

ПРЕЗЕНТАЦИЯ

КОМПАНИИ «АП-ПРОЕКТ»

ПО ТЕМЕ «3D-ПЕЧАТЬ»



Различные технологии в 3D-печати

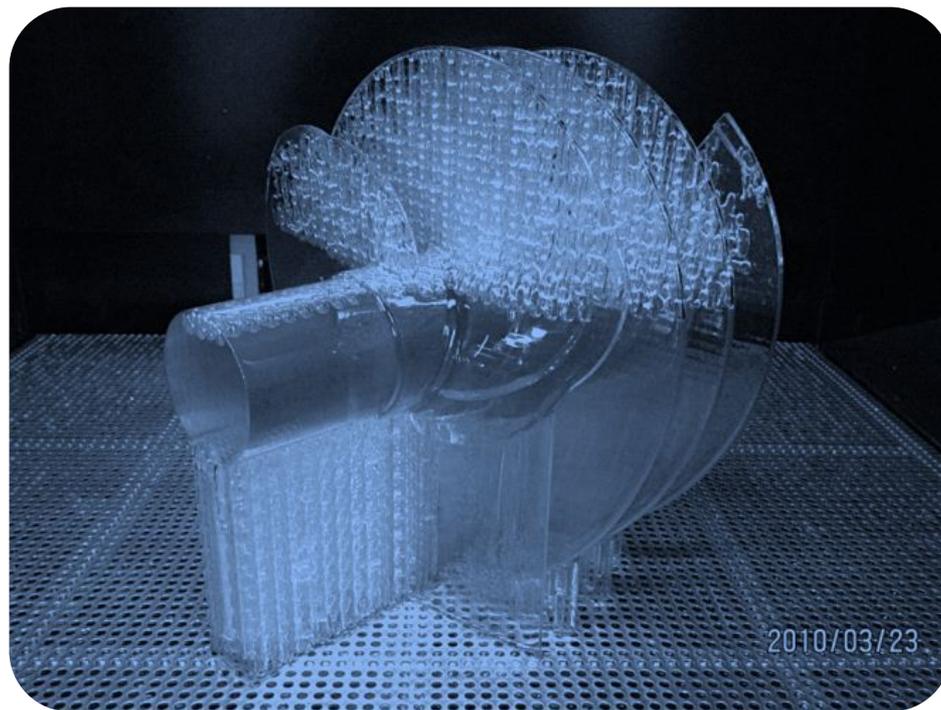
- Лазерная стереолитография (SLA)
- Цифровая светодиодная проекция (DLP)
- Технология FDM
- Выборочное лазерное спекание (SLS)
- Выборочная лазерная плавка (SLM)
- Струйная трехмерная печать (3DP)
- Цветная струйная печать (CJP)
- Технология многоструйного моделирования (MJM)
- Прямое лазерное спекание металлов (DMLS)
- Электронно-лучевая плавка (EBM)
- Выборочное тепловое спекание (SHS)
- Изготовление объектов методом ламинирования (LOM)

Лазерная стереолитография (SLA)

Лазерная стереолитография - в английской литературе обычно именуется кратко - SLA (сокращенно от Stereolithography). Технология лазерной стереолитографии основана на отверждении лазерным излучением фотополимерной смолы.



SLA-оборудование



Прототип, выращенный по технологии SLA

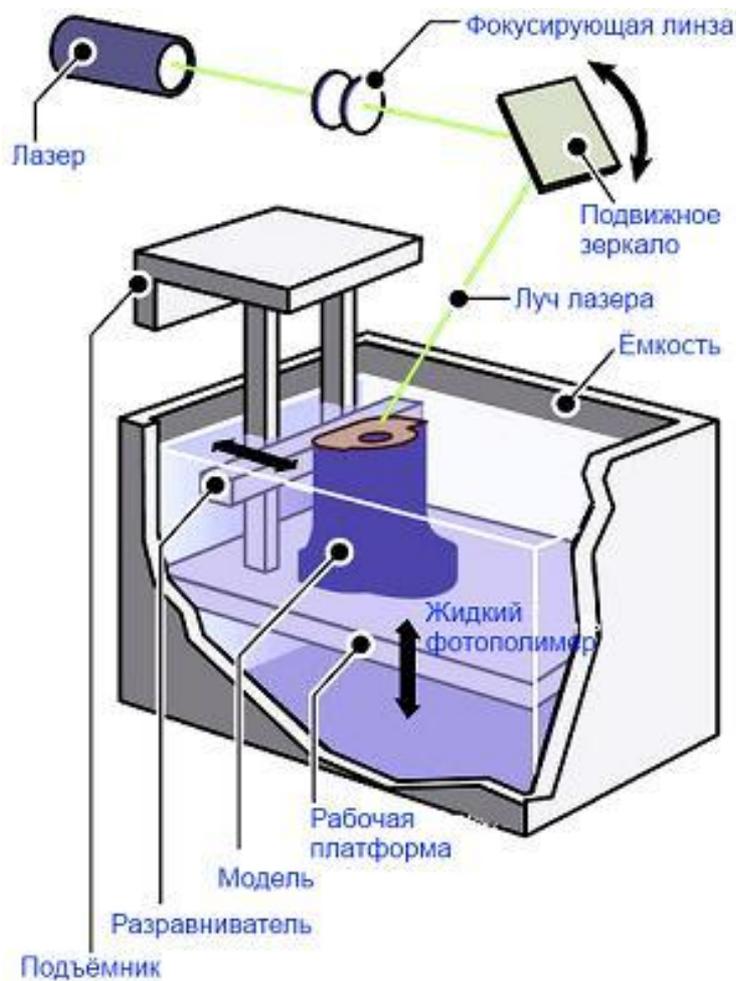


Рис. Принципиальная схема SLA

Материал - фотополимеры с различными физико-механическими свойствами.

Область применения

- Создание конструкторских и дизайнерских прототипов, макетов различных изделий и сборок в автомобилестроении, приборостроении.
- Изготовление формообразующей оснастки при различных видах точного литья. Создание моделей для изготовления формообразующей оснастки из других материалов.
- Создание мастер-модели при изготовлении электродов для электроэрозионной обработки.
- Восстановление объектов по данным рентгеновской, акустической или ЯМР-томографии в медицине, криминалистике, археологии и др.

Преимущества

1. Высокая точность изготовления
2. Хорошее качество поверхности, прототипы легко поддаются механической обработке.
3. Высокая производительность
4. Широкий спектр используемых материалов, возможность изготовления функциональных прототипов, оптических деталей, выжигаемых моделей

Недостатки

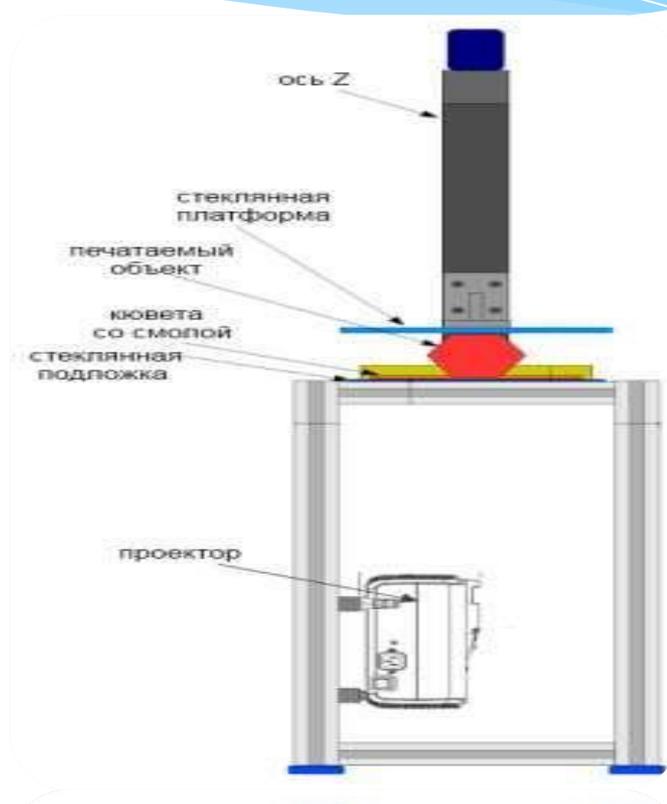
1. Высокая стоимость оборудования
2. Сложность конструкции, высокие требования к условиям эксплуатации и обслуживания.
3. Необходимость построения поддерживающих элементов.
4. Высокая стоимость используемых материалов.
5. Сложность замены одного материала другим, высокие издержки.

Метод лазерной стереолитографии наиболее развит и широко применяется в различных отраслях промышленности при производстве прототипов и малых партий пластиковых деталей.

ТЕХНОЛОГИЯ DLP - цифровая светодиодная проекция (DLP) – метод прототипирования, разновидность стереолитографической 3D-печати. Метод основан на использовании фотополимерных смол, затвердевающих при облучении, где вместо лазера используется проектор.



Цифровая светодиодная проекция (DLP)



Принципиальная схема DLP

Область применения технологии DLP

- DLP-принтеры применяются в стоматологии;
- Ювелирной промышленности;
- В дизайне и в производстве сувениров.

Материал - фотополимеры с различными физико-механическими свойствами.

Преимущества

1. Высокая точность изготовления
2. Высокая производительность
3. Широкий спектр используемых материалов, возможность изготовления функциональных прототипов.
4. Оборудование имеет более низкую стоимость по сравнению с SLA при сопоставимых возможностях, менее сложную конструкцию.

Недостатки

1. Высокая стоимость используемых материалов.
2. Сложность замены одного материала другим, высокие издержки.
3. Отсутствие возможности цветной печати.

Технология FDM

Технология FDM - моделирование методом послойного наплавления (англ. Fused deposition modeling) — технология широко используемая при прототипировании в промышленном производстве.



Модель принтера FDM

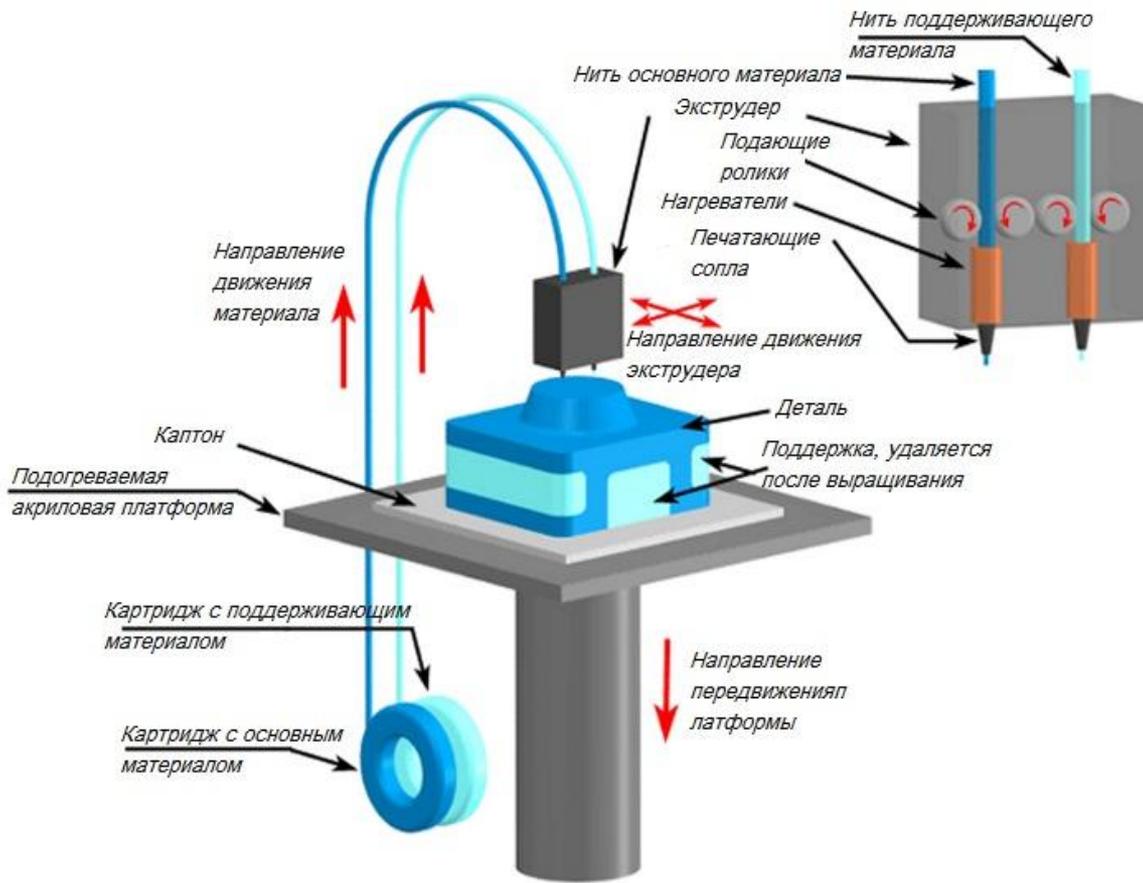


Рис. Принципиальная схема технологии FDM

Рис. Экструдер

Область применения технологии FDM

- В дизайне и в производстве сувениров.
- Производство прототипов в автомобилестроении.
- Производство прототипов в приборостроении.

Материал - термопластики и композиты, включая ABS, PLA, поликарбонаты, полиамиды, полистирол, лигнин и многие другие.



Преимущества и недостатки технологии FDM

Преимущества

1. Широкий спектр используемых материалов, возможность изготовления функциональных прототипов.
2. Возможность изготовления крупногабаритных прототипов.
3. Простота конструкции, невысокая стоимость оборудования.
4. Наличие возможности цветной печати.

Недостатки

1. Недостаточно высокая точность изготовления прототипов, низкое качество поверхности.
2. Низкая производительность печати.
3. Необходимость построения поддерживающих элементов.
4. Технологические ограничения при изготовлении тонкостенных прототипов со сложной геометрией.

FDM является одним из наименее дорогих методов печати, что обеспечивает растущую популярность бытовых принтеров, основанных на этой технологии. В быту 3D-принтеры, работающие по технологии FDM, могут применяться для создания самых разных объектов целевого назначения, игрушек, украшений и сувениров.

Выборочное лазерное спекание (SLS)

Выборочное лазерное спекание (SLS) – метод прототипирования, используемый для создания функциональных прототипов и малых партий готовых изделий. Технология основана на последовательном спекании слоев порошкового материала с помощью лазеров высокой мощности. SLS зачастую ошибочно принимают за схожий процесс, называемый выборочной лазерной плавкой (SLM). Разница заключается в том, что SLS обеспечивает лишь частичную плавку, необходимую для спекания материала, в то время как выборочная лазерная плавка подразумевает полную плавку, необходимую для построения монолитных моделей.



SLS оборудование



Деталь, выращенная методом SLS

Область применения технологии SLS

Создание прототипов и мелких серий готовых деталей в автомобилестроении, приборостроении.

Материал в большинстве случаев используются композитные гранулы с тугоплавким ядром и оболочкой из материала с пониженной температурой плавления. Сюда входят различные полимеры (например, нейлон или полистирол), а также композиты и песчаные смеси.

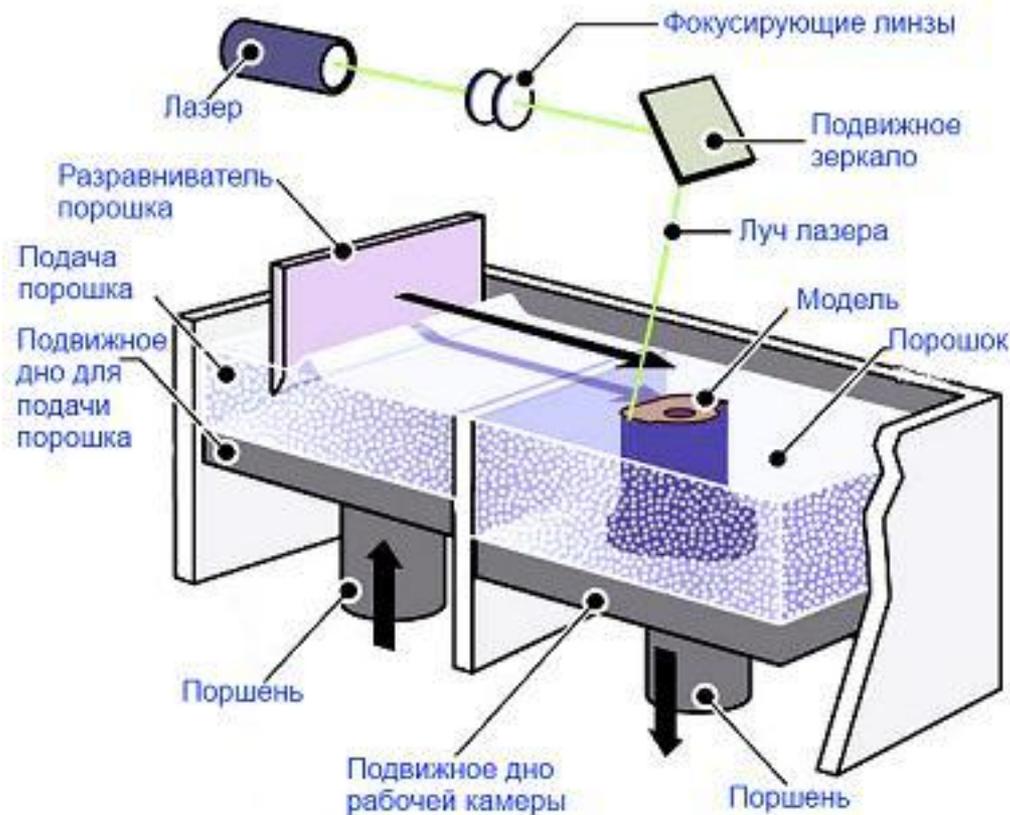


Рис. Принципиальная схема SLS

Преимущества и недостатки технологии SLS

Преимущества

1. Достаточно высокая точность изготовления
2. Широкий спектр используемых материалов, возможность изготовления функциональных прототипов.
3. При изготовлении прототипа не требуется построение поддерживающих структур, возможно изготовление деталей со сложной геометрией.

Недостатки

1. Высокая стоимость оборудования
2. Сложность конструкции, высокие требования к условиям эксплуатации и обслуживания.
3. Высокая стоимость используемых материалов.
4. Прототипы плохо поддаются механической обработке, что усложняет их использование в качестве мастер-моделей для изготовления силиконовой оснастки.

Технология SLS получила широкое распространение по всему миру благодаря способности производить функциональные детали сложной геометрической формы. Хотя изначально технология создавалась для быстрого прототипирования, в последнее время SLS применяется для мелкосерийного производства готовых изделий. Достаточно неожиданным, но интересным применением SLS стало использование технологии в создании предметов искусства.

Выборочная лазерная плавка (SLM)

Выборочная лазерная плавка (SLM) – метод аддитивного производства, использующий лазеры высокой мощности (как правило, иттербиевые волоконные лазеры) для создания трехмерных физических объектов за счет плавки металлических порошков.

Процесс состоит в нанесении тонкого слоя порошка на рабочий стол, передвигающийся по вертикали. Печать происходит в рабочей камере, заполняемой инертными газами (например, аргоном). Отсутствие кислорода позволяет избежать оксидации расходного материала, что делает возможной печать такими материалами, как титан. Каждый слой модели сплавляется, повторяя контуры слоев цифровой модели. Плавка производится с помощью лазерного луча, направляемого по осям X и Y двумя зеркалами с высокой скоростью отклонения. Мощность лазерного излучателя достаточно высока для плавки частиц порошка в гомогенный материал.

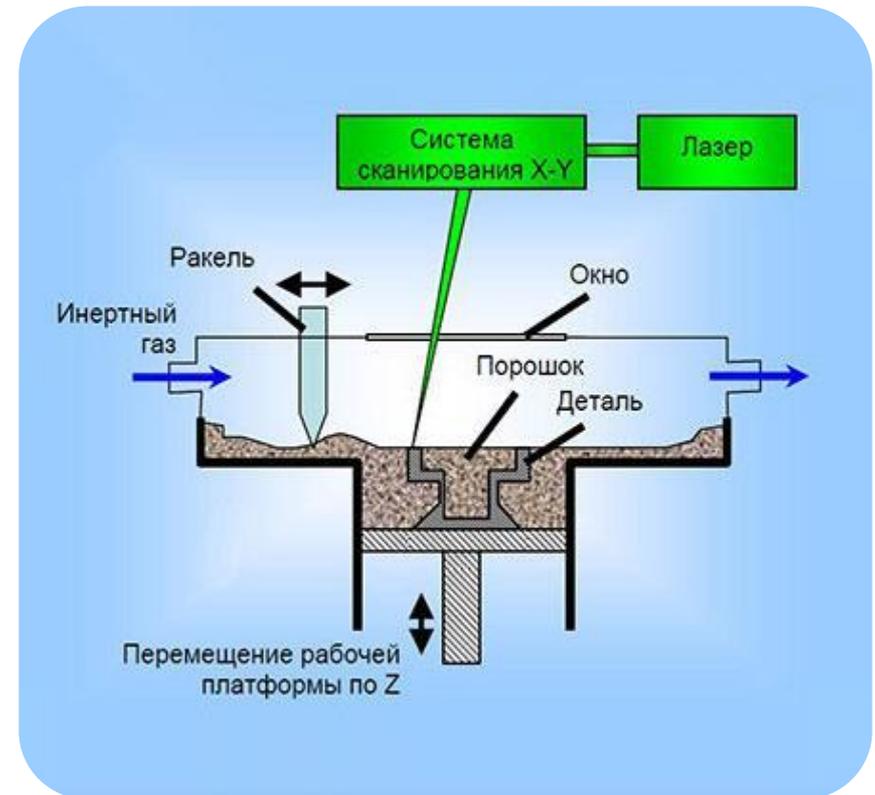


Рис. Принципиальная схема SLM

Область применения технологии SLM

Создание прототипов и мелких серий готовых деталей в аэрокосмической отрасли, автомобилестроении, приборостроении и медицине.

Материалы - порошковые металлы и сплавы, включая нержавеющую сталь, инструментальную сталь, кобальт-хромовые сплавы, титан, алюминий, золото и др.

Преимущества

1. Высокая точность изготовления
2. Высокое качество поверхностей, механическая доработка практически не требуется.
3. Широкий спектр используемых материалов, возможность изготовления функциональных прототипов.
4. При изготовлении прототипа не требуется построение поддерживающих структур, возможно изготовление деталей со сложной геометрией, позволяя создавать высокопрочные элементы конструкций, недостижимые для традиционных механических методов изготовления и обработки (фрезеровки, резки и т.д.).

Недостатки

1. Высокая стоимость оборудования
2. Сложность конструкции, высокие требования к условиям эксплуатации и обслуживания.
3. Высокая стоимость используемых материалов.



Установка SLM



Деталь, полученная методом SLM

Технология SLM позволяет создавать полые металлические структуры высокой геометрической сложности. В ходе испытаний NASA было установлено, что детали для ракетных двигателей, изготовленные из никелевых сплавов методом SLM, уступают по плотности материала аналогам, изготовленным литьем с последующей сваркой компонентов. С другой стороны, отсутствие сварочных швов благоприятно влияет на прочность изделий.

Струйная трехмерная печать (3DP)

Струйная трехмерная печать (3DP) – подразумевает послойное построение физических объектов при помощи порошков, наносимых последовательно тонкими слоями. Контуры модели вычерчиваются печатной головкой, наносящей связующий материал. Частицы каждого нового слоя склеиваются между собой и с предыдущими слоями до образования готовой трехмерной модели.



