципы создания материалов нового поколения, заложенные в “Стратегических направлениях развития материалов и технологий на период до 2030 года”, которые основаны на результатах фундаментальных и фундаментально-ориентированных исследований, полученных ведущими научно-исследовательскими организациями совместно с институтами РАН. Необходимо помнить главный принцип триединства аддитивного производства: материалы-технологии-конструкции, включая использование “зеленых” технологий при создании материалов и комплексных систем защиты, а также реализацию полного жизненного цикла с использованием IT-технологий – от создания материала до эксплуатации его в конструкции, диагностики, ремонта, продления ресурса и утилизации.

В высокотехнологичных отраслях промышленности для создания технических систем нового поколения требуется всесторонняя технологическая подготовка производства, с которой связаны циклы освоения и выпуска продукции, и в конечном итоге – эксплуатационная надежность и себестоимость изделия. Следует учитывать и специфику этих высокотехнологичных отраслей, которая состоит в том, что большая часть деталей изготавливается из труднообрабатываемых материалов. Это также является одной из причин повышения трудоемкости производства изделия и удорожания его себестоимости.

Необходимо отметить многообразие методов аддитивного производства в зависимости от применяемых технологий, материалов, оборудования, программного обеспечения и, конечно, конструкции, массы и габаритов детали. Эксперты выделяют следующие методы:

▶ **экструзионный** – на основе технологии послойного наплавления, по международной классификации FDM или FFF;



Е. Н. Каблов, академик РАН,  
генеральный директор ФГУП “ВИАМ” ГНЦ РФ

- ▶ **проволочный** – производство произвольных форм методом электронно-лучевой плавки (EBF3);
- ▶ **порошковый** – с применением технологий лазерного спекания (DMLS, SLS), электронно-лучевой плавки – лазерной наплавки (SLM), струйной трехмерной печати (3DP). Применяемые материалы – гипс, пластик, металлические порошки, песчаные смеси;
- ▶ **ламинирование (LOM)**;
- ▶ **полимеризация** – используемые методы: стереолитография (SLA), цифровая светодиодная проекция (DLP).

Аддитивная технология может быть реализована на трех этапах производства – построения моделей, создания прототипов и изготовления деталей, которые соответствуют всем требованиям конструкторской документации для сложных технических систем на полный ресурс эксплуатации.

Создавая инфраструктуру промышленного производства, основанного на 3D-технологиях, необходимо наращивать долю тех предприятий, где упор в производстве сделан на первые два этапа. Вначале осуществляется изготовление оснастки, выжигаемых моделей для литья (так называемое вспомогательное производство).

Далее идет производство демонстраторов и прототипов деталей и элементов конструкций (на этом этапе пока без досконального соблюдения соответствия требований технической документации). И, уже опираясь на конкретную практику производства и апробированные результаты, можно выходить на третий уровень – производство опытных и серийных партий деталей, полностью удовлетворяющих требованиям нормативной и конструкторской документацией по физико-механическим характеристикам.

## Все дело в порошках

В ближайшие годы Россия нацелена на активное развитие аддитивных технологий в различных отраслях производства. Движение в этом направлении предполагает значительный рост количества закупаемых установок, однако в силу ряда факторов применение этих технологий в отечественной промышленности происходит недостаточно интенсивно. В первую очередь сказывается отсутствие в нашей стране производства металлических и неметаллических порошковых композиций, а также слабая организация подготовки квалифицированных кадров в области аддитивных технологий. Также существенным препятствием для широкого внедрения у нас аддитивных технологий является отсутствие базы национальных стандартов для аддитивного производства, в частности по общей и специальной квалификации материалов (металлопорошковые композиции и синтезированные материалы), конструкциям, технологиям, оборудованию, контролю качества, контролю свойств и порядку применения деталей аддитивного производства в изделиях и др.

Между тем к характеристикам порошков для аддитивных технологий предъявляются очень жесткие требования. В первую очередь это обеспечение сферичности, определенного гранулометрического состава с высоким выходом годного, высокая химическая однородность, пониженное содержание газовых примесей. На данный момент предприятия закупают и используют аналоги зарубежного производства, поставляемые фирмами-производителями установок. При этом в условиях конкретного производства требуются металлические порошки именно отечественных сплавов. На сегодня в России годовая потребность существующего парка установок для аддитивного производства в порошковых материалах составляет примерно 30-50 тонн/год.

