

Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов,  
металлургии и химической промышленности



# Обзор рынка металлических порошков для аддитивных технологий и 3D-принтеров в России

3 издание

Москва  
сентябрь, 2018

## Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <http://www.infomine.ru/research/32/498>

Общее количество страниц: 112 стр.

Стоимость отчета – 60 000 рублей

Этот отчет был подготовлен экспертами ООО «ИГ «Инфомайн» исключительно в целях информации. Содержащаяся в настоящем отчете информация была получена из источников, которые, по мнению экспертов ИНФОМАЙН, являются надежными, однако ИНФОМАЙН не гарантирует точности и полноты информации для любых целей. Информация, представленная в этом отчете, не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и подлежат изменению без предупреждения. ИНФОМАЙН не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем отчете, включая опубликованные мнения или заключения, а также последствия, вызванные неполнотой представленной информации. Информация, представленная в настоящем отчете, получена из открытых источников либо предоставлена упомянутыми в отчете компаниями. Дополнительная информация предоставляется по запросу. Этот документ или любая его часть не может распространяться без письменного разрешения ИНФОМАЙН либо тиражироваться любыми способами.

Copyright © ООО «ИГ «Инфомайн»

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Аннотация.....</b>	<b>8</b>
<b>Введение .....</b>	<b>10</b>
<b>1. Состояние и перспективы использования аддитивных технологий в мире .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Выпускаемое в мире оборудование для аддитивных процессов с использованием металлических порошков .....</b>	<b>17</b>
<b>3. Производство аппаратов для аддитивных технологий в России .....</b>	<b>30</b>
<b>4. Технологии производства и номенклатура выпускаемых металлических порошков для аддитивных технологий в мире.....</b>	<b>34</b>
<b>5. Выпуск металлических порошков для аддитивных технологий в России .....</b>	<b>52</b>
<b>6. Импорт России аппаратов для аддитивных технологий с металлическими порошками в 2009-2018 гг.....</b>	<b>62</b>
<b>7. Импорт России металлических порошков для аддитивных технологий в 2009-2017 гг. ....</b>	<b>68</b>
<b>8. Основные компании-импортеры 3D-принтеров и металлических порошков для аддитивных технологий .....</b>	<b>78</b>
ООО «Инженерная фирма АБ «Универсал» (Москва).....	78
ООО «Нисса Диджиспейс» (Москва).....	80
<b>9. Промышленные компании-потребители металлических порошков для аддитивных технологий в России .....</b>	<b>82</b>
АО «ОДК «Авиадвигатель» .....	82
ПАО «ОДК «Сатурн».....	85
АО «Новомет-Пермь» .....	88
Центр технологической компетенции аддитивных технологий (ЦТКАТ) .....	89
<b>10. Состояние и перспективы аддитивных технологий в России и использование для них металлических порошков.....</b>	<b>90</b>
<b>Приложение 1. Адресная книга основных участников рынка аддитивных технологий с использованием металлических порошков в России.....</b>	<b>96</b>
<b>Приложение 2. Зарубежные поставщики и российские импортеры аппаратов аддитивных технологий для металлических порошков, характеристика импортируемой продукции, объем/цена (2009-2017 гг., 1 полугодие 2018 г.) .....</b>	<b>97</b>

**Приложение 3. Зарубежные поставщики и российские импортеры  
металлических порошков для аддитивных технологий, характеристика  
импортируемой продукции, объем/цена (2009-2017 гг., 1 полугодие 2018 г.)  
..... 101**

