

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли
Высшая инженерно-экономическая школа

Реферат
по дисциплине: «Современные технологии производства»
на тему: «Аддитивные технологии»

Санкт-Петербург
2022

Содержание

Введение.....	3
1. История создания аддитивных технологий.....	4
2. Аддитивное производство.....	5
2.1 Процесс изготовления изделий и используемые материалы.....	5
2.2 Технологии аддитивного производства.....	7
3. Аддитивная технология LOM.....	10
3.1 История возникновения LOM.....	10
3.2 Технология 3D-печати методом ламинирования.....	10
3.3 Используемые материалы в LOM.....	11
3.4 Сферы применения метода ламинирования.....	11
3.5 Стоимость изделий.....	12
3.6 Преимущества и недостатки LOM 3D-печати.....	12
4. Применение аддитивных технологий.....	13
4.1 Сферы применения.....	13
4.2 Преимущества применения.....	14
5. Аддитивные технологии в России.....	15
Заключение.....	16
Список использованной литературы.....	17

Введение

Современный мир невозможно представить без информационных технологий. Их использование – это не просто модный тренд, а необходимость. Именно с помощью новых технологий появляются возможности обеспечения выпуска относительно дешевой, но при этом качественной и надежной продукции. В связи с этим развитие промышленного производства не обходится без внедрения новых направлений. В ряде случаев новые технологии могут внести существенные улучшения даже в традиционное производство. Одно из таких направлений - аддитивные технологии, или так называемая трехмерная печать. Начало положила стереолитография, затем довольно многочисленные новые принципы стали называть технологиями быстрого прототипирования (Rapid Prototyping) и, наконец, укоренилось название «Аддитивные технологии».

Аддитивные технологии (Additive Manufacturing) - метод создания трехмерных объектов, деталей или вещей путем послойного добавления материала: пластика, металла и бетона. Если при традиционном производстве мы имеем заготовку, которую впоследствии «дорабатываем», то в случае с аддитивными технологиями мы можем из расходного материала изготовить любое изделие послойно на основе компьютерной 3D-модели. Такой процесс создания объекта также называют «выращиванием» из-за постепенности изготовления.

Применение аддитивных технологий решает такие задачи как модернизация и автоматизация действующих и проектирование новых эффективных производств различного назначения, а также средств их оснащения. В настоящее время на рынке существуют системы, производящие модели по различным технологиям и из разных материалов. Однако, все они работают по схожему, послойному принципу построения физической модели. Уже сейчас с помощью данных технологий получают ткани, обувь, продукты питания и даже выращивают живые человеческие органы. Во многих отраслях, например, в космической отрасли, альтернативы аддитивным системам не видно уже сегодня.

В данной работе мы рассмотрим технологический процесс, материалы, оборудование и области применения аддитивных технологий. А также подробнее познакомимся с основами изготовления объектов с использованием ламинирования, а именно технологию LOM.

1. История создания аддитивных технологий

Основные технологии быстрого получения прототипов изделий делятся на:

1. Стереолитография.
2. Технологии с использованием тепловых процессов:
 - Selective Laser Sintering (SLS - лазерное спекание порошковых материалов), DTM Corp., EOS;
 - Laminated Object Manufacturing (LOM - изготовление объектов с использованием ламинирования), Helisys;
 - Fused Deposition Modeling (FDM - послойное наложение расплавленной полимерной нити), Stratasys.
3. Трехмерная печать (3D Printers).

История аддитивного производства началась с изобретения первого 3D-принтера. Его сконструировал Чарльз Халл в 1983 году. Он придумал устройство, которое смогло напечатать небольшой пластиковый стаканчик новым способом - послойным наложением с помощью ультрафиолетового излучения. Халл назвал эту технологию стереолитографией. Сегодня многие 3D-принтеры работают на базе этой технологии.

Вскоре другой инженер С. Крамп смог спроектировать и создать FDM-принтер. Несмотря на то, что данные технологии печати несколько отличаются друг от друга, их объединяет один принцип – послойное выращивание трехмерной модели. К концу 90-х гг. обе технологии начали применяться в промышленности. Чуть позже 3D-технология была внедрена двумя студентами Массачусетского института в настольные принтеры, и сегодня аддитивные технологии, технологии 3D-моделирования широко используют не только в производстве, но и в быту.

2. Аддитивное производство

2.1 Процесс изготовления изделий и используемые материалы

Процесс изготовления изделий на основе компьютерных 3D-моделей происходит постепенно, из-за чего его часто называют выращиванием. При этом процедура построения может быть любой: сверху вниз или снизу вверх. Применяемые при этом материалы различаются по следующим типам:

- жидкие (фотополимеры акриловые и эпоксидные);
- сыпучие (полимеры, песок, металлический порошок);
- прутковые, нитевидные (полимеры, металлы);
- листовые, пленочные (ПВХ-пленки, фольга, листовой прокат).

Первым видом расходника, с которым могло работать первое поколение аддитивных систем, стали полимерные материалы. Со временем новые технологии позволили применять различные по своим свойствам и составу материалы: инженерные пластики, композитные порошки, металлы и сплавы, керамику и песок. Именно это дало возможность получать модели с разными физическими характеристиками и возможностями.

Последовательно процесс аддитивного производства изображен на рисунке 1.



Рис. 1 Схема процесса аддитивного производства

Рассмотрим подробнее каждый шаг производства.

1. Подготовка модели.

Посредством систем автоматического проектирования инженер подготавливает изометрическую модель. Для этого используется отечественное и зарубежное ПО (Компас 3D, Автокад, Solidworks и т.д.)

2. Создание STL-файла.

Модель конвертируется в формат, «понятный» оборудованию.

3. Разделение на слои.

Аппаратная операция. Оборудование, формирующее заготовку, разделяет модель на слои. Размерность последних зависит от возможностей техники.

4. 3D-печать или формирование детали.

Изготовление компонента путем послойного нанесения материала. Действие выполняется в специальной камере. Продолжительность операции зависит от габаритов детали и производительности оборудования.

5. Финишная обработка.

Наряду с машинами для аддитивного производства используется вспомогательная техника. Она осуществляет полировку поверхности, устраняет микронеровности и прочие дефекты.

6. Приемка.

Готовое изделие проходит контроль качества. При отсутствии претензий деталь передается в сборочный цех.

По принципу формирования детали (нанесения слоя) следует выделить два направления развития:

1. Объединение материала, распределенного на рабочей поверхности платформы технологического оборудования (Bed deposition). После окончания процесса изготовления остается некоторый объем материала, который может использоваться для формирования следующей детали.
2. Прямое осаждение материала (Direct Deposition). В этом случае изделие формируется послойно непосредственно из разогретого до необходимой температуры материала, поступающего на рабочую платформу из специального распределяющего устройства.

Также способы выделяются по методу фиксации слоя: фотополимеризация, сплавление (спекание) и склеивание.

Фотополимеризация.

По данному методу выделяют несколько технологий получения изделия:

- Стереолитография (SLA-технология).

Принтеры, работающие по данному принципу, имеют платформу, которую погружают в бак с жидким фотополимером. Лазер проходит по поверхности, в результате чего слой фотополимера затвердевает. Затем платформа опускается на глубину одного слоя, и процесс повторяется до тех пор, пока объект полностью не построится. Материал, использующийся в SLA-технологиях, – фотополимерная смола.

- Технология PolyJet.

Нанесение материала происходит с помощью струйных головок. Жидкий фотополимер отвердевает под действием светового излучения. После окончания нанесения всего слоя зону печати подвергают мощному ультрафиолетовому излучению для полного отвердевания материала, после чего наносится следующий слой. С помощью современных 3D-принтеров Object 350 в данной технологии могут применяться до семи различных фотополимеров, отличающихся физическими свойствами.

Сплавление (спекание).

В качестве примера можно рассмотреть селективное лазерное спекание (SLS-технологии). В принтерах, работающих по такой технологии, сначала формируется слой материала, после чего происходит выборочное спекание порошка лазером, при котором частички порошка связываются в соответствии с текущим сечением исходной модели. В качестве исходного материала SLS-технологии используются полимерные и керамические порошки и термопластики. Так как плавление материала происходит выборочно по заданной траектории, то достоинством этой технологии является возможность одновременного производства нескольких деталей, что повышает производительность всего аддитивного процесса.

2.2 Технологии аддитивного производства

Аддитивные технологии являются мощнейшим инструментом для быстрого конструирования и воспроизведения объектов с высокой трудоемкостью создания в условиях обычного традиционного производства (от мельчайших деталей, например, в аэрокосмической отрасли и медицине, до крупных промышленных конструкций).

На сегодняшний день существуют следующие технологии аддитивного производства:

- Послойное выращивание изделия из пластиковой нити, или **FDM** (Fused deposition modeling).

Это самый распространенный способ 3D-печати в мире, на основе которого работают миллионы 3D-принтеров – от самых дешевых до промышленных систем трехмерной печати. FDM-принтеры работают с различными типами пластиков, самым популярным и доступным из которых является ABS. Изделия из пластика отличаются высокой прочностью, гибкостью, прекрасно подходят для тестирования продукции, прототипирования, а также для изготовления готовых к эксплуатации объектов. Крупнейшим в мире производителем пластиковых 3D-принтеров является американская компания Stratasys.

- Селективное (выборочное) лазерное сплавление металлических порошков, или **SLM** (Selective laser melting).

Самый распространенный метод 3D-печати металлом. С помощью этой технологии можно быстро изготавливать сложные по геометрии металлические изделия, которые по своим качествам превосходят литейное и прокатное производство. Основные производители систем SLM-печати – немецкие компании SLM Solutions и Realizer.

- Селективное (выборочное) лазерное спекание полимерных порошков, или **SLS** (Selective laser sintering).

С помощью этой технологии можно получать большие изделия с различными физическими свойствами (повышенная прочность, гибкость, термостойкость и др.). Крупнейшим производителем SLS-принтеров является американский концерн 3D Systems.

- Лазерная стереолитография, или **SLA** (Stereolithography).

В процессе обработки фотополимеров лазером исходный материал отвердевает, что позволяет получить очень детальные и высококачественные изделия с самыми разными свойствами. Лидером в данной нише принтеров является американская компания 3D Systems.

Кроме вышеупомянутых можно также отдельно рассмотреть несколько методик, разработанных для быстрого прототипирования. В данном случае речь идет о технологиях 3D-печати, которые служат для создания различных мастер-моделей и образцов.

- Многоструйное моделирование, или **MJM** (Multi-jet Modeling).

Для данной технологии расходными материалами служат фотополимеры и воск. С помощью этого метода можно получить мастер-

модели и прототипы. Технология широко применяется в принтерах линейки ProJet, поставляемых компанией 3D Systems.

- Отвердевание жидкого полимера под воздействием УФ-излучения, или **PolyJet**.

Данный метод также является эффективным способом получения мастер-моделей и прототипов. Он используется в принтерах Objet американской фирмы Stratasys.

- Послойное распределение клеящего вещества, или **CJP** (Color jet printing).

Технология использует в качестве расходника порошковый гипсовый материал и задействована в принтерах линейки ProJet x60 компании 3D Systems. С помощью этого метода можно получать полноцветные модели и прототипы, а также дизайнерские изделия, сувениры и архитектурные макеты. На сегодняшний день – это единственная промышленная технология полноцветной 3D-печати.

3. Аддитивная технология LOM

3.1 История возникновения LOM

Laminated Object Manufacturing – это одна из технологий 3D-печати или, так называемого, быстрого прототипирования (Rapid Prototyping, RP), ее второе название Plastic Sheet Lamination или PSL, что переводится как, ламинирование пластиковых листов.

Технология процесса заключается в послойном склеивании ламинированных материалов (или пленок) в заданных координатах, с последующим обрезанием излишков.

Эта технология появилась одной из первых, в 1985 году. Ее изобретатель – Михайло Фейген, предложил ее за год до появления патента на другой метод 3д-печати – стереолитографию.

С тех пор она развивалась в нескольких компаниях: первоначально развитием данной технологии занялась фирма Helisys of Torrance, которая в 1998 г. получила на нее патент US5730817, однако, в 2000 году предприятие прекратило свое существование. Преемником этой компании стала Cubic Technologies, которая существует по сей день.

Также этой технологией занималась всемирно известная компания 3D Systems, где был выпущен LOM-принтер Invision LD, пока в 2007 году его не перекупила израильская фирма Solido. После этого она стала называться Solido SD 300. Сегодня эта компания уже не существует.

Наконец, ирландская компания Mcoг Technologies в 2013 году на всемирной выставке SolidWorks World 2013 представила потрясающий LOM 3D-принтер, позволяющий печатать полноцветные трехмерные детали из обычной офисной бумаги.

3.2 Технология 3D-печати методом ламинирования

Процесс 3D -печати производится посредством связи принтера с персональным компьютером. Для начала работы необходимо иметь трехмерное изображение на ПК. В принтере установлены специальные листы, чаще всего обычная полимерная пленка, так как имеет наименьшую цену и толщину от 0,15 мм, что влияет на точность деталей полученного изделия. В местах, где склеивание не требуется, происходит нанесение специального вещества - антиклея, при помощи фломастеров и карандашей, имеющих диаметр от 0,3 до 6 мм. После этого наносится следующий слой пленки и посредством валика, который прокатывается по ним, производится давление и нагрев. Это приводит к спеканию (ламинированию) двух слоев между собой. Далее, лазером или специальным ножом прибор обрезает все лишние детали и процесс повторяется.

По завершении процесса полученную деталь надо забрать из 3d-принтера и очистить от обрезков. Далее можно произвести дополнительную механическую обработку: шлифование, вскрытие лаком, покраска.

Изготовленные LOM-изделия по составу имеют сходство с древесиной и легко обрабатываются.

Такие образцы можно использовать для проверки собираемости конечных изделий. Также изделия, изготовленные данным методом, могут выступать в качестве разовых моделей для точного литья по выжигаемым моделям.

3.3 Используемые материалы в LOM

Теоретически в этой технологии могут использоваться различные материалы, такие как:

- пластик;
- композитив;
- металлическая фольга или тонкие металлы;
- керамика;
- обычная или ламинированная бумага;
- полимерная пленка.

Практически же все эти материалы могли использоваться только в экспериментальных моделях и промышленных образцах, численность которых часто не превышала десяти экземпляров. Большое распространение получили только те 3D-принтеры, которые обладали хорошими показателями цена–качество, обычно это настольные устройства для домашнего использования и недорогие промышленные экземпляры.

Изготовленные по LOM-технологии изделия идеально подходят для решения задач, требующих оценки формы и эстетических свойств изделий. Прочность LOM-объектов в большинстве случаев позволяет использовать их для проверки функциональности проектируемого изделия.

3.4 Сферы применения метода ламинирования

Данный метод 3D-печати может применяться с успехом в таких областях деятельности:

1. Архитектура.

Изготовление макетов зданий и различных сооружений, которые могут использоваться как для дипломных работ, так и в работе строительных организаций.

2. Медицина.

Изготовление прототипов протезов, костей, черепов и внутренних органов по результатам компьютерных исследований организма.

3. Образование.

Визуализация любых сооружений, геометрических фигур, химических соединений, географических моделей рельефа с целью повышения качества восприятия преподаваемого предмета.

4. Искусство.

Изготовление скульптур и объемных картин.

Сувенирная продукция.

5. Промышленность.

Моделирование механизмов и прототипов.

Хобби.

6. Авиа-, авто-, судомоделирование и прочее.

3.5 Стоимость изделий

При использовании недорогих материалов, таких как пленки или бумага стоимость изделий, изготовленных подобным методом, будет сравнительно недорогой – около 15-30 руб. за см. куб.

Многое будет зависеть от типа 3d-принтера и используемого метода печати, положения деталей в пространстве, стоимости расходных материалов, толщины слоев.

Для снижения себестоимости продукта можно принять меры, направленные на удешевление продукции, например, изготовление деталей по частям с одновременным «выращиванием» нескольких деталей. При работе над крупными изделиями это может существенно экономить как деньги, так и время на их создание.

3.6 Преимущества и недостатки LOM 3D-печати

Преимущества:

- низкая себестоимость продукции;
- использование широко распространенных материалов;
- сравнительно высокая точность изготовления объектов, от 0,3 мм;
- на некоторых lom-принтерах есть возможность сразу изготавливать цветные модели.

Недостатки:

- недостаточно высокая прочность изделий вдоль направления слоев, есть риск расслоения;
- малая распространенность;

— небольшой выбор моделей 3д-принтера.

4. Применение аддитивных технологий

4.1 Сферы применения

Аддитивные технологии применяются в различных отраслях. Рассмотрим некоторые из них.

Машиностроение.

Аддитивные технологии активно используются в промышленности. В 1989 году компания BMW начала применять их одной из первых. В то время термин «3D-печать» еще не использовался. В 2018 году предприятие открыло специализированный Центр аддитивного производства в Мюнхене и изготавливает там прототипы, сверхсложные элементы шасси и уже не выпускаемые серийно детали для классических автомобилей. Сейчас и другие автомобильные компании выпускают автомобили, полностью или частично сделанные аддитивными методами.

Качественные детали, сертификационные требования к которым очень высоки, востребованы также в авиационной и космической промышленности. Компания Boeing уже изготовила методами аддитивных технологий более 20 000 деталей для своих самолетов. Компания Siemens Power утверждает, что именно 3D-печать позволила им достичь значительного прорыва в производстве электрооборудования. Используя аддитивные технологии, они получают прототипы продукции на 90% быстрее, чем раньше - с высокой степенью эффективности, высоким КПД и низкой стоимостью.

Медицина.

В 2008 году был напечатан первый 3D-протез конечности: он был изготовлен цельным, без сборки. С помощью стереолитографии сейчас изготавливают индивидуальные сердечные клапаны, искусственные челюсти, части суставов и детали слуховых аппаратов. Первым и единственным напечатанным органом пока остается мочевого пузыря. Он был изготовлен из тканей старого мочевого пузыря хозяина и успешно пересажен. В будущем предполагается печатать 3D-органы из человеческой ткани и искусственных материалов.

Строительство.

В последние годы в США, Саудовской Аравии, Мексике, Франции, России, ОАЭ появляются дома, возведенные методом строительной 3D-печати. Специальные строительные принтеры создают или небольшие коттеджи, или элементы сооружений, которые потом

собираются на месте в целое здание. Технология позволяет строить дома очень быстро и дешево. Площади зданий пока небольшие, но это временно: в Дубае уже стоит напечатанное здание муниципалитета площадью 641 кв. м.

Для печати простых повседневных вещей в домашних условиях.

Сейчас домашние 3D-принтеры можно купить в магазинах электроники от 15 000 руб. до 20 000 руб. Эти простые модели обычно работают по методу расплавленной нити и совместимы с разными программами проектирования: можно сконструировать эскиз самому, а можно скачать чертеж в интернете. Доступность принтеров и безграничная фантазия породили движение увлеченных 3D-моделистов. Дома они придумывают и печатают детские игрушки, вещи для быта, бижутерию.

4.2 Преимущества применения

Уникальные характеристики получаемой продукции – самое главное преимущество использования аддитивных технологий. Послойное выращивание позволяет получить изделие с улучшенными свойствами. В качестве примера можно привести изделия, которые получают на металлических принтерах. По своим характеристикам и качеству такие детали оказались намного лучше, чем их аналоги, создаваемые по традиционным технологиям: литья или обработки.

Также традиционные методы производства часто очень затратные, а потери расходных материалов могут достигать 80% и даже больше. В отличие от традиционных технологий аддитивные намного более экономичны, так как программное обеспечение оборудования точно рассчитывает количество потребляемых материалов. А также, при использовании аддитивных методов, если металлическая деталь не получилась, ее можно вновь превратить в порошок и из него опять напечатать то же изделие

Аддитивные технологии используют компьютерные модели будущих изделий, которые можно за короткое время передать не только в разработку, но и переслать коллегам на другом конце мира. Это не требует наличия традиционных чертежей, габаритных моделей и т.п. Производство можно запускать в самые короткие сроки. Традиционными способами сложную деталь производят в течение месяцев, а с 3D-печатью ее можно сделать за несколько часов. После изготовления часто не нужна дополнительная механическая обработка.

Традиционные методы, например, литье или штамповка, не позволяют изготавливать очень сложные с точки зрения геометрии

изделия. Если нужно получить детали для систем охлаждения с сетчатой конструкцией, то традиционными способами этого не добиться. Зато промышленные принтеры позволяют выращивать модели практически любой степени сложности.

5. Аддитивные технологии в России

В России внедрение аддитивных технологий в производство идет замедленными темпами по сравнению с развитыми странами. Из 3D-технологий в нашей стране самостоятельно развиваются методы прямой лазерной наплавки и динамического напыления. В остальном мы следуем международному опыту, но, к сожалению, пока наблюдается значительное отставание от мировых лидеров. Причем отставание отмечается по всем основным направлениям: производству оборудования для 3D-печати, сырья и вспомогательных материалов, масштабам применения технологий в ключевых промышленных отраслях и т.д.

Россия в настоящее время занимает одиннадцатое место в мире по производству и внедрению технологий 3D-печати. Доля отечественного рынка в этой сфере составляет 2 %, но при этом российский рынок за последние восемь лет вырос в десять раз. Первым крупным проектом в области аддитивных технологий в России стало АО «Центр аддитивных технологий», основанное в мае 2014 г. Сегодня происходит процесс формирования отрасли АТ как организованной системы. Курирует процесс Департамент развития станкостроения, аддитивных технологий и робототехники Министерства промышленности и торговли РФ.

Заключение

Как известно, традиционные методы создания прототипов, в зависимости от сложности конструкции, требуют больших и временных, и финансовых затрат, что отодвигает сроки выхода изделия на рынок от момента возникновения идеи. Использование аддитивных технологий не только существенно сокращает сроки проектирования изделия, но и обеспечивает их более высокое качество.

Аддитивные технологии имеют огромный потенциал в деле снижения энергетических затрат на создание самых разнообразных видов продукции.

И наконец, степень их использования в материальном производстве является верным индикатором реальной индустриальной мощи государства, а также индикатором его инновационного развития.

Данные технологии уже преобразили все стадии создания изделий, а также нашли применение в большинстве отраслей промышленности.

Анализ выше изложенного материала позволяет сделать вывод о насущной необходимости совершенствовать свойства данного вида технологий и активно их внедрять и использовать в различных сферах.

Список использованной литературы

1. Новиков С. В., Рамазанов К. Н. «Аддитивные технологии: состояние и перспективы»: учебное пособие / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. - Уфа: УГАТУ, 2022. - 75 с.
2. Валетов В. А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы). Учебное пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2015, – 63с.
3. [Электронный ресурс]. URL: <https://blog.iqb.ru/3dlam-interview/>
4. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rinscom.com/>
5. [Электронный ресурс]. URL: <https://infcs.ru/bazaznani/stati/chto-takoe-additivnye-tehnologii/>