Исследовательская работа.

Тема: Технология 3D-печати.

Выполнил: Черных Тимур

ученик 8а класса

МБОУ СОШ №52 г. Ижевск

Научный руководитель:

Зуева Светлана Леонидовна

Заслуженный работник народного образования УР

Ижевск. 2022г.

Содержание

1. Введение 2-3
2. Технология современности

* Историческая справка: первопроходцы 3-4
* Материалы: виды, свойства применение 4-6
* SLA печать – стандарты, разновидности 7
* Инженерные смолы 7-9
* Стоматологические и медицинские смолы 9-10
* Правила биосовместимости 10
* MJM печать 10-11
* Электро-лучевая печать (EBM) 11-12

1. Заключение 13
2. Источники 14
3. Приложение

* Словарь 14-15
* Пути исследования 15-16
* Опрос. Диаграмма

1. **Введение.**

Мы живем в 21 веке. В веке современных технологий, где каждый день появляется что-то новое. В настоящее время придумали уже много разных новшеств: смартфоны, планшеты, компьютеры и даже роботы, которые используют как в промышленности, так и в обычной жизни. Все они плотно вошли в нашу жизнь и стали неотъемлемой ее частью.

С недавнего времени разработана и внедрена в мир технология 3D-печати. С момента её появления и до настоящего времени она стремительно интегрируется в нашу повседневность. Данная технология нашла свое применение как в промышленных масштабах (изготовление приборов, строительство домов, изготовление имплантатов для использования в медицине и ветеринарии…), так и в бытовых условиях. Многие увлечённые люди в домашних условиях собирают оборудование и используют данную технологию для ремонта бытовых устройств, а также изготовлении сувениров и игрушек для детей.

Бурное развитие 3D-печать с 2010 года в связи с массовым использованием в быту различных полимеров (пластмассы). Учитывая, что в настоящее время данная технология имеет масштабное применение во всех областях нашей жизни, ее появление, а также доступность специального оборудования для её реализации, послужили толчком, который позволяет воплотить самые различные задумки в свет.

3D-печать – технология, развивающаяся очень, и очень быстро, а также находит применение в различных отраслях промышленности, медицины, быта.

**Цель:** сформировать систему знаний технологии 3D-печати.

**Задачи:**

* собрать по теме материал и произвести его анализ.
* рассмотреть теоретические и практические основы процесса.
* привлечь внимание экспертов.

**Методы:** анализ, сопоставление, сравнение, интервью

**Объект исследования:** технология 3D-печати

**Актуальность**: привлечение внимания к изучению и освоению технологии 3D-печати.

**Гипотеза**: данная технология необходима, в дальнейшем будет развиваться и совершенствоваться.

1. **Технология современности.**

**Историческая справка: первопроходцы.**

 3D-печать существует уже несколько десятилетий, но основной большой всплеск получила только за последние 10 лет. В конце 70-х годов 20 века началась разработка технологии и специальных устройств и оборудования. А в 80-х появились первые образцы оборудования и материалов для 3D-печати. Сотрудник промышленного исследовательского института в Японии, Хидео Кодама в 1981 году изобрел 2 новых способа изготовления 3D моделей из пластика., он уже напечатал первый образец, но не завершив оформление патента Хидео Кодама потерял приоритет официального изобретателя. В итоге американский изобретатель Чак Халл запатентовал созданный им в 1983 году аппарата для стереолитографии, который считается на сегодняшний день создателем 3D печати. Первые образцы оборудования были крайне громоздкими, а сам процесс 3D-печати оставлял очень много вопросов к скорости работы и качеству прототипирования. Изменить это смог Скотт Крамп. Он в **1988** году разработал технологию, а в **1989** году подал заявку на патент изобретения, обозначенного как: аппарат для создания трехмерных объектов методом послойного наплавления.

***Скотт Крамп***

***Хидео Кодама***

Технология, которую разработал Крамп получила название «[моделирование методом наплавления (FDM)](https://mplast.by/encyklopedia/fdm-fff-posloynoe-naplavlenie/)» и на сегодняшний день является самой используемой технологией 3D-печати.

Сам разработчик приступил к ее промышленному освоению в том же 1989 году, учредив для этих целей (вместе с супругой) одного из нынешних лидеров индустрии – компанию **Stratasys**. Свой первый 3D принтер компания продала в **1992** году.

**Сам термин 3D-печать впервые появился в 1993 году** и относился к технологии нанесения порошкового слоя с использованием стандартных и струйных печатающих головок, разработанных в **Массачусетском технологическом институте (MIT)**.

К 1993 году относится и еще одно, весьма важное для индустрии объемной печати, событие – в этом году была основана и начала свою работу компания **Solidscape**, представившая на рынок высокоточное оборудование 3D-печати, работающее по технологии “точка к точке” (“dot-on-dot”).

Важной датой в мировой истории индустрии 3D-печати является **29 мая 2008 года**. В этот день появился первый 3D принтер, способный частично распечатать сам себя. Машина, получившая название **Darwin**, была разработана в рамках проекта **RepRap** (сокращение от **Replicating Rapid Prototyper** – самовоспроизводящийся механизм для быстрого изготовления прототипов), основанного **Эдрианом Боуэром** из **университета Бата, Англия**. Проект был впервые анонсирован за 3 года до этого в виде идеи, предполагавшей создание 3D принтера, способного воспроизводить самого себя. Но ключевой частью проекта было условие доступности технической документации по оборудованию и программному обеспечению должны находиться в свободном доступе.

В 2010 году, когда окончательно истекли сроки действия патентов уже упомянутых компаний-первопроходцев, большинство компания и частных лиц получили возможность для усовершенствования и изучения нового оборудования в индустрии технологии 3D-печати.

