



Ключевые слова:
АО «Станкопром», системный интегратор, аддитивные технологии, CAD-файлы, 3D-сканирование, станкоинструментальное оборудование, машиностроение

Keywords:
JSC Stankoprom, system integrator, additive technologies, CAD-files, 3D-scanning, machine tool equipment, engineering

АО «СТАНКОПРОМ» — СИСТЕМНЫЙ ИНТЕГРАТОР В РАЗВИТИИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Валерий КУКУШКИН, Александр КУЗНЕЦОВ

В статье показана история развития аддитивных технологий в России и мире, представлен практический опыт АО «Станкопром» по внедрению аддитивных технологий на производстве.

The article describes the history of the development of additive technologies in Russia and the world, represents the practical experience of JSC Stankoprom on the implementation of additive technologies in production.

В конце XX — начале XXI в. зародилось аддитивное (иногда называют быстрое или цифровое) производство — совокупность технологических процессов, основанных на изготовлении деталей путем послойного «выращивания» из различных материалов: порошковых пластиков, порошковых металлов, жидкостей, композитов и др. Быстрое производство позволяет выпускать единичные сложные изделия гораздо дешевле, чем при традиционном производстве, при этом экономически оправданным становится производство малых и даже средних серий.



Технология Быстрого производства подразумевает изготовление физических образцов на основе данных CAD-файлов или других параметров (например, данных 3D-сканирования) с использованием оборудования 3D-послойного синтеза без применения технологической оснастки и практически не нуждающихся в последующей доработке.

Самые передовые идеи оставались и остаются на бумаге из-за отсутствия технологий, позволяющих их реализовать. На современном этапе развития машиностроения передовыми являются технологии быстрого прототипирования (аддитивные технологии), с помощью которых можно в кратчайшие сроки получить прототип или экспериментальный, опытный образец самого сложного изделия.

В мире аддитивное производство уже перестало быть «зарождающейся технологией», а стало ведущей промышленной инновацией. Применение аддитивных технологий позволяет осуществить переход на стадию нового индустриального развития, к цифровому производству — «обогнать» традиционное производство по основным параметрам: в разы сократить длительность цикла от идеи, чертежа до изделия, сократить трудоемкость, материалоемкость и энергоемкость, обеспечить экологически чистое производство. При использовании аддитивных технологий все стадии реализации проекта от идеи до материализации (в любом виде — в промежуточном или в виде готовой продукции) находятся в единой технологической цепи, где каждая технологическая операция также выполняется в цифровой CAD\CAM\CAE-системе.

Происходит реальный переход к «бесбумажным» технологиям, когда для изготовления детали

традиционной бумажной чертежной документации в принципе не требуется.

Аддитивные технологии произвели настоящую революцию именно в высокотехнологичных отраслях — авиационной и аэрокосмической области, атомной индустрии, медицине и приборостроении, в отраслях, где характерным является малосерийное, иногда штучное (в месяц, год) производство. Именно здесь уход от традиционных технологий, применение новых методов послойного синтеза изделий радикально сократило время на создание новой продукции. Последние достижения в области порошковой металлургии позволили существенно расширить возможности аддитивных технологий по непосредственному «выращиванию» сложных деталей из металлов и получению новых конструктивных материалов с уникальными свойствами.

Россия продолжает отставать в технологическом плане, и отставание носит длительный системный характер. Наиболее динамично парк машин увеличивается в Японии, Китае, Германии, Франции, Великобритании и Италии. Оборудование аддитивного производства эксплуатируется в 67 странах мира. Причем 74% парка оборудования сосредоточено в шести странах: США (40%), Германии, Великобритании, Франции, Японии, Италии.

«Изучив опыт конкурентов, в том числе негативный, не повторяя их ошибок, вполне возможно выйти в лидеры там, где Россия до последнего времени не обладала заметными достижениями. Одной из таких сфер деятельности является цифровое производство, и, в частности, аддитивные технологии», — считает заместитель Председателя Правительства РФ Дмитрий Рогозин, озвучив свое мнение в статье, которую еще в марте 2014 г. опубликовала «Российская газета».

Еще раз перечислим основные тенденции развития традиционного производства, которые направлены на:

- расширение номенклатуры изготавливаемых изделий;
- существенное сокращение сроков поставки;
- возможность к экономически обоснованному переходу от массового к мелкосерийному и индивидуальному производству;
- снятие технологических ограничений на сложность деталей и узлов (изготовление деталей, недоступных для существующих технологий);
- возможность удовлетворения индивидуальных потребностей единичного заказчика (кастомизация);
- экономия площадей;
- экономия труда;
- сокращение производственного цикла;
- снижение требований к квалификации рабочих;
- снижение себестоимости при малых партиях;

→ экономия электроэнергии.

Все эти задачи поможет решить развитие технологий аддитивного производства, преимущество которого выражается в следующем:

- переход от массового производства к массовой кастомизации (возможность удовлетворения как можно большего числа индивидуальных заказчиков);
- сокращение производственных издержек, отсутствие длинных технологических переделов, не требуется содержание большого парка технологического оборудования;
- возможность создания изделий со сложной или даже невозможной в обычном производстве конфигурацией;
- отсутствует необходимость использования технологической оснастки;
- резкое повышение гибкости производства, нет необходимости переналадки оборудования под новое изделие, достаточно просто загрузить новую 3D-модель;
- полная автоматизация процесса, весь производственный процесс проходит в автоматическом режиме без дополнительных технологических операций со стороны оператора;
- возможность децентрализации производства и организации дистанционного управления — для запуска производства нет необходимости личного присутствия оператора, можно удаленно отправить 3D-модель по сети Интернет, а затем лишь забирать готовые партии изделий;
- значительное уменьшение объема отходов.

Рассмотрим, как развиваются «Аддитивные технологии» в России и в мире в целом. Сегодня технологические процессы, основанные на получении изделий методом послойного наращивания материала и получившие название «Аддитивные технологии», в силу своих явных преимуществ перед традиционными методами производства сложных изделий получают в мире все более широкое распространение.

В последние 15–20 лет за рубежом данной отрасли уделяется большое внимание: создаются центры развития аддитивных технологий, проводится постоянная работа по совершенствованию физико-химических параметров и повышению эксплуатационных характеристик производимой продукции. Уже сегодня изделия, изготовленные методами послойного синтеза, активно используются в оборонной, авиационной, ракетно-космической, автомобильной, электротехнической промышленности, медицине и других отраслях. По данным NASA на сегодняшний день уже порядка 14% сложных изделий ракетной техники изготавливаются с применением аддитивных технологий. Таким образом, очевидно появление нового вида производства,

обладающего неоспоримыми преимуществами по сравнению с традиционным, и от степени его освоения зависит не только технологическая независимость государства, но и его безопасность.

В России развитие аддитивных технологий осуществляется по следующим основным направлениям:

- организация собственных инженерно-производственных центров и отделов в структуре крупных промышленных предприятий;
- создание инженерных центров, кафедр и лабораторий на базе научно-исследовательских институтов и технических университетов;
- организация частных коммерческих фирм, оказывающих услуги по изготовлению изделий на заказ.

Однако организации, работающие в данной отрасли, действуют сами по себе, не придерживаясь единой стратегии и решающие при этом узкоспециализированные задачи, не охватывая всего спектра проблем, среди которых можно выделить:

- отсутствие позитивного опыта внедрения в промышленности;
- отечественные разработки технологий и оборудования находятся на начальном уровне, требуется проведение ряда дополнительных НИОКР;
- отсутствие опыта проектирования изделий, изготавливаемых аддитивными методами, с обеспечением их функциональных свойств;
- нехватка квалифицированного персонала;
- отсутствие разработанных и готовых к промышленному применению мелкодисперсных порошков (20–50 мкм) с однородным распределением по размерам и необходимой сферичностью, являющихся исходным материалом для установок послойного синтеза;
- отсутствие стандартов на используемые материалы, технологии изготовления и методов контроля производимой продукции;
- отсутствие системы сертификации аддитивных технологических процессов и получаемой в результате продукции.

Успешное освоение, а также дальнейшее развитие аддитивных технологий, использование в полной мере их потенциала и преимуществ может быть осуществлено только за счет объединения компетенций промышленных, научно-исследовательских и коммерческих организаций. При этом необходимы проведение единой научно-технической и производственной политики, переход на принципы системного подхода, организация стратегического управления процессами создания, развития, внедрения и применения данных технологий.

В связи с данными обстоятельствами для объединения усилий по реализации мероприятий,

направленных на продвижение аддитивных технологий в отечественных отраслях промышленности, и по поручению Министерства промышленности и торговли Российской Федерации координатором по данному направлению выступает АО «Станкопром» с привлечением всех отечественных организаций, обладающих компетенциями в области аддитивных технологий.

Еще в начале 2015 г. АО «Станкопром» подготовило и направило на утверждение в Минпромторг России дорожную карту (план мероприятий), нацеленную на развитие отрасли аддитивных технологий в качестве приоритетного направления развития науки, технологий и техники Российской Федерации.

По поручению Минпромторга России АО «Станкопром» ведет работу с Центром технологической компетенции аддитивных технологий (ОАО «ЦТКАТ», г. Воронеж) в рамках своей компетенции с ведущими специалистами предприятий и научно-исследовательских институтов авиационной, космической и других отраслей, работающих в области аддитивных технологий по их развитию, а также в части привлечения заказов на конечные изделия от предприятий ГК «Ростех».

15 октября 2015 г. при участии АО «Станкопром» на базе ООО «Воронежсельмаш» (г. Воронеж) в АО «Центр аддитивных технологий» прошел целевой производственно-технологический семинар для главных конструкторов и представителей ГК «Ростех».



В рамках семинара АО «Станкопром» представил актуализированный проект плана мероприятий (дорожная карта) по развитию отрасли аддитивных технологий в качестве приоритетного направления развития производственных технологий РФ. Цель реализации ДК — исполнение поручений президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России от 16 сентября 2014 г. № 5 «О развитии новых производственных технологий».

Также на семинаре прошло:

- обсуждение актуальности применения аддитивных технологий на предприятиях ГК «Ростех»;
- демонстрация примеров изготовления изделий из полимеров и металлов с применением аддитивных технологий;
- демонстрация и обсуждение использования системы трехмерного сканирования и реверс-инжиниринга;
- обсуждение вариантов производственно-технического сотрудничества АО «Центр аддитивных технологий» и предприятий ГК «Ростех»;
- обсуждение вопросов по созданию кафедр в вузах по обучению изготовления изделий из полимеров и металлов с применением аддитивных технологий.

Результатом целевого производственно-технологического семинара стала возможность получения заказов у предприятий ГК «Ростех» на изготовление конечных изделий. На данный момент на проработке в ОАО «ЦТКАТ» находятся заказы на изготовление из полимерных и металлических материалов от следующих предприятий: АО «Концерн «Созвездие», ОАО НПП «Дельта», ОАО «Уральский приборостроительный завод», ОАО «Пензенское производственное объединение электронной вычислительной техники», ОАО «НПК Конструкторское бюро машиностроения», ОАО «Ковровский электромеханический завод», ОАО НПО «Сплав», ОАО «НПО ГИПО», ОАО «Авиадвигатель», АО «Вертолеты России», АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха» и др. Часть заказов от указанных предприятий уже сделана, передана или передается заказчику.

Так, для ОАО НПП «Дельта» и ОАО «Концерн «Калашников» изготовлены и переданы тестовые изделия из отечественного металлического порошка марки ПР-07Х18Н12М2 (изготовитель ОАО «ПОЛЕМА», получено 100 кг порошка, материал, наиболее близкий к зарубежному порошку сплава нержавеющей стали марки 316L).

Еще одним важным направлением в развитии аддитивных технологий является производство отечественных материалов (порошков). Что сегодня делается АО «Станкопром» для этого?

АО «Станкопром» периодически принимает участие в совещаниях Минпромторга России,

направленных на серийное изготовление изделий из отечественных материалов (порошков) и отработке технологии спекания отечественных материалов на оборудовании SLM280HL компании *SLM Solutions*.

Среди отечественных производителей материалов, с кем сотрудничает АО «Станкопром», можно отметить ВИЛС, ОАО «Электромеханика», ИПЛИТ РАН, ФГУП «ВИАМ», ОАО «ПОЛЕМА» и др. производители.

Основная цель — это импортозамещение и отработка технологий спекания изделий из отечественных металлических порошков производства выше перечисленных производителей материалов. Вся работа направлена на снижение стоимости поставки за 1 кг (в пределах 2500–5000 руб. за 1 кг в зависимости от марки материала).

Второе немаловажное направление — это обеспечение возможности подбора и отработки технологических процессов спекания (изготовления) изделий из отечественных порошков на промышленных 3D-принтерах. Это значительное преимущество, но и кропотливая работа, требующая времени по отработке процессов спекания и изготовления изделий. Например, только для предварительной отработки технологий спекания и изготовления тестовых образцов для определения прочностных, структурных и эксплуатационных характеристик требуется не менее 50–60 кг отечественного порошка, при этом высота заполнения камеры составляет порядка 100 мм.

Подводя итог проделанной за этот короткий период времени работы, АО «Станкопром» считает, что для успешного внедрения аддитивных технологий в промышленности и максимального использования их потенциала требуется переход на принципы системного подхода и организация стратегического управления, включающего в себя:

1. Объединение компетенций научно-исследовательских, промышленных и коммерческих (пользователей технологий) организаций с целью проведения единой научно-технической политики.





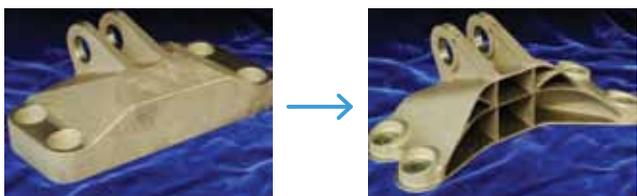
2. Формирование базы данных потребностей предприятий различной отраслевой принадлежности в изделиях, обладающих расширенными функциональными характеристиками, в части возможности использования аддитивных технологий.



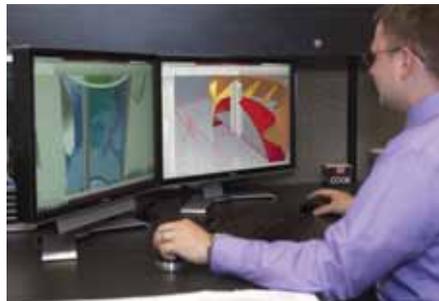
3. Формирование базы данных используемых материалов и потребности в разработке новых видов материалов.



4. Разработка принципов, методик и стандартов проектирования изделий с учетом внедрения аддитивных производственных процессов.



5. Создание специализированного программного обеспечения для разработки изделий сложной геометрии, изготавливаемых аддитивными методами.



6. Разработка технологических решений, объединяющих различные методы изготовления изделий, в том числе аддитивные.



7. Организация системы сертификации и стандартизации изделий, технологий и материалов для аддитивного производства.



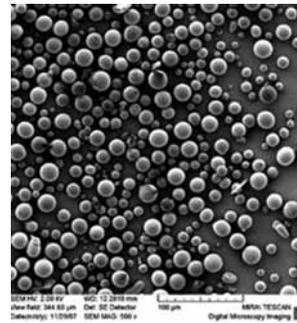
8. Разработка методик метрологического контроля и испытаний образцов изделий, изготовленных послойным синтезом.



9. Разработка и серийное производство оборудования для изготовления материалов.



10. Разработка и серийное производство перспективных полимерных, композитных, керамических, металлических и интерметаллидных материалов.



11. Разработка гаммы отечественного оборудования послойного синтеза и организация его серийного производства.



12. Организация сети центров аддитивных технологий коллективного пользования.



13. Организация обучения на базе вузов.



14. Разработка в рамках Государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» на период до 2020 г. подпрограммы «Аддитивное производство».

В настоящее время во исполнение Протокола № 5 заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России от 16 сентября 2014 г. АО «Станкопром» ведет работу по сбору информации о проектных консорциумах, ориентированных на внешние и внутренние рынки и состоящих в том числе из крупных компаний с государственным участием — потребителей аддитивных технологий, ведущих высших учебных заведений и исследовательских центров, инжиниринговых компаний, малых и средних предприятий, производящих продукты и технологические решения в сфере аддитивных технологий.

АО «Станкопром» считает, что будущее за консорциумами, так как они объединяют в себе и индустриального партнера (заказчика на конечные изделия), и производителя материалов (порошков), и предприятия, где будут изготавливаться конечные изделия.

Для этого АО «Станкопром» направил в Минпромторг России к проекту подпрограммы «Развитие производства средств производства» государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» предложение о поддержке реализации кооперационных проектов, создание проектных консорциумов, которое должно стать

эффективным механизмом государственной поддержки проектных консорциумов. Наличие данного мероприятия соответствовало п. 2 поручений Президента РФ от 14.07.2015 г. № Пр-1363 о включении в подпрограмму мероприятий, направленных на развитие перспективных и принципиально новых видов станкоинструментального оборудования.

В качестве системной инициативы исполнения протокола № 5 заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России от 16 сентября 2014 г., предусматривающего создание проектных консорциумов, АО «Станкопром» провел работу по созданию проектных консорциумов по аддитивным технологиям. К настоящему времени АО «Станкопром» рассмотрело более 14 проектов по созданию проектных консорциумов, в том числе:

- два проектных консорциума готовы к созданию и выполнению работ, имеются документальные подтверждения на спрос и готовность к промышленному освоению результатов со стороны промышленных партнеров;
- четыре проектных консорциума имеют большой потенциал реализации при нахождении промышленных партнеров.

Принимая во внимание поручение Президента РФ от 14.07.2015 г. № Пр-1363, АО «Станкопром» просит рассмотреть возможность включения мероприятий, направленных на государственную поддержку проектных консорциумов (финансирование стадии НИОКР с последующим внедрением в производство) в рамках мероприятия «Стимулирование внедрения и опытно-промышленной эксплуатации современных высокотехнологичных средств производства, в том числе робототехники, цифрового производства, аддитивных технологий и цифрового программного обеспечения».

Валерий Алексеевич КУКУШКИН —
руководитель Инжинирингового центра
АО «Станкопром»

Александр Павлович КУЗНЕЦОВ —
советник генерального директора по науке
АО «Станкопром»

НАША СПРАВКА

ОАО «ЦТКАТ» основано в мае 2014 г. на принципах государственно-частного партнерства по инициативе Правительства Воронежской области, проект получил одобрение Минэкономразвития России.

Центр является одним из крупных в мире, аналогичного комплекса оборудования нет на территории РФ.

Центр предоставляет услуги быстрого прототипирования и изготовления изделий с использованием современных аддитивных технологий и оборудования ведущих фирм Stratasys, EOS GmbH, MK Technology GmbH, 3D Systems, Envisiontec, SLM Solutions, Breuckmann, реверс-инжинирингу, 3D сканированию, вакуумному литью, механической

обработке и производству изделий единичных (эксклюзивных) и малых серий.



Еще одно направление работы Центра — производство и реализация собственной разработки — настольного персонального 3D принтера «Альфа» и его различных модификаций. Произведено и реализовано более 300 принтеров в различные учебные заведения.



В настоящее время в ОАО «ЦТКАТ» идет разработка 3D принтера для промышленных целей.

Технологии 3D печати, используемые в Центре:

- селективное лазерное спекание полимерных порошков (SLS);
- трехмерная печать с использованием нескольких модельных материалов одновременно (PolyJet);

- селективное лазерное плавление металлических порошков (SLM);
- отверждение фотополимерной смолы ультрафиолетовой лампой и лазером (SLA);
- послойное склеивания композитного порошка на основе гипса связующим веществом (3DP).

Основные отрасли применения продукции Центра аддитивных технологий:

- радиотехнический и электронный сектор,
- автопромышленность,
- медицина и стоматология,
- аэрокосмический сектор,
- машиностроение,
- образование,
- военный сектор,
- архитектура,
- прочие направления.

На сегодняшний день Центр аддитивных технологий обладает самыми большими компетенциями в России в области промышленной 3D печати и самым большим в стране арсеналом производственных 3D принтеров, использующих различные технологии аддитивного производства. Также Центр аддитивных технологий является экспертом с 2013 г. ведет рубрику по России в самом авторитетном аналитическом международном ежегодном журнале по аддитивным технологиям «WOHLERS REPORT».



Заседание ТК по аддитивным технологиям

26 января 2016 г. во Всероссийском научно-исследовательском институте авиационных материалов (ВИАМ) прошло первое организационное заседание Технического комитета (ТК) 182 «Аддитивные технологии».

Как отметил заместитель руководителя Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) А.В. Зажигалкин, «аддитивные технологии — это наиболее перспективное направление современной технологической мысли. В то же время создание Технического комитета является важнейшим этапом по развитию данных технологий в нашей стране».

Обращаясь к представителям ТК, он отметил, что «у вас очень ответственное направление деятельности, кото-

рое имеет серьезную перспективу. Я хочу сказать, что комитету будет помогать не только Росстандарт, но и Минпромторг России, а также все наши ведомства». Добавим, что в ходе заседания была представлена структура комитета, утверждены председатели подкомитетов, а также рассмотрен вопрос о включении в состав ТК полномочных представителей новых организаций. Кроме того, участникам заседания представили презентацию проекта национального стандарта «Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы — часть 1. Термины и определения».

Пресс-служба ВИАМ
www.viam.ru