

Преимущества новых технологий	3D- печать	4D- печать
Персонализация изделий.	Можно довести до максимума персонализацию изделий.	Универсальность единичных элементов, модифицируемая электронная начинка, реакция изделий на желания пользователя и самостоятельная адаптация к окружающей среде поднимут персонализацию изделий на новую ступень.
Распространение не изделий, а их проектов в файлах.	Изделия можно будет распечатать про проектным файлам в любом месте планеты на соответствующем принтере.	В эпоху 4D можно будет оцифровать весь материальный мир. Достаточно приобрести набор вокселей, загрузить программу из облака, а затем самостоятельно изготовить нужную вещь.

Литература.

1. <http://www.rusnanonet.ru/articles/109450/> 4D-печать: прекрасный новый мир из программируемой материи.
2. <http://www.fotokomok.ru/> Инновации 3d- печати.
3. <https://russian.rt.com/article/78172> массовое производство домов на 3D принтере.
4. <http://www.adme.ru/> актуальные изделия, изготовленные на 3D принтере.
5. <http://glavpost.com/> Невероятные вещи, напечатанные на 3D принтере.

**ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ И ЛАЗЕРНОЙ ПЛАВКИ (SLS, DMLS И SLM)**

*Е.А. Короткова, Ж.М. Мухтар, студент гр. 10В41  
научный руководитель: Ибрагимов Е.А.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

В основе метода «выборочного лазерного спекания» (SLS или Selective Laser Sintering) лежит использование лазерных излучателей высокой мощности (как правило, углекислотных) для частичного сплавления, или «спекания», расходного материала в единое целое. Перед использованием расходный материал измельчается до консистенции пудры с помощью шаровых мельниц. Минимальный размер частиц может достигать двух микрон. В качестве материала могут использоваться различные полимеры и, что особенно интересно, металлы и металлические сплавы с высокой температурой плавления. В отличие от стандартной экструзионной печати (FDM), технология позволяет спекать однородный материал без связующих добавок. Таким образом, нет необходимости в термической обработке, фактически спеканию, готовых моделей после печати, а сами модели обладают высокой прочностью, приближающейся к показателям литых образцов. Данный метод постройки металлических моделей без применения связующих материалов получил название «прямого лазерного спекания металлов». При лазерном спекании на модель наносится слой порошка толщиной в один слой (толщина слоя может регулироваться), в котором вычерчивается новый контур, а высокая температура позволяет частично расплавлять порошок в местах касания луча, спекая частицы между собой и с предыдущим слоем. И в том и в другом случае модель окружена неизрасходованным материалом до окончания печати. Этот момент немаловажен для «порошковой» печати: при спекании неизрасходованный материал служит в качестве поддерживающей поверхности для последующих слоев моделей сложной формы. Отсутствие необходимости печатать «опоры» облегчает обработку готовых моделей и способствует экономии материала, который в случае с титаном или специальными сплавами может быть весьма дорог. Весь неиспользованный материал может быть собран и использован для печати последующих моделей. Единственным существенным недостатком лазерного спекания металлических материалов считается пористость готовых моделей. Однако плотность мож-

но повысить за счет повышения энергии лазера и замедления скорости печати. В результате, рабочий материал можно не просто «спекать» в местах касания гранул, а фактически расплавлять, создавая однородное вещество. Именно этот подход и получил название «выборочной лазерной плавки» (SLM – Selective Laser Melting). Ведущей компанией в сфере печати лазерным спеканием и плавкой можно считать 3D Systems – промышленного гиганта, в 2013 году приватизировавшим компанию-разработчика SLS-технологий Phenix Systems. [4]

Особенности оборудования SLS селективное лазерное спекание, как правило, применяется в профессиональном оборудовании – цена 3D принтеров, работающих на основе этой технологии, превышает стоимость домашних настольных устройств. Однако качество готовых моделей может похвастаться высоким качеством. [2]



Для печати может быть использована нержавеющая сталь и ее сплавы, керамика, некоторые виды полиамида. Размер частиц порошка варьируется от 20 до 70 микрон, что позволяет печатать объекты с высокой точностью. Минимальная толщина стенки таких моделей составляет 0,5мм, при этом они отличаются устойчивостью к внешним воздействиям и высоким температурам. По мнению специалистов SLS является одной из наиболее перспективных технологий, поскольку может использоваться не только для изготовления прототипов, но и производства готовой продукции небольшим тиражом. [2]

**Недостатки: высокая стоимость оборудования. Примерная стоимость оборудования: 10 021 000.00. низкая скорость 3d печати, требуется термическая обработка. [3]**

Особенности оборудования DMPS Это ответвление технологии SLS с улучшенными модификациями лазера (опто-волоконный гамма-излучатель , мощностью 200 Ватт). Модификация SLS технологии позволило DMPS печатать сверхсложные прототипы с высокой точностью (шаг – 0,02мм) и скоростью.