И так, начиная с 2010 года индустрия аддитивных технологий развивается едва ли не в геометрической прогрессии, совершенствуя технологические решения, основное и вспомогательное оборудование, а также, проникая в новые сферы производства, бизнеса и общественной жизни. Сейчас в 2022 году все более совершенствуется и развиваются данные технологии.

**Материалы: виды, свойства, применение.**

Для печати на 3D принтерах используют специальный пластик, которого существует большое количество видов. Рассмотрим самые распространённые из них.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид пластика | Характеристики | Применение |
| PLA - это сокращение от Polylactic Acid (полимолочная кислота), термопластичного полимера, который получают из возобновляемых источников, в частности из кукурузного крахмала или сахарного тростника. | Изготавливается из натурального сырья, поэтому перерабатываемый. Нетоксичен. Температура плавления 190-220оС, температура стола 50-60ОС. Теряет прочность из-за ультрафиолета. Хрупкий. | Самое распространённое применение- это пластиковые одноразовые стаканчики, пластиковые бутылки и упаковки. |
| ABS - это инженерный пластик, обладающий многими важными характеристиками, главной из которых можно назвать высокую ударопрочность, механическую прочность и жесткость. | Термопластическая смола. Температура печати 220-240оС, температура стола 80-100оС. Прочный и ударостойкий. Токсичен при долгом вдыхании паров, поэтому не рекомендуется находиться в рабочем помещении. Высокая усадка. | Используют в авто индустрии. Из данного пластика изготавливают спорт инвентарь. Также используют для изготовления корпусов и деталей для компьютеров. Медицина. Используют в быту. |
| PETG - это производный пластика PET, который является его сополимером. | Собрал все лучшие качества PLA и ABS. Низкий процент усадки, отличная спекаемость слоев и легкая обработка. Температура печати 220-240оС, температура стола 80-100оС. Высокая прочность и износостойкость. Хорошо выдерживает ударные нагрузки. Нетоксичен. Очень текуч. | Используется для изготовления пищевых контейнеров, бутылок для воды, волок для одежды. |
| SBS - материал для 3D печати, характеризующийся гибкой структурой в сравнении с ABS, низкой ломкостью в сравнении с PLA. | Материал с высокой прозрачностью. Прочный и упругий. Низкая токсичность. Температура печати 230-260оС, температура стола 60-100оС. Низкий процент усадки. Легкая обработка как механически, так и химически. Плохая спекаемость слоев. | Подходит для изготовления полупрозрачных ваз, игрушек, пищевых контейнеров, светильников. Также его используют для изготовления особых (кастомных) поворотников на мотоцикл или автомобиль. |
| FLEX - это 3D филамент, объединяющий в себе свойства пластика и резины. FLEX, ТЭП или ТПЕ – целый класс материалов, который предназначен заменять силикон, резин и т. д. Аббревиатура расшифровывается, как термоэластопласт. | Мягкий пластик, напоминающий резину или силикон. Прочный на разрыв, но в то же время гибкий. Температура печати 200-240оС, подогреваемый стол не обязателен. Стойкий к растворителям. Сложно обрабатывать механически и химически. | Пластик данного типа используют для печати уплотнительных прокладок, стелек, ременных передач,  гусениц или других моделей, требующих гибкости. |

авторская таблица

Таким образом, делаем вывод, что «классическая» 3D-печать разнообразна в плане материалов и не очень сложная в освоении.

**SLA печать – стандарты, разновидности.**

Один из способов печати который изобрел Хидео Кодамы это фотополимерная (SLA) 3D-печать, которая использует другие принтеры, по сравнению с обычными. Обычные 3D принтеры используют пластик, а фотополимерные- смолу, которая засвечивается ультрафиолетом.

Также, как и у пластика, у смолы есть разновидности. Сейчас вы узнаете о самых известных и популярных видах.

**Стандартные SLA смолы.**

Из данного типа смол получаются детали с высокой жесткостью, детализацией и гладкой поверхностью. Низкая стоимость смол, делает их идеальными для прототипов.

|  |  |
| --- | --- |
| Плюсы | Минусы |
| 1. Высокая детализация. 2. Гладкая поверхность. 3. Низкая цена. | 1. Хрупкость. 2. Деформируются под действием температур. |

авторская таблица

**Инженерные SLA смолы.**

Инженерные смолы, в отличии от стандартных, более прочные, но требуют дополнительного отверждения ультрафиолетом. Инженерные фотополимерные смолы также бывают разные, например, смола- Tough, которая является аналогом ABS пластика.

Смола Tough.

Данная смола была разработана для печати моделей, которые должны выдерживать высокие нагрузки и были прочными. Из данного материала получаются прочные, устойчивые к разрушению детали и функциональные прототипы, такие как корпус с защелкивающимися соединениями.

|  |  |
| --- | --- |
| Плюсы | Минусы |
| 1. Высокая прочность моделей. | 1. Не подходит для моделей с тонкими стенками. 2. Нестойкая к высоким температурам. |

авторская таблица

Смола Durable.

Durable-прочная смола, которая представляет собой износостойки и гибкий материал, из которой получаются модели с гладкой глянцевой поверхностью и высокой устойчивостью к деформации. Из данной смолы идеально изготавливать втулки, различные функциональные соединения и т.д.

|  |  |
| --- | --- |
| Плюсы | Минусы |
| 1. Высокая износостойкость. 2. Гибкость 3. Высокая ударопрочность. | 1. Не подходит для моделей с тонкими стенками. 2. Низкