



УДК 51-74

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНОЛОГИЙ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Пархимович А.Б., parhimovich_arthur@mail.ru; Краснова А.В., krasnova_a_v97@mail.ru;
Воейко О.А., olga_voeyko@mail.ru*

ГБОУ ВО МО «Технологический университет», г. Королев

В статье рассмотрены особенности применения современных технологий аддитивного производства, состояние зарубежного и отечественного рынка данной отрасли, его влияние на формирование современного машиностроения и производства в целом. Показана роль внедрения технологий аддитивного производства для повышения экономической мощи и увеличения инновационного потенциала России.

Ключевые слова: Аддитивное производство, потенциал, стандартизация, рынок.

MODERN CONDITION AND PROSPECTS OF ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGIES

Parkhimovich A.B., Krasnova A.V. Voeyko O.A.

University of Technology, Korolev

The article discusses the features of the application of modern technologies of additive production, their impact on the formation of modern engineering and production as a whole. A review of the market for additive manufacturing technologies was conducted, and the role of the introduction of these technologies to enhance economic power and increase the innovative potential of Russia was shown.

Keywords: Additive Manufacturing, possibilities, standard, market.

С каждым годом все больше наблюдается интерес к применению технологий аддитивного производства (*Additive Manufacturing*). Термин «аддитивное производство» (далее АП) применяется для описания процессов создания физических моделей твердых тел на основе виртуальных моделей, построенных в среде САПР. Исходные данные модели разбиваются на серии двумерных чертежей, затем в формате STL загружаются в машины АП, в которых происходил послойное нанесение материала и в результате чего формируется изделие на физическом уровне. Машины АП имеют особую ценность при изготовлении изделий сложной геометрической формы, т.к. точно воспроизводят геометрические параметры изделия без регулировки настройки таких производственных процессов, как изготовление оснастки, обработка подсечек и соблюдение углов уклона. В статье рассмотрены особенности применения технологий АП, текущее состояние на рынке и тенденции их роста.

Технологии АП охватывают все новые сферы деятельности человека. Дизайнеры, архитекторы, археологи, конструкторы и технологи используют машины АП для реализации различных идей и проектов.

В настоящее время отсутствуют международные стандарты на расходные материалы и готовую продукцию АП, т.к. методы оценки свойств материалов, полученных традиционными технологиями, не могут быть применены к технологиям АП по ряду технических причин. Однако, существуют организации, которые регулируют вопросы стандартизации материалов для технологий АП (рисунок 1).

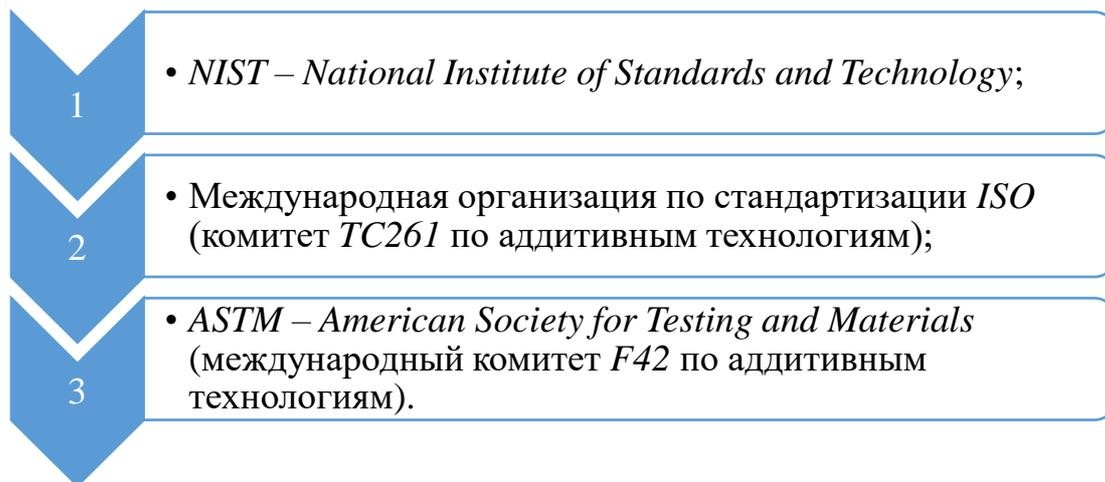


Рис. 1. Организации, регулирующие вопросы стандартизации материалов для технологий АП