Установка 3DP



Деталь, созданная по технологии 3DP

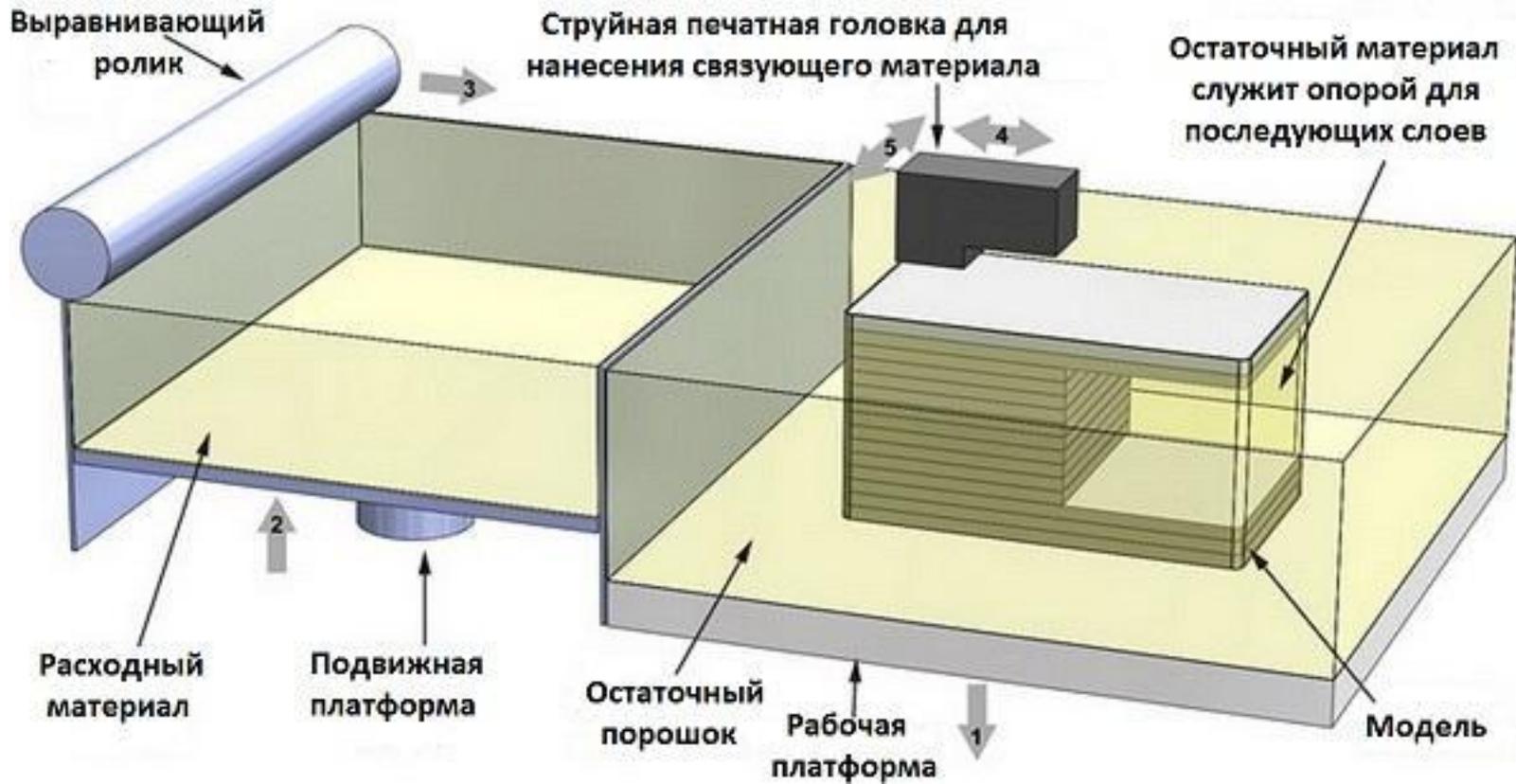


Рис. Принципиальная схема 3DP струйной печати

Область применения струйной трехмерной печати (3DP)

Технология 3DP используется при изготовлении макетов в архитектуре, существуют специфические области применения в сфере биопечати используется вариант технологии, известный как «капельная/струйная печать» или DOD (Drop on Demand). Этот метод применяется для послойного нанесения живых клеток с целью построения органических тканей. Есть пример кондитерских принтеров, строящих трехмерные съедобные модели из сахаросодержащих продуктов, склеивая частицы материала водой, наподобие оригинальных «гипсовых» принтеров.

Материалы - гипсовые порошки, пластики, песчаные смеси.

Преимущества

1. Широкий спектр используемых материалов.
2. При изготовлении прототипа не требуется построение поддерживающих структур, возможно повторное использование оставшегося порошка.
3. Относительно невысокая стоимость прототипов.

Недостатки

1. Высокая стоимость оборудования
2. Низкое качество поверхностей.
3. Невысокая механическая прочность прототипов.
4. Необходимость последующей обработки прототипов после построения (пропитка, обжиг и.т.д.).

Цветная струйная печать (CJP)

Разновидность струйной трехмерной печати (3DP), фирменная технология компании 3DSystems. Технология CJP подразумевает нанесение тонких слоев порошкообразных расходных материалов, с последующим выборочным нанесением связующего полимера. Отличительной особенностью технологии является использование разноцветных связующих элементов, что позволяет создавать комплексные цветные 3D-модели.



Установка CJP



Изделие, полученное методом CJP

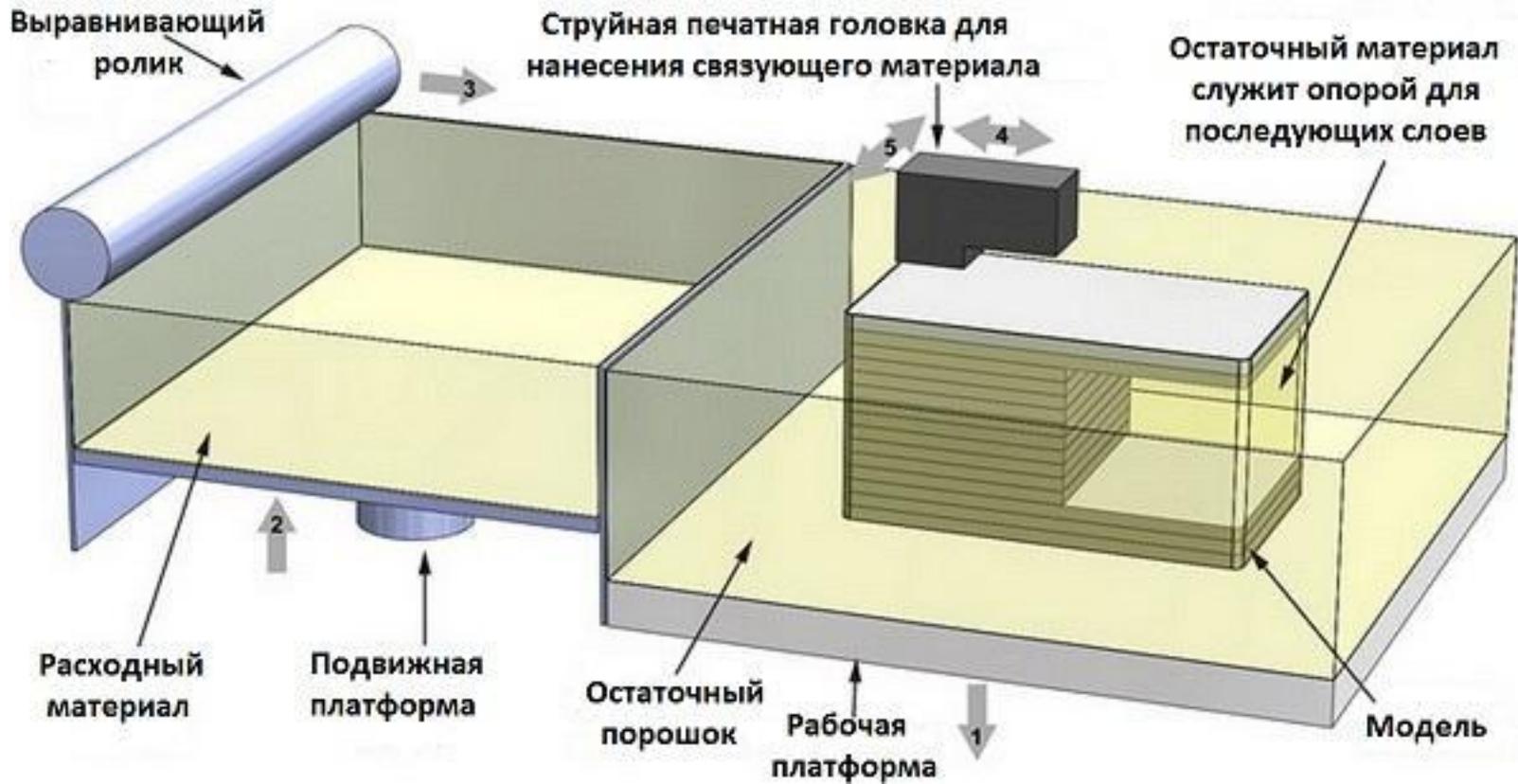


Рис. Принципиальная схема цветной струйной печати (CJP)

Область применения цветной струйной печати (CJP)

Технология цветной струйной печати (CJP) применяется в основном для прототипирования изделий сложной геометрической формы и цветовой гаммы, а также для производства мелкосерийных партий готовых изделий.