Для решения этой задачи во Всероссийском научно-исследовательском институте авиационных материалов (ВИАМ) организован замкнутый цикл аддитивного производства деталей сложных технических систем. Он включает производство расходоуемой шихтовой заготовки, получение мелкодисперсных

металлических порошков отечественных сплавов и разработку технологий селективного лазерного спекания деталей из этих порошков с последующей газостатической обработкой. Возможность проведения полного цикла исследований и обеспечения выпускаемой продукции с необходимой научно-технической документацией открывает также перспективу организации в ВИАМ серийного производства металлических порошков с последующей их сертификацией для ведущих моторостроительных предприятий. Создание единого центра, обеспечивающего серийный выпуск порошков и отработку технологий аддитивного производства деталей сложных технических систем, нацелено на сокращение отставания от зарубежных конкурентов в данной области и снижение себестоимости отечественных порошков до уровня, который существует в зарубежном производстве.

## Сегодня и завтра

Примечательно, что целенаправленная работа ВИАМ по развитию аддитивных технологий уже принесла плоды: впервые в России по аддитивной технологии с применением отечественной металлопорошковой композиции изготовлен завихритель фронтального устройства камеры сгорания перспективного авиационного двигателя ПД-14, отвечающий всем требованиям конструкторской документации (данная работа выполнена в рамках совместного проекта с индустриальным партнером АО «Авиадвигатель»).

Цикл изготовления таких завихрителей в среднем в 10 раз короче, чем с применением технологии литья по выплавляемым моделям. Изготовление 3D-деталей осуществляется с применением технологии SLS – технологии селективного лазерного спекания. Это позволяет получать изделия непосредственно из порошка, минуя промежуточные и подготовительные операции (разработка и изготовление литейной или штамповой оснастки, механическая обработка и т.д.). По предварительно выстроенной CAD-модели происходит послойное выращивание детали при выборочном сплав-



Турбовентиляторный двухконтурный двигатель ПД-14



Завихрители фронтального устройства камеры сгорания перспективного авиационного двигателя ПД-14

лени частиц порошка в соответствии с геометрией поперечных сечений детали. Толщина слоя при этом не превышает 60-80 мкм. Можно одновременно получить сразу несколько деталей, их количество и размер ограничены только габаритами рабочей камеры установки. В настоящее время ВИАМ изготавливает завихрители фронтального устройства для проведения испытаний двигателя ПД-14 в составе летающей лаборатории.

Возвращаясь к еще одной проблеме отечественной аддитивной отрасли – отсутствию базы национальных стандартов для аддитивного производства, следует отметить, что для ее решения на базе ВИАМ в 2016 году создан технический комитет по стандартизации “Аддитивные технологии”, чьей задачей является разработка комплексного подхода к развитию аддитивного про-

изводства и соответствующей системы национальных стандартов (включая классификацию материалов, требования к качеству исходного сырья, конструкции, технологии, оборудованию, унификацию форматов компьютерных моделей).

Резюмируя вышеизложенное, следует выделить ключевые предложения по организации работ, реализация которых позволит нашей стране занять достойное место на глобальном рынке аддитивных технологий и сделает их доминантой национальной технологической инициативы.

Во-первых, необходимо создать консорциум научных, образовательных и производственных организаций, в рамках которого будут определены области компетенций участников по разработке, внедрению и реализации аддитивных технологий в различных отраслях промышленности (материалы, технологии, оборудование, контроль, серийное производство и др.). Во-вторых, для внедрения аддитивных технологий в промышленности требуется увеличить долю предприятий третьего уровня реализации аддитивных технологий, то есть тех, которые занимаются производством опытных и серийных партий деталей, удовлетворяющих требованиям нормативной и конструкторской документации. В-третьих, необходимо подготовить предложения в Министерство образования и науки Российской Федерации по созданию универсальной системы сквозного обучения специалистов в области аддитивных технологий в образовательных учреждениях нашей страны.

**Е. Н. Каблов, академик РАН, генеральный директор, ФГУП “ВИАМ” ГНЦ РФ**

**ПРИ ПОДДЕРЖКЕ И УЧАСТИИ:**  
 Министерство промышленности, транспорта и инновационных технологий Омской области  
 Администрация города Омска  
 Межрегиональная ассоциация «Сибирское соглашение»  
 Омская ТПП  
 НП «Сибирское машиностроение»  
 Союз машиностроителей России

**22 - 24** МАРТА 2017 Г.  
**ОМСК**



**СИБИРСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ**  
**ПРОМТЕХЭКСПО**  
[www.intersib.ru](http://www.intersib.ru)