## СПИСОК ТАБЛИЦ

- Таблица 1: Изменение структуры использования аддитивных технологий в 2012 и 2016 гг., %
- Таблица 2: Основные параметры 3D аппаратов для послойного синтеза из металлопорошковых композиций
- Таблица 3: Технические характеристики установок марки УрАМ
- Таблица 4: Области применения деталей из различных металлических порошков, получаемых с помощью технологии лазерного спекания
- Таблица 5: Порошковые композиции, поставляемые компаниями-производителями АМ-машин
- Таблица 6: Номенклатура порошков компании LPW Technology для применения в АМ-машинах
- Таблица 7: Техничко-экономические показатели установки центробежного распыления расплава ООО «Сферамет»
- Таблица 8: Поставки порошков для аддитивных технологий российских компаний в 2015-2018 гг.
- Таблица 9: Страны-поставщики в РФ 3D-принтеров для металлических порошков в 2009-2018 гг., тыс. долл.
- Таблица 10: Поставки в РФ 3D-принтеров зарубежными производителями в 2009-2018 гг., единиц
- Таблица 11: Российские компании-импортеры 3D-принтеров для металлических порошков в 2009-2018 гг., единиц
- Таблица 12: Импорт РФ металлических порошков для аддитивных технологий по видам в 2009-2018 гг., кг
- Таблица 13: Страны-поставщики в РФ металлических порошков для аддитивных технологий в 2009-2018 гг., кг
- Таблица 14: Поставки в РФ металлических порошков для аддитивных технологий основными зарубежными производителями в 2009-2018 гг., кг
- Таблица 15: Среднегодовые импортные цены РФ на металлические порошки для аддитивных технологий в 2009-2018 гг., долл./кг
- Таблица 16: Российские компании-импортеры металлических порошков для аддитивных технологий в 2009-2018 гг., кг
- Таблица 17: Импортные цены РФ на металлические порошки различных марок для аддитивных технологий от разных зарубежных производителей в 2009-2018 гг., долл./кг
- Таблица 18: Поставки АБ «Универсал» порошков для 3D-принтеров ряду российских компаний
- Таблица 19: Поставки АБ «Универсал» 3D-принтеров ряду российских компаний
- Таблица 20: Основные финансовые показатели ООО «ИФ АБ «Универсал» в 2008-2016 гг., млн руб.

- Таблица 21: Поставки ООО «Нисса Диджиспейс» порошков для 3D-принтеров ряду российских компаний
- Таблица 22: Поставки ООО «Нисса Диджиспейс» 3D-принтеров ряду российских компаний
- Таблица 23: Основные финансовые показатели ООО «Нисса Диджиспейс» в 2009-2016 гг., млн руб.
- Таблица 24: Поставки металлических порошков на ОАО «ОДК «Авиадвигатель»
- Таблица 25: Поставки металлических порошков на ПАО «ОДК «Сатурн»
- Таблица 26: Импорт металлических порошков АО «Новомет-Пермь» в 2011-2018 гг.

## СПИСОК РИСУНКОВ

- Рисунок 1: Динамика мирового рынка аддитивных технологий в 2009-2017 гг., млрд долл.
- Рисунок 2: Динамика продаж в мире 3D-принтеров для металлических порошков в 2010-2017 гг., единиц
- Рисунок 3: Географическая структура используемых 3D-принтеров (1988-2016 гг.), %
- Рисунок 4: Структура рынка металлических АМ в разрезе мировых игроков (2017 г.), %
- Рисунок 5: Принципиальная схема аппарата селективного лазерного спекания (SLS)
- Рисунок 6: Аппарат селективного лазерного сплавления SLM 280 компании SLM Solution (Германия)
- Рисунок 7: АМ-машина X line 1000R компании Concept Laser
- Рисунок 8: АМ-машина EOSINT 280 компании EOS
- Рисунок 9: Принципиальная схема технологии электронно-лучевой плавки (Electron Beam Melting - EBM)
- Рисунок 10: Аппарат DMD IC106 компании POM Group
- Рисунок 11: Аппарат LENS MR7 компании Optomec
- Рисунок 12: Установка лазерного селективного сплавления АТК ПС
- Рисунок 13: Лазерная установка для аддитивного производства изделий из металлического порошка МЛ71
- Рисунок 14: Плавильная камера атомайзера VIGA 2
- Рисунок 15: Атомайзер EIGA 50
- Рисунок 16: Атомайзер Hermiga 75/3
- Рисунок 17: Атомайзер фирмы Atomising Systems
- Рисунок 18: Структура использования различных видов металлических порошков для 3D-технологий, %
- Рисунок 19: Установка центробежного распыления расплава ООО «Сферамет»

- Рисунок 20: Установка послойного лазерного сплавления M2 Cusing компании «Concept Laser»
- Рисунок 21: Дорожная карта развития аддитивных технологий Росатома
- Рисунок 22: Атомайзер ALD VIGA-2B
- Рисунок 23: Динамика импорта РФ 3D-принтеров для металлических порошков в 2009-2018 гг., единиц, тыс. долл.
- Рисунок 24: Динамика импорта РФ частей 3D-принтеров для металлических порошков в 2009-2018 гг., тыс. долл.
- Рисунок 25: Структура поставки в РФ 3D-принтеров основными зарубежными производителями в 2009-2017 гг., 1 кв. 2018 г., %
- Рисунок 26: Динамика импорта РФ металлических порошков для аддитивных технологий в 2009-2018 гг., кг, тыс. долл.
- Рисунок 27: Структура импортных поставок металлических порошков для аддитивных технологий по видам в 2009-2018 гг., %
- Рисунок 28: Направления работы Центра аддитивных технологий ПАО «ОДК «Сатурн»
- Рисунок 29: Прогноз потребления металлических порошков для аддитивных технологий в России до 2020 г., т

## Аннотация

Настоящий отчет является 3-м изданием исследования рынка металлических порошков для аддитивных технологий в России.

**Цель исследования** – анализ рынка аддитивных технологий с использованием металлических порошков в России.

Данная работа является **кабинетным исследованием**. В качестве **источников информации** были использованы данные Росстата, Федеральной таможенной службы РФ, материалы отраслевой и региональной прессы, годовые и квартальные отчеты компаний, интернет-сайты предприятий, научно-техническая литература, база данных «Инфомайн».

**Хронологические рамки исследования:** 2009-2017 гг., 1-е полугодие 2018 г., прогноз – до 2020 г.

**География исследования:** Россия.

**Объем исследования:** отчет состоит из **10** глав, содержит **112** страниц, в том числе **26** таблиц, **29** рисунков и **3** приложения.

**Первая глава** отчета посвящена краткому обзору состояния аддитивных технологий в мире.

Во **второй главе** показаны основные мировые компании на рынке аддитивных технологий. Приведены характеристики выпускаемых 3D-принтеров, работающих с использованием металлических порошков.

В **третьей главе** представлен обзор российских компаний, реализующих проекты по созданию аппаратуры для аддитивных технологий.

В **четвертой главе** рассмотрены основные технологии производства металлических порошков для аддитивных технологий и соответствующая аппаратура. Также представлена номенклатура выпускаемых мировыми производителями металлических порошков для аддитивных технологий.

**Пятая глава** посвящена ситуации с производством металлических порошков для аддитивных технологий в России. Описаны компании, имеющие и создающие мощности по выпуску данной продукции.

В **шестой главе** приведены данные по импорту РФ в 2009-2018 гг. оборудования для аддитивных технологий, использующих металлические порошки, с распределением по направлениям поставок. Глава дополнена подробной информацией о российских импортерах, зарубежных поставщиках 3D-принтеров, характеристике оборудования в 2009-2018 гг.

В **седьмой главе** приведены данные по импорту РФ в 2009-2018 гг. металлических порошков для аддитивных технологий с распределением по направлениям поставок. Также дана динамика импортных цен на различные виды порошков. Глава дополнена подробной информацией о российских импортерах, зарубежных поставщиках металлических порошков для аддитивных технологий в 2009-2018 гг.