Вопросы терминологии также рассматриваются в рамках деятельности организации *ASTM International*. В стандарте *ASTM F2792.1549323-1* технологии АП определены как «процесс объединения материалов с целью создания объекта из данных 3D-модели, как правило, слой за слоем, в отличие от «вычитающих» производственных технологий», таких как механообработка [1].

Согласно устоявшейся классификации по методам формирования слоя различают два вида технологий АП: «*Bed Deposition*» и «*Direct Deposition*».

Все технологии, относящиеся к группе «*Bed Deposition*», имеют схожие принципы построения изделия (рисунок 2).

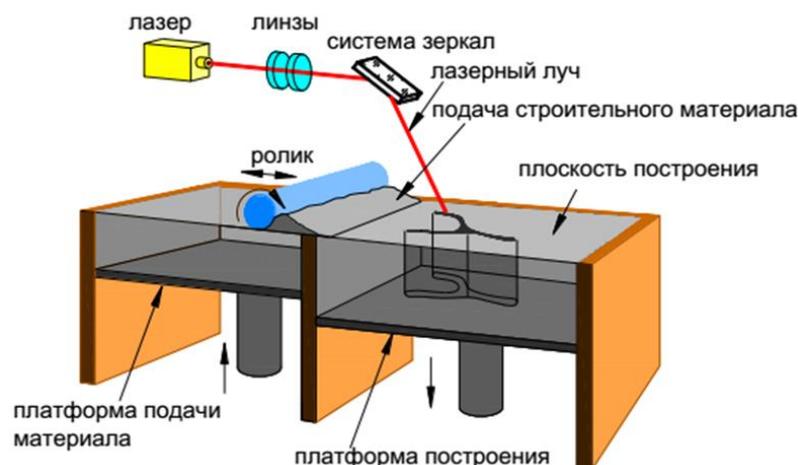


Рис. 2. Технология «*Bed Deposition*»

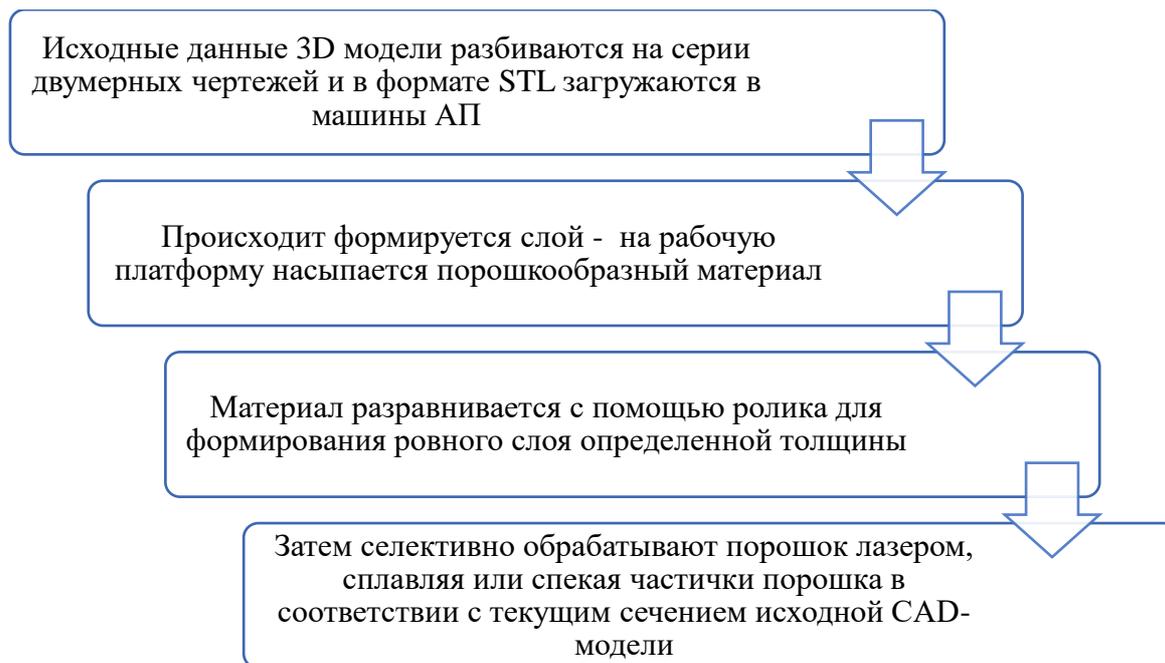


Рисунок 3. Последовательность создания физической модели на 3D принтере

Технологии группы «Bed Deposition» требуют наличие платформы, положение которой при построении неизменно. При этом часть строительного материала (в данном случае – порошка) остается в созданном слое нетронутой. Данная технология также имеет название «селективный синтез» или «селективное лазерное спекание» (от англ. SLS – Selective Laser Sintering). Схожей технологией с SLS является технология SLA, но различие заключается в применении расходного материала в виде жидких полимеров и «отвержении» их с помощью ультрафиолетового источника излучения.

Кроме вышеперечисленных технологий, к группе «Bed Deposition» относят следующие технологии АП (рисунок 4):

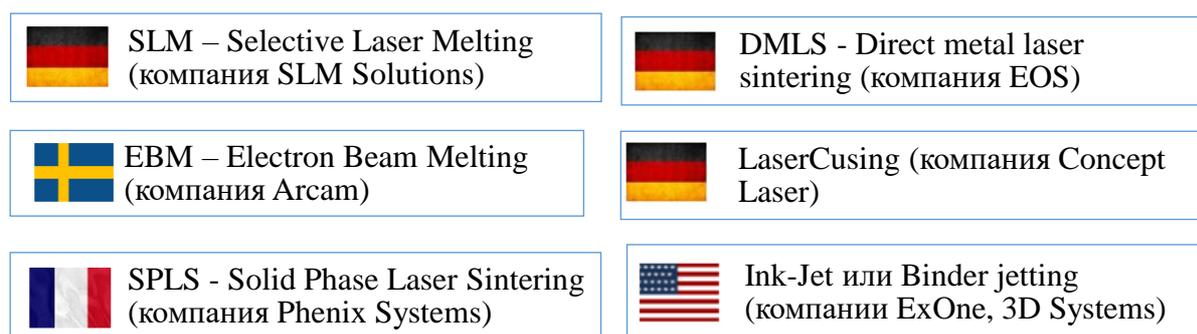


Рис. 4. Технологии группы «Bed Deposition»

При использовании технологий группы «Direct Deposition» материал подается непосредственно в место подведения энергии и построения в данный момент фрагмента детали. В переводе с английского «Direct Deposition» означает «прямое или непосредственное осаждение» материала, т.е. осаждение в конкретную точку (рисунок 5)

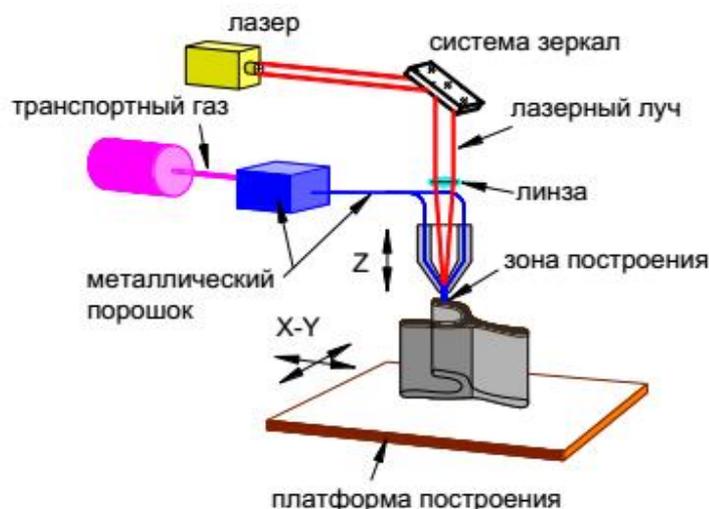


Рис. 5. Технология «Direct Deposition»