**АВТОМАТИЗАЦИЯ**  
**ЭЛЕКТРОНИКА**  
**ИЗМЕРЕНИЯ**

- Автоматизация предприятий
- АСУ ТП • САПР
- Измерительные приборы и системы
- Электротехническое оборудование для систем автоматизации
- Электронные компоненты и комплектующие
- Технологии и оборудование для электронной промышленности

19-я СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

Место проведения выставки:  
 Омск, ул. 70 лет Октября, 25/2,  
 ОБЛАСТНОЙ ЭКСПОЦЕНТР

Выставочная компания "ФАРЭКСПО" г. Санкт-Петербург  
 Тел./факс: +7(812) 777-04-07, +7(812) 718-35-37  
 E-mail: als@farexpo.ru www.farexpo.ru/omsk

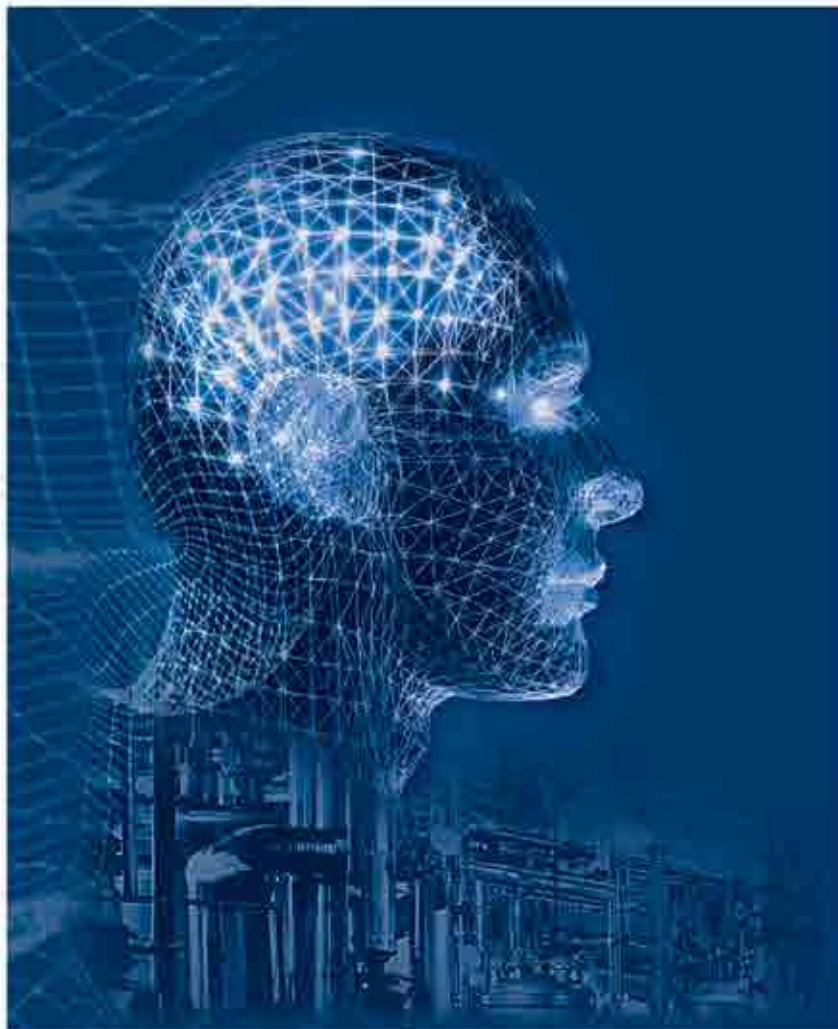
МВЦ "ИНТЕРСИБ", ВК "ОМСК-ЭКСПО" г. Омск  
 Тел./факс: +7(3812) 22-04-59, 23-23-30, 25-84-87  
 E-mail: expo@intersib.ru www.intersib.ru





# АВТОМАТИЗАЦИЯ

XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА



- ИКТ в промышленности • Системная интеграция
- Автоматизация производства • АСУ ТП
- Технические и программные средства автоматизации
- Измерение, контроль, испытание, диагностика
- Встраиваемые системы • Техническое зрение
- Мехатроника и робототехника
- Автоматизация зданий и ЖКХ
- САПР • Готовые отраслевые решения

Организатор выставки:



[ais@farexpo.ru](mailto:ais@farexpo.ru), [www.farexpo.ru/ais](http://www.farexpo.ru/ais)  
тел.: +7 (812) 777-04-07, 718-35-37

Место проведения: Санкт-Петербург, СКК, пр. Ю. Гагарина, 8, м. «Парк Победы»

**21 – 23 ноября 2017**

Санкт-Петербург, Петербургский СКК