Метод применяется в медицине, промышленном дизайне, образовании, архитектурном дизайне и даже в кукольной мультипликации.

Материалы - в качестве расходных материалов используются пластики с разнообразными механическими свойствами, имитирующими резину, ударопрочные термопластики и другие материалы.

Преимущества

1. Возможность многоцветной печати прототипов.
2. Широкий спектр используемых материалов, возможность изготовления функциональных прототипов.
3. При изготовлении прототипа не требуется построение поддерживающих структур, возможно изготовление деталей со сложной геометрией.

Недостатки

1. Высокая стоимость оборудования
2. Сложность конструкции, высокие требования к условиям эксплуатации и обслуживания.
3. Высокая стоимость используемых материалов.

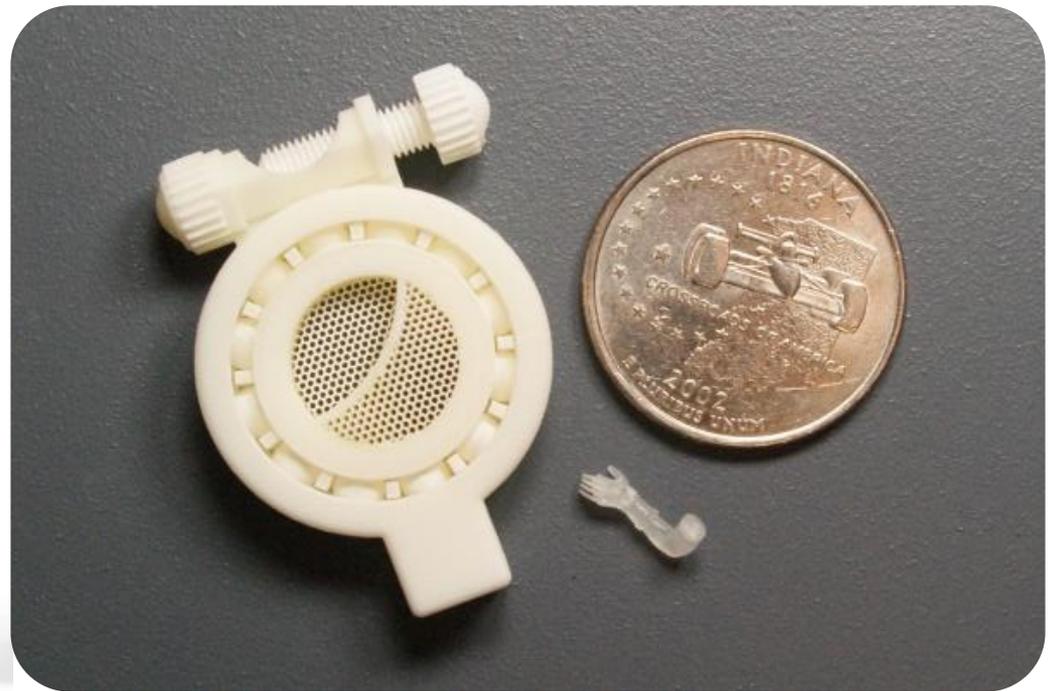
Ввиду относительно высокой стоимости СJP принтеров, данная технология пока не получила широкого бытового распространения и используется в основном в профессиональной среде. В то же время, технология СJP гораздо более доступна, чем использование таких высокоточных методов быстрого прототипирования, как выборочное лазерное спекание (SLS), и более универсальна в отношении создания цветных моделей, чем лазерная стереолитография (SLA).

Технология (МММ)

Технология многоструйного моделирования сочетает черты таких методов 3D-печати, как струйная трехмерная печать 3DP, моделирование методом послойного наплавления FDM и стереолитография SLA. Построение слоев производится с помощью печатной головки, оснащенной большим количеством сопел от 96 до 448.



Модель принтера МММ



Деталь, полученная методом МММ

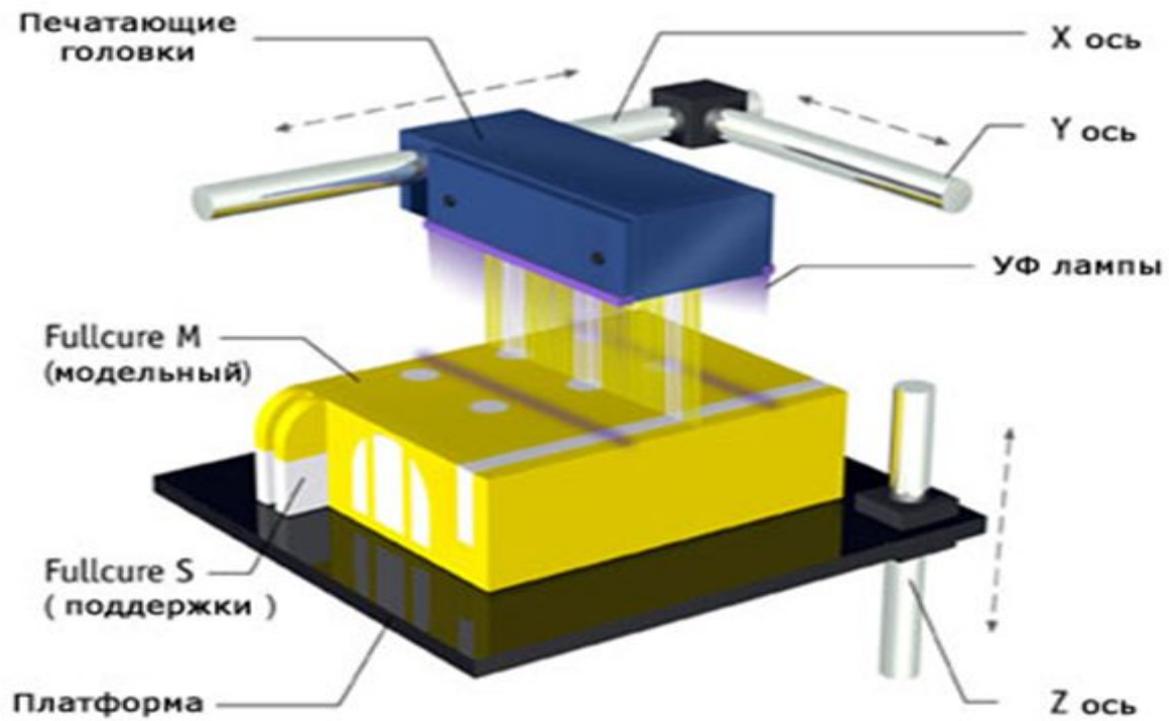


Рис. Принципиальная схема (МММ)

Область применения технологии MJM

Технология MJM используется в различных отраслях, требующих создания высокоточных прототипов и готовых изделий. Среди областей применения можно назвать стоматологию, ювелирное дело, промышленный и архитектурный дизайн, разработку электронных компонентов и пр.

Материалы - воски и фотополимерные смолы с различными механическими свойствами.

Преимущества

1. Исключительно высокая точность изготовления
2. Широкий спектр используемых материалов, возможность изготовления функциональных прототипов.
3. MJM позволяет создавать опоры нависающих элементов моделей из относительно легкоплавкого воска, возможно изготовление деталей со сложной геометрией.

Недостатки

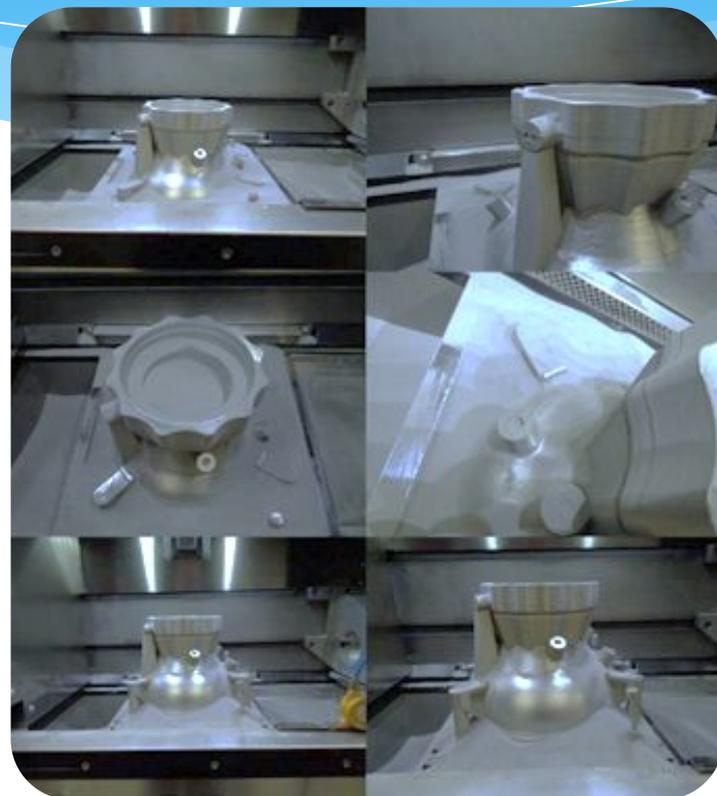
1. Высокая стоимость оборудования
2. Сложность конструкции, высокие требования к условиям эксплуатации и обслуживания.
3. Высокая стоимость используемых материалов.

Прямое лазерное спекание металлов (DMLS)

Прямое лазерное спекание металлов (DMLS) – Порошковый материал подается в рабочую камеру в количествах, необходимых для нанесения одного слоя. Специальный валик выравнивает поданный материал в ровный слой и удаляет излишний материал из камеры, после чего лазерная головка спекает частицы свежего порошка между собой и с предыдущим слоем. В качестве нагревательного элемента для спекания металлического порошка используются оптоволоконные лазеры относительно высокой мощности – порядка 200Вт. Некоторые устройства используют более мощные лазеры с повышенной скоростью сканирования (т.е. передвижения лазерного луча) для более высокой производительности. Как вариант, возможно повышение производительности за счет использования нескольких лазеров.



Установка DMLS



DMLS детали

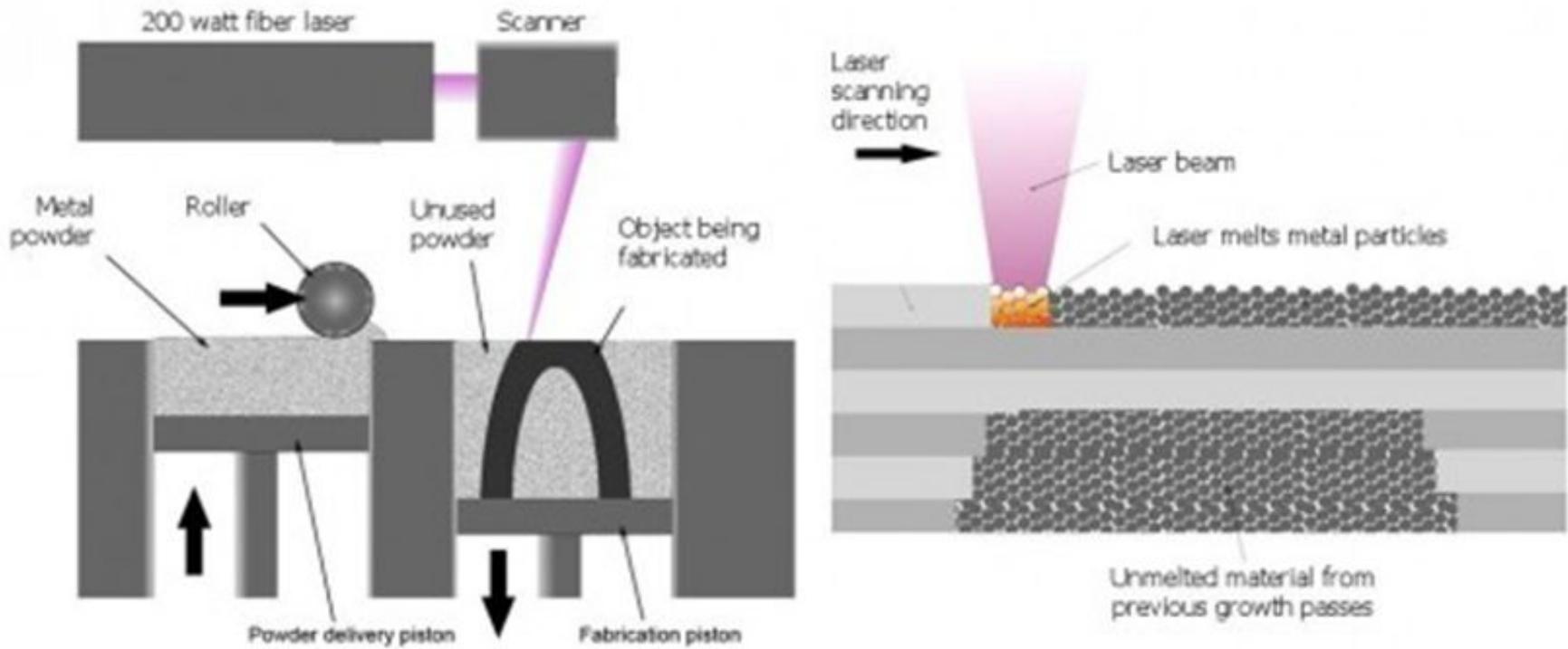


Рис. Принципиальная схема (DMLS)

Область применения технологии DMLS

Технология DMLS применяется для производства готовых изделий малого и среднего размера в различных отраслях, включая аэрокосмическую, стоматологическую, медицинскую и др.

Материалы - в качестве расходных материалов могут использоваться практически любые металлы и сплавы в порошковой форме. На сегодняшний день успешно применяется нержавеющая сталь, кобальт-хромовые сплавы, титан и прочие материалы.

Преимущества

1. Широкий спектр используемых материалов, возможность изготовления функциональных прототипов.
2. При изготовлении прототипа не требуется построение поддерживающих структур. Возможно изготовление деталей со сложной геометрией, позволяя создавать высокопрочные элементы конструкций, недостижимые для традиционных механических методов изготовления и обработки (фрезеровки, резки и т.д.).

3. Высокая точность изготовления
4. Высокое качество поверхностей, механическая доработка практически не требуется.

Недостатки

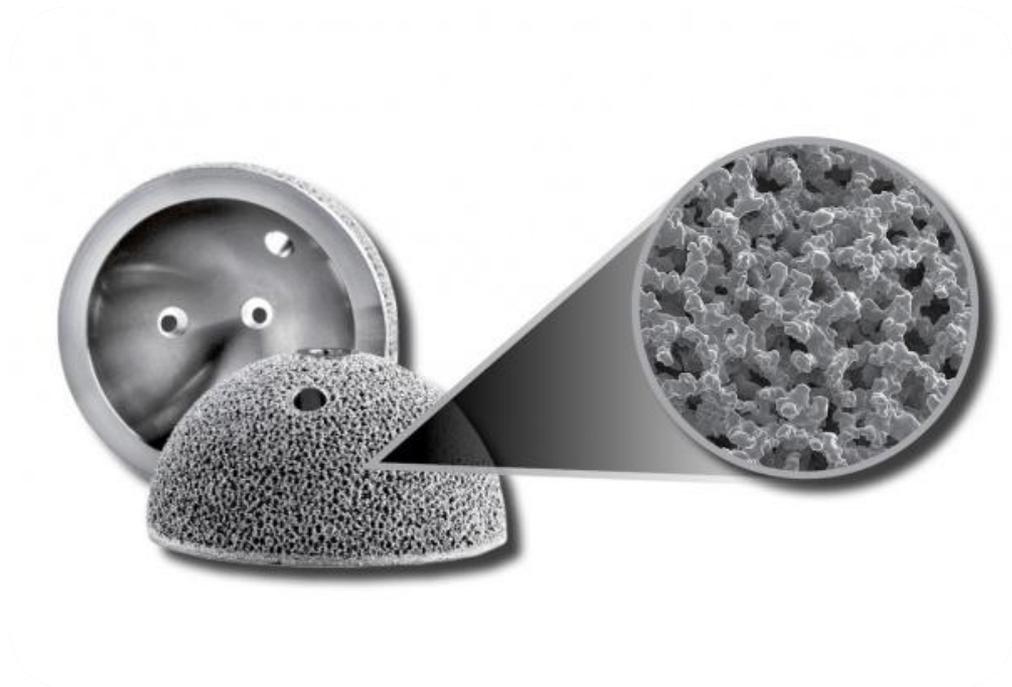
1. Высокая стоимость оборудования
2. Сложность конструкции, высокие требования к условиям эксплуатации и обслуживания.
3. Высокая стоимость используемых материалов.

Электронно-лучевая плавка (EBM)

Электронно-лучевая плавка («Electron Beam Melting» или EBM) – метод аддитивного производства металлических изделий. Электронно-лучевая плавка (EBM) схожа с выборочной лазерной плавкой (SLM) – главное отличие заключается в использовании электронных излучателей (т.н. электронных пушек) вместо лазеров в качестве источников энергии для плавки. В основе технологии лежит использование электронных пучков высокой мощности для сплавления металлического порошка в вакуумной камере с образованием последовательных слоев, повторяющих контуры цифровой модели.



Оборудование EBM



Деталь, изготовленная методом EBM



Рис. Принципиальная схема электронно-лучевой плавки (EBM)

Область применения электронно-лучевой плавки (EBM)

Электронно-лучевая плавка используется для производства титановых имплантатов, применяется в аэрокосмической отрасли для производства деталей реактивных и ракетных двигателей, а также несущих элементов конструкции летательных аппаратов.

Материалы - чистый металлический порошок без связующего наполнителя, на пример титан.

Преимущества

1. В сравнении с SLS, SLM и DMLS, EBM обладает более высокой скоростью построения за счет более высокой мощности излучателей и электронного, а не электромеханического, отклонения пучков.
2. Технология EBM не требуется обжигание напечатанной модели для достижения необходимой механической прочности.
3. В отличие от технологий спекания, электронно-лучевая плавка позволяет создавать детали особо высокой плотности и прочности.

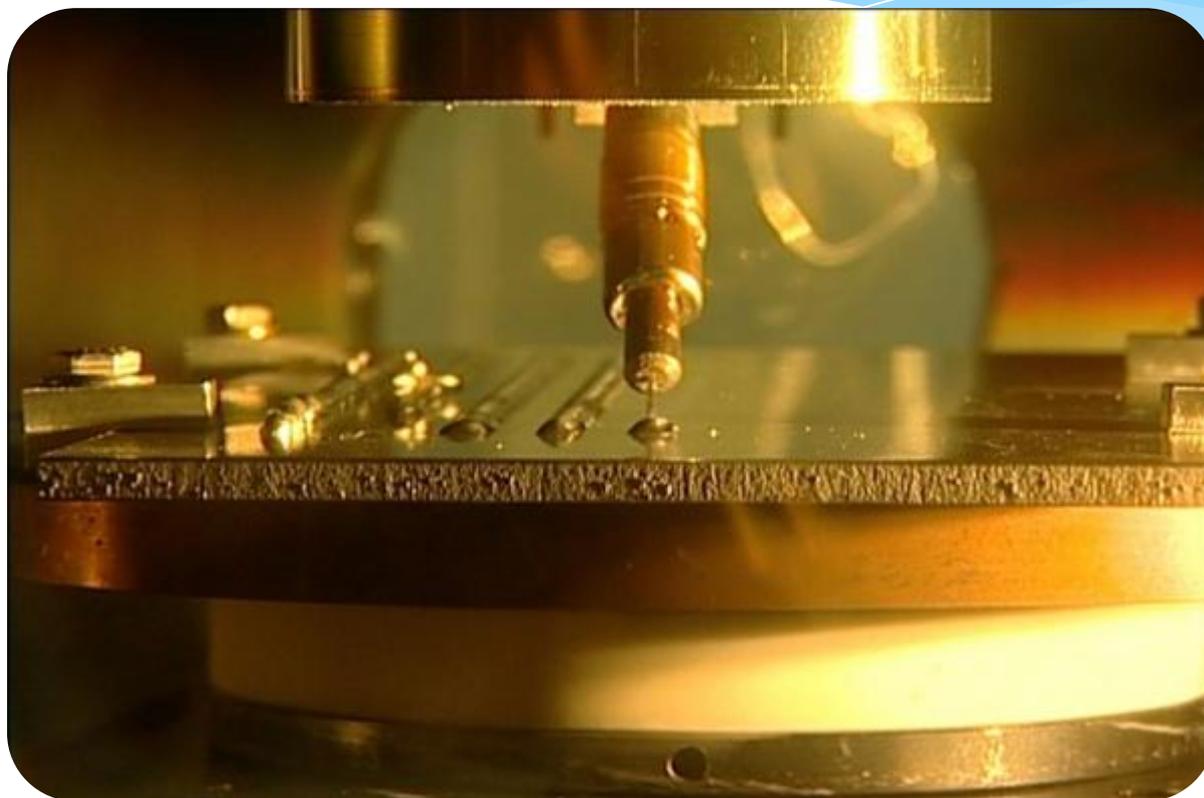
3. Высокая точность изготовления
4. Высокое качество поверхностей, механическая доработка практически не требуется.

Недостатки

1. Высокая стоимость оборудования
2. Сложность конструкции, высокие требования к условиям эксплуатации и обслуживания.
3. Высокая стоимость используемых материалов.

Производство электронно-лучевой плавкой (ЕВФЗ)

В технологии ЕВФЗ электронный пучок передвигается по рабочей поверхности, повторяя контуры цифровой модели, в то время как металлическая проволока постепенно подается в точку фокусирования пучка. Расплавленный материал немедленно застывает, формируя прочные слои заданной модели. Процесс происходит в вакуумной камере.