Ко второй группе, по методу формирования слоя относят следующие технологии АП (рисунок 6):



Рис. 6. Технологии группы «Direct Deposition»

Аддитивные технологии – наиболее активно и динамично развивающаяся отрасль. По мнению Т. Джонсона, аналитика инвестиционного банка Piper Jaffray, к 2020 г. ожидается увеличение рынка продаж АП принтеров и услуг до 5,0 млрд. долларов. В своём ежегодном отчете основатель консалтинго-аналитической компании Wohlers Report, Терри Валерс отметил, что рынок продаж АП принтеров и услуг к концу 2018 г. достиг отметки свыше 6 млрд. долларов [2]. Согласно новому отчёту Wohlers Report продажи АП принтеров, работающих с металлом, в 2018 г. выросли на 21 %, в сравнении с 2017 г. Тенденция роста продаж АП принтеров, работающих с металлом, показана на рисунке 7.

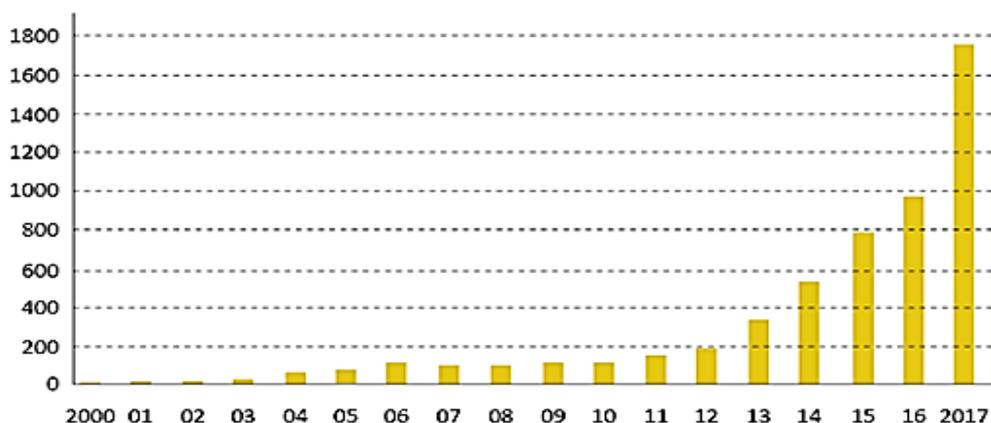


Рис. 7. Годовые объемы продаж АП принтеров, работающих с металлами



Иностранные аналитики рассматривают степень внедрения технологий АП в машиностроение и материальное производство в целом, как надежный индикатор реальной промышленной мощи любого государства. В настоящее время лидером и крупнейшим потребителем АП технологий является США.

Около 40% от общего числа проданных машин за 24 года наблюдений, проводимых Wohlers Report, приходится на США. Второе место занимает Япония, имея долю в 11,3%, третье место принадлежит Немецким разработчикам АП технологий – 9,4%, Китай также стремительно наращивает долю в технологиях АП, его доля – 8,6%, Великобритания имеет долю в 2,6% Россия занимает 12-е место (рис. 15).

Ежегодные темпы роста мирового рынка технологий АП составляют 15%. В настоящее время нет определенного преобладающего сегмента рынка АП, однако при сохранении темпов роста на этом уровне к 2025 году объем рынка увеличится с текущих \$6 млрд до \$21,5 млрд. К этому времени до 52% рынка технологий АП будет приходиться на авиационную промышленность, сферу здравоохранения и автомобилестроение. Согласно прогнозам, доля технологий АП в отраслях к 2025 году, будет выглядеть следующим образом (рисунок 8). Сегмент «Прочие» включает пищевую, энергетическую и строительную отрасли.