Преимущества: использование широкого спектра материалов с разными химическими и физическими свойствами; высокая точность прототипирования сверхсложных 3d моделей с шагом 0,02мм; высокая скорость 3d печати.

Недостатки: высокая стоимость материалов; высокая стоимость 3d печати прототипа; требуется термическая обработка.[2]

Особенности оборудования EBM. Спекание с помощью лазера в вакууме. Данная технология применяется в основном для спекания порошковых металлов, в частности титана (в связи с его высокореактентностью с кислородом). Данная технология востребована в медицинской и аэрокосмической отраслях.

Преимущества: использование широкого спектра порошковых металлических материалов с разными химическими и физическими свойствами; высокая точность прототипирования сверхсложных 3d моделей с шагом 0,05мм; высокая скорость 3d печати (до 80 см3/час); не требуется термическая обработка.

Недостатки: высокая стоимость материалов; высокая стоимость 3d печати прототипа. [2]

Метод был придуман группой студентов во главе с доктором Карлом Декартом в Университете Остина, штат Техас. Впервые он был запатентован в 1989 году фирмой DTM Corporation, которая в 2001 году

была куплена компанией 3D Systems. На сегодняшний день разнообразие материалов, применяемых в качестве порошка, поистине велико: частицы пластика, металла, керамики, стекла, нейлона.

#### Описание SLM Solutions SLM 500 HL

SLM 500 HL — установка селективного лазерного плавления металлов с большой рабочей камерой (500x280x330 мм). Применяется для единичного и мелкосерийного производства сложных изделий из специальных металлических порошков: нержавеющей и инструментальной стали, алюминевых, титановых сплавов, инконелей, кобальт-хрома. SLM 500 HL является самой производительной установкой селективного лазерного плавления среди всех форматов SLM-машин, представленных на рынке. Процесс построения изделий полностью автоматизирован и не требует присутствия оператора после запуска машины. [4]

#### Широкий выбор материалов

Нержавеющая, инструментальные стали, алюминиевые, титановые сплавы, титан, инконели, кобальт-хром. В вашем распоряжении — самые надежные, проверенные и универсальные материалы. Также система SLM 500 HL может изготавливаться для работы с нужным вам материалом или сплавом. [4]

Сходство оборудований SLS и SLM: технология SLM похожа на SLS, их даже путают, т.к. и там и там используется металлический порошок и лазер. Но эти технологии имеют кардинальные различия. В методе SLS частицы порошка спекаются друг с другом, в то время как при использовании SLM металлические частицы порошка доводятся до расплавления и затем свариваются друг с другом, образуя жесткий каркас. В технологии SLM используются различные металлы и сплавы. Основное требование — при измельчении до состояния частиц они должны иметь определенные характеристики сыпучести. Например, используются такие материалы, как нержавеющая сталь, инструментальная сталь, сплавы хрома и кобальта, титан, алюминий. Метод применяется там, где необходимо иметь деталь с минимальным весом, и при этом сохраняющая свои характеристики. [1]

Несмотря на то, что первой технологией аддитивного производства, примененной для создания металлических трехмерных прототипов, стал метод экструзионного послойного наплавления (FDM), наибольшую популярность при производстве металлических деталей завоевали технологии лазерного и электронно-лучевого спекания и плавки.

#### Литература.

1. <http://3d-daily.ru/technology/3dprint-tech-ch2.htm/> Существующие технологии 3D печати.
2. <http://www.fractus.org/2012/04/20/fdm/> Технологии, которые используются нами в 3D печати.
3. <http://www.foroffice.ru/articles/74538/> Технологии 3D печати: SLS.
4. <http://3dtoday.ru/industry/> Технологии лазерного спекания и плавки (SLS, DMLS, SLM)

### ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ

*Т.Н. Волкова, студ. гр. 10В51,*

*научный руководитель: Федосеев С.Н., асс. каф. МЧМ*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8-(38451)-6-22-48*

*E-mail: steel13war@mail.ru*

Окатыши подразделяют по степени и виду офлюсования на следующие типы:

- неофлюсованные;
- офлюсованные обычные;
- офлюсованные магниезиальные.

Выделяются следующие виды окатышей, отличающиеся содержанием кремнезема и флюсующим агентом. Это рядовые окатыши с 6,5-13 % SiO<sub>2</sub> частично офлюсованные известью (CaO/SiO<sub>2</sub> = 0,4-0,8), неофлюсованные с 1-3 % SiO<sub>2</sub> и добавками магнийсодержащих компонентов (MgO/SiO<sub>2</sub> 0,4-0,8).

Для офлюсования окатышей на фабриках окомкования в СНГ используют известняк или доломитизированный известняк, в зависимости от требований технологии производства и доменного