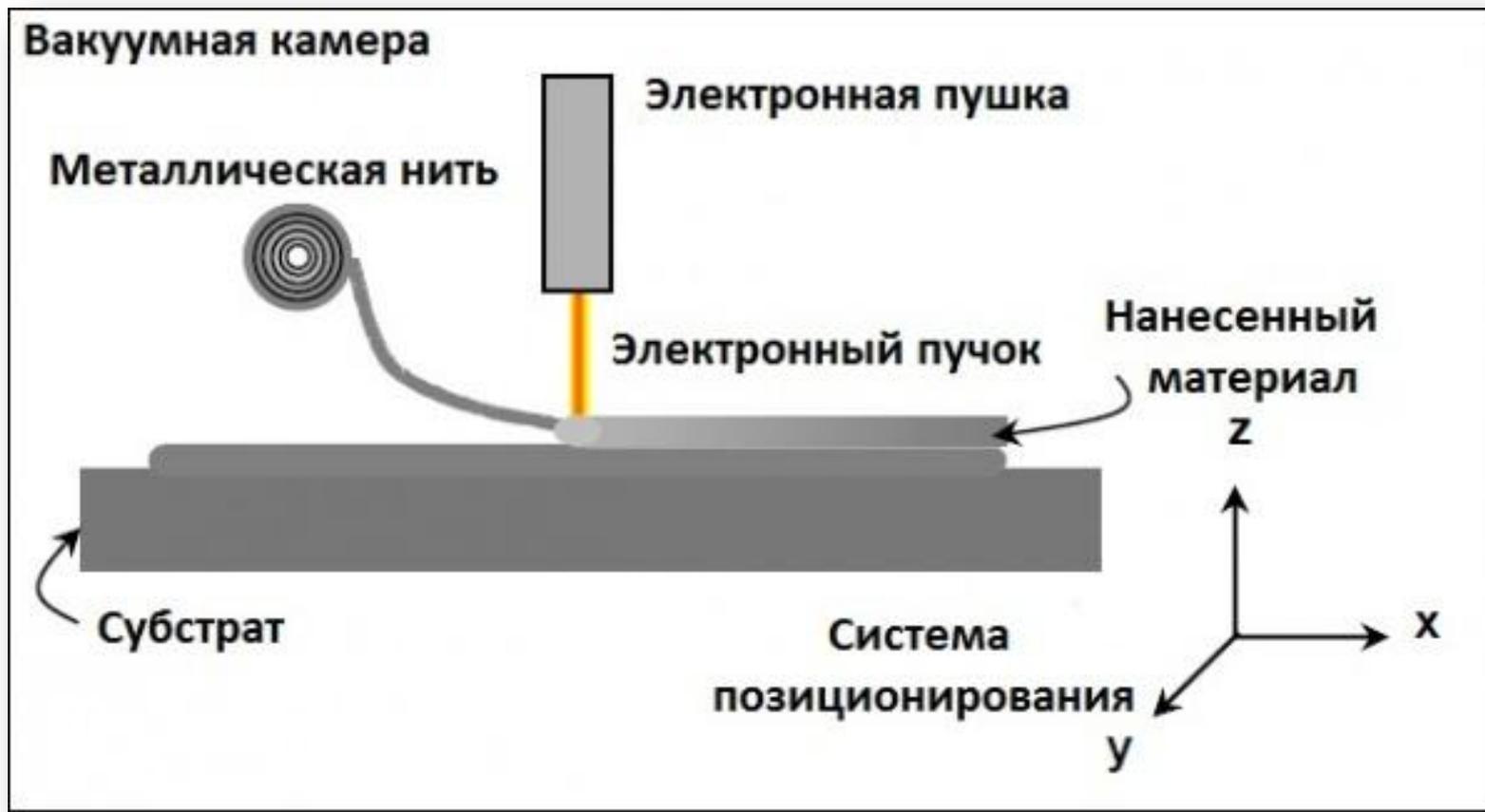


Рис. Принципиальная схема.

Область применения

Применяется при создании прототипов и мелких серий готовых деталей в аэрокосмической отрасли.

Материалы - металлическая проволока.

Преимущества

1. Высокая точность изготовления
2. Высокое качество поверхностей, механическая доработка практически не требуется.

Недостатки

1. Высокая стоимость оборудования
2. Сложность конструкции, высокие требования к условиям эксплуатации и обслуживания.
3. Высокая стоимость используемых материалов.

Специалисты НАСА проводят испытания экспериментальной установки в условиях искусственной невесомости.

Выборочное тепловое спекание (SHS)

Выборочное тепловое спекание (SHS) – технология основана на плавке слоев термопластического или металлического порошка с помощью теплового излучателя.



Оборудование SHS



Изделия по методу SHS

Выборочное тепловое спекание (SHS) схоже с выборочным лазерным спеканием (SLS) – единственное существенное различие заключается в использовании тепловой печатающей головки вместо лазерной

Изготовление объектов методом ламинирования (LOM)

Изготовление объектов методом ламинирования (LOM) – технология быстрого прототипирования, разработанная компанией Helisys Inc. Метод подразумевает последовательное склеивание листового материала (бумаги, пластика, металлической фольги) с формированием контура каждого слоя с помощью лазерной резки. Объекты, производимые этим методом, обычно подлежат дополнительной механической обработке после печати. Толщина наносимого слоя напрямую зависит от толщины используемого листового материала. Существует вариант технологии, получивший название «Выборочное ламинирование» или SDL. Этот метод предусматривает нанесения клея только в местах, входящих в состав расчетной модели, что облегчает процесс удаления лишнего материала. В отличие от стандартной технологии на основе лазерной резки, SDL использует механическую резку с помощью лезвия из карбида вольфрама. Это позволяет несколько снизить стоимость устройств.



Установка LOM



Изделие по методу LOM

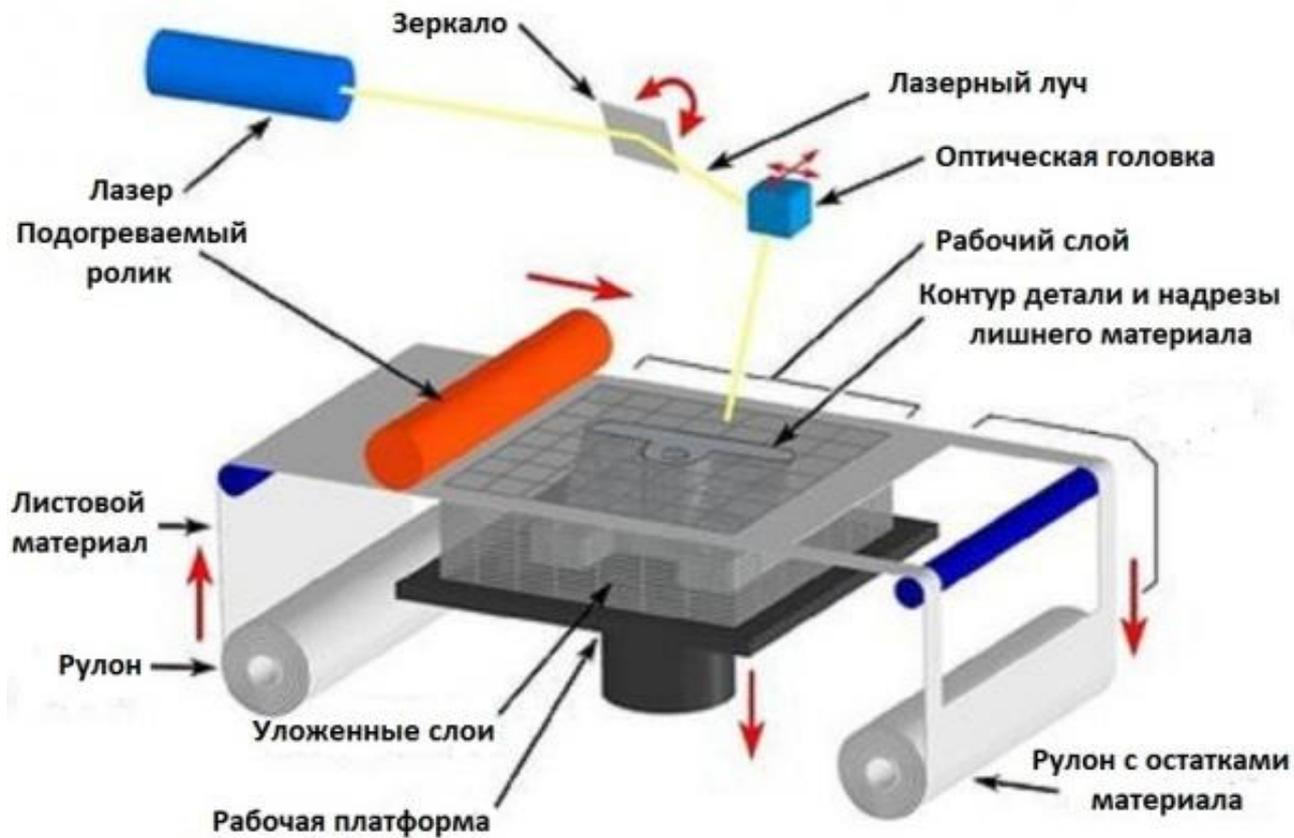


Рис. Принципиальная схема метода ламинирования (LOM)

Материалы - ламинированная бумага, пленка.

Преимущества

1. Низкая стоимость расходных материалов

Недостатки

1. Низкая точность изготовления, ограничения по технологическим возможностям изготовления тонкостенных деталей и деталей со сложной геометрией.
2. Низкая скорость печати.
3. Трудоемкий процесс обработки прототипа после изготовления.

Нетрадиционные области применения 3D -Технологий

Использование 3D - технологий в строительстве



Принтер печатает стандартными составами на основе цемента серии 500



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

3D-Технологии успешно развиваются, появляются новые схемы, расширяются технологические возможности, расширяются области применения.

Появилось большое количество доступных 3D-принтеров для использования в обучении и повседневной жизни, не требующих больших знаний и специальной подготовки.

Качество стоит денег, стоимость профессиональных и промышленных 3D-установок, стоимость расходных материалов и обслуживания очень высокая.

Пока не существует универсальной технологии 3D-печати, способной выполнять весь спектр задач.

3D-Технологии успешно интегрировались в производственные процессы, но пока не могут конкурировать с серийными технологиями.