Рис. 8. Прогноз мирового рынка технологий АП в 2025 г.

По состоянию на 2018 г. рынок аддитивных технологий в России составляет \$79,2 млн. По заявлению директора департамента станкостроения и инвестиционного машиностроения РФ Михаила Иванова, ожидается рост технологий АП в России до 20% ежегодно [4].

Помимо главных потребителей технологий АП в России, а это крупные государственные корпорации как: Роскосмос, Ростех, Росатом, «ОДК-Сатурн», «ОДК-Авиадвигатель», «ОКБ Сухого», существенный вклад в развитие данной отрасли вкладывают научные, учебные и образовательные центры: МАИ, МИСиС, компания «СТАНКИН-АТ» — предприятие при МГТУ «СТАНКИН» и др. ведущие вузы страны. В их задачу входят исследования и отработка технологических режимов печати отечественными материалами. Координированием по развитию и внедрению технологий АП занимается ФГУП «ВИАМ». Следует отметить также что крупнейшим накопителем знаний в данной сфере является компания 3DToday – энциклопедия 3D печати. Для предприятий и организаций, желающих



протестировать возможности 3D-печати в различных регионах создано несколько Центров компетенций аддитивных технологий, которые предоставляют в пользование свое 3D-оборудование.

Важной задачей для развития отрасли технологий АП является не только производство оборудования и разработка ПО, но и также производство сырья. Сейчас потребности России в расходных материалах, в частности металлических порошках для принтеров АП, а также самих принтеров АП удовлетворяются преимущественно за счет импорта продукции. Однако, следует отметить, что производство металлопорошков АП в России может достигать до 1000 тонн материалов в год. Учитывая весь мировой объем затрат металлопорошков для АП – 700-900 тонн, это свидетельствует о высоком потенциале отечественного рынка технологий АП, а также о возможностях экспорта. Среди отечественных производителей материалов АП можно выделить: ВИАМ, ВИЛС, Композит, Росатом и др.

Стимулирование разработок в области технологий АП в России должно поддерживаться с помощью государственного субсидирования производства и НИОКР, а также за счет прямых инвестиций. Одной из крупнейших организаций, которая оказывает финансовую поддержку проектам в сфере технологий АП, является Фонд развития промышленности. ФРП оказывает поддержку компаниям в виде выдаче льготных займов [3].

Сегодня технологии АП привлекают все большее внимание специалистов из самых различных отраслей промышленности. Это связано с тем, что технологии АП являются не только высокоэффективными, но и инновационными, поскольку сами позволяют генерировать новые технологии, знания, а также несут в себе новое качество. Технологии АП успешно введены в коммерческую эксплуатацию и начинают уверенно занимать свое место практически во всех отраслях реального сектора экономики. В данной работе приведены лишь некоторые сведения о современных технологиях АП, которые с полной уверенностью можно отнести к технологиям 21 века и которые в полной мере соответствуют задачам создания инновационной экономики. Кроме высокого потенциала в снижении энергетических затрат на изготовление множества видов продукции, следует также отметить что степень использования технологий АП в материальном производстве является отличным индикатором реальной индустриальной мощи государства и одним из показателей его инновационного развития.

Список литературы

1. Зленко М.А., Попович А.А., Мутьлина И.Н. Аддитивные технологии в машиностроении. СПб. Издательство политехнического университета – 2015 г – 222 с.
2. Wohlers Assotiation. Wohlers Report 2018 – 2018 – 510 с.
3. Старцева Т.Е., Антипова Т.Н., Асташева Н.П., Воейко О.А. и др. Управление качеством в современной инновационной среде (монография) М.: Научный консультант. – 2018. – 338.
4. Аддитивные технологии в России: уникальные разработки, рынок сбыта и господдержка [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.innoprom.com/media/letters/additivnye-tekhnologii-v-rossii-unikalnye-razrabotki-rynok-sbyta-i-gospodderzhka/>