В **восьмой главе** дано описание основных российских импортеров металлических порошков и 3D-принтеров (ООО «ИФ АБ «Универсал» и ООО «Нисса Диджиспейс»).



**Девятая глава** посвящена описанию ситуации с развитием аддитивных технологий на примере основных участников этого рынка (АО «ОДК «Авиадвигатель», ПАО «ОДК «Сатурн», АО «Новомет-Пермь» и др.).

В **девятой главе** сделан обзор состояния и перспектив развития аддитивных технологий в России, дан прогноз потребления металлических порошков для аддитивных технологий в России до 2020 г.

В **приложениях** приведена контактная информация основных предприятий, работающих на рынке аддитивных технологий в России, расширенная информация по импорту 3D-принтеров и металлических порошков российскими предприятиями.

**Целевая аудитория исследования:**

- участники рынка аддитивных технологий;
- потенциальные инвесторы.

Предлагаемое исследование претендует на роль **справочного пособия** для специалистов, работающих на рынке аддитивных технологий и принимающих управленческие решения.

## Введение

Металлические порошки обладают уникальными химико-металлургическими свойствами, что позволяет использовать их в различных областях. Прежде всего, они являются основой шихты для порошковой металлургии при получении ряда металлов, изделий и композиционных материалов.

Порошковая металлургия является наиболее экономичным методом изготовления изделий, она характеризуется низким уровнем отходов по сравнению с традиционными технологиями (литьем, механической обработкой, холодной и горячей обработкой давлением), минимальным количеством операций для получением изделий с размерами, близкими к окончательным.

Другая особенность порошковой металлургии – возможность производства материалов и изделий, которые невозможно получить традиционными металлургическими методами. Это направление имеет стратегические перспективы с развитием аддитивных технологий.

Аддитивные технологии с полным основанием можно отнести к достижениям XXI века, они имеют огромный потенциал в деле снижения затрат на создание самых разнообразных видов продукции. Степень использования аддитивных технологий в промышленном производстве является индикатором индустриального развития государства.

В настоящее время с помощью аддитивных технологий упрощаются производственные процессы в авиационной промышленности, энергомашиностроении, приборостроении, где есть потребность в изделиях сложной геометрии и «выращивании» металлических деталей.

В настоящее время с точки зрения внедрения аддитивных технологий Россия отстает от ведущих стран мира. По-прежнему российские потребители зависят как от поставок импортных высококачественных металлических порошков, так и от импорта непосредственно 3D принтеров.

## 1. Состояние и перспективы использования аддитивных технологий в мире

Технология «трехмерной печати» (3D) начала развиваться в конце 80-х годов прошлого века. Пионером в этой области является компания 3D Systems, которая разработала в 1986 г. аппарат – Stereolithography Apparatus. Первые лазерные машины – стереолитографические (SLA) и затем порошковые (SLS-машины) – отличались очень высокой стоимостью, выбор материалов был достаточно узкий, до середины 90-х годов они использовались главным образом в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности, связанной с оборонной промышленностью. В дальнейшем после широкого распространения цифровых технологий в области проектирования, моделирования и механообработки 3D-технологии начали бурно развиваться.

Для 3D-технологий в настоящее время рекомендованы два основных термина со словом «аддитивные» – Additive Fabrication (AF) и Additive Manufacturing (AM), при этом большинство склоняется к последнему. Одновременно термин Rapid Prototyping («Быстрое прототипирование») рекомендовано изъять из обращения как утративший смысл, поскольку прототипирование – уже не доминирующая часть аддитивных технологий.

По данным Wohlers Associates, мировой рынок аддитивных технологий в 2017 г. составил около XXX млрд долл., что на 21% больше, чем в 2016 г. За последние 5 лет рынок вырос в 3,7 раз (рисунок 1).

### **Рисунок 1: Динамика мирового рынка аддитивных технологий в 2009-2017 гг., млрд долл.**

*2021 г. - прогноз*

*Источник: Wohlers Associates*

Wohlers Associates прогнозируется, что к 2020 г. объем мирового рынка аддитивных технологий может достичь XXX млрд долл. Согласно прогнозам McKinsey мировой рынок ожидает «взрывное» развитие – в 2025 г. он может достигнуть XXX млрд долл. США (а при оптимистическом развитии событий - XXX млрд долл).

Мировой рынок АМ включает несколько сегментов: оборудование, сырье, софт и услуги. В настоящее время около 60% приходится на оказание сервисных услуг.

Что касается сырьевого обеспечения, то подавляющее большинство реализованных 3D-принтеров работают с полимерами, на их долю приходится XXX %, еще 29,2% - это композиции пластик-металл. Доля металлических порошков составляет XXX %, однако этот сегмент растет чрезвычайно активно.

По данным Wohlers Associates в 2017 г. реализовано XXX единиц оборудования, работающего на металлических порошках (рисунок 2), что на 80% выше уровня предыдущего года. Этот рост связан с дальнейшим усовершенствованием качества оборудования.

**Рисунок 2: Динамика продаж в мире 3D-принтеров для металлических порошков в 2010-2017 гг., единиц**

*Источник: Wohlers Associates*

Согласно данным Wohlers Associates, в 2017 году в мире производством и продажей АМ-машин занималось 135 компаний (97 компаний в 2016 г.).

Лидирующие позиции в практическом использовании АМ занимают индустриально развитые страны. Самым активным потребителем 3D-машин в 2016 г. была Северная Америка (в основном США), где было установлено 38,7% всех систем, 29% пришлось на долю Азиатско-Тихоокеанского региона (в основном Япония и Китай), 28% – в Европе.

По данным Wohlers Associates, за 1988-2016 г. по числу используемых 3D-принтеров лидирует США (более 36%), во «втором» эшелоне – Китай, Германия и Япония, в 3-й группе – Великобритания, Франция, Италия и Южная Корея (рисунок 3).

### Рисунок 3: Географическая структура используемых 3D-принтеров (1988-2016 гг.), %

Источник: Wohlers Associates

Отраслевая структура применения АМ в последние годы претерпела изменения. В 2012 г. ключевым потребителем аддитивных технологий была сфера потребительских товаров и электроники. В 2016 г. увеличены доли потребления в автомобилестроении и в авиакосмической промышленности (таблица 1).

**Таблица 1: Изменение структуры использования аддитивных технологий в 2012 и 2016 гг., %**

Области использования	2012	2016
Индустриальное производство	11,7	18,8
Потребительские товары/электроника	24,1	12,8
Медицинские изделия	14,7	11
Исследования	8,6	8,1
Госсектор (ОПК)	6,5	6,2
Архитектура	4,8	3
Автомобилестроение	17,5	14,8
Аэрокосмическая промышленность	9,6	18,2
Прочие	2,5	7,1

Источник: Wohlers Associates

В ряде отраслей – авиационной промышленности, в судостроении, энергетическом машиностроении, а также дентальной медицине и восстановительной хирургии – внедрение аддитивных технологий наиболее заметно. Имеется положительный опыт использования АМ-технологий для ремонта дорогостоящих изделий, например, рабочих органов турбин ГТД, валов и т. д., а также для нанесения защитных и износостойких покрытий (технологии DMD, LENS). Безусловно, аддитивные технологии имеют огромное преимущество перед традиционными за счет сокращения времени и стоимости при проведении НИОКР.

Авиационная и автомобильная отрасли США и Европы являются главными заказчиками и потребителями АМ-технологий. В последнее время эти технологии привлекают крупные промышленные компании: Boeing, Mercedes, General Electric, Lockheed Martin, Mitsubishi, General Motors. Например, началось использование 3D для изготовления силуминовых гильз цилиндров для двигателей автомобилей Mercedes. Также отказ от производства цельнометаллического листа в пользу спекания порошков при формировании каркасов ряда моделей Boeing позволил компании перейти на принципиально новый уровень производства. В последние годы компания Boeing значительно увеличила номенклатуру деталей, изготавливаемых по АМ-технологиям. Сейчас таким образом изготавливается более 22 тысяч деталей 300 наименований для 10 типов военных и коммерческих самолетов, включая Dreamliner.

По мнению специалистов General Electric, через 10 лет примерно половина деталей энергетических турбин и авиационных двигателей будет изготавливаться с помощью АМ-технологий. Например, компанией General Electric была оптимизирована конструкция топливной форсунки авиадвигателя LEAP. Количество деталей этого узла сократили с 25 до 5 шт., удалось повысить надежность элемента и добиться снижения массы. В 2014 г. открылась новая производственная площадка General Electric, которая выпускает изделия для нужд подразделений корпорации. Треть производственных площадей занимают машины послойного синтеза, изготовление АМ-деталей планируется увеличить до 40 тыс. шт. в год к 2020 г.

По данным PwC, в аэрокосмической отрасли США с использованием АТ производится 30% конечных продуктов, которые находят применение в конструкциях, и ставится задача довести долю таких продуктов до 80% к 2020 г.

Активно применяются аддитивные технологии в бытовой электронике и медицине, в том числе стоматологии. По словам представителей компании Arcam, произведенные ими устройства были использованы для создания более 30 000 титановых имплантатов для реконструкции тазобедренных суставов.

Основным отличием АМ-технологий является то, что они применяются для формирования детали при помощи наращивания материала, в отличие от удаления в случае механической обработки. Использование аддитивных технологий позволяет изготавливать детали с характеристиками, недоступными

для других методов обработки (например, с криволинейными отверстиями или внутренними пустотами).

Послойный метод построения детали дает абсолютно новые возможности, например, изготовление «деталь в детали», деталей с переменными по толщине свойствами материала (так называемые градиентные материалы), выпуск сетчатых конструкций, которые невозможно получить ни литьем, ни механообработкой.

Значительные перспективы 3D-технологий открываются для аэрокосмической отрасли. Это связано с тем, что стало возможным кардинально уменьшить отношение массы материала, необходимой для выпуска детали, к массе конечной детали в летательном аппарате. Для большинства деталей, изготавливаемых традиционным способом, это соотношение может достигать 20:1, при использовании аддитивных технологий этот показатель составляет в худшем случае 2:1.

Рынок аддитивных технологий стремительно меняется, происходит слияние и поглощение компаний-производителей машин, возникают новые центры оказания услуг в области АМ-технологий, эти центры объединяются в европейскую, а теперь уже и в глобальную сеть оказания услуг.

Ведущими исследовательскими центрами являются Fraunhofer Institute for Machine Tools and Forming Technology IWU (Германия, годовой бюджет – 34 млн евро), Oak Ridge National Laboratory (Теннесси, США, годовой бюджет – 1,46 млрд долларов) и America Makes (бывший National Additive Manufacturing Innovation Institute, Огайо, США, открыт в августе 2012 г., стартовый бюджет – 70 млн долларов).

Американский концерн General Electric приобрел за 1,4 млрд долл. две европейские компании, специализирующиеся на 3D-печати, — шведскую Arcam AB и немецкую SLM Solutions Group AG. Корпорация Siemens увеличила до 85% долю в британской компании Materials Solutions, специализирующейся на аддитивных технологиях в газотурбостроении.

По данным SmarTech, объем рынка металлических порошковых материалов для АМ в 2016 г. превысили 950 млн долл. По прогнозу этой компании к 2026 г. рынок металлических АМ вырастет до более чем 6,6 млрд долл.

На рынке металлических АМ основные позиции занимают компании XXX, XXX и XXX (рисунок 4), их суммарная доля оценивается в 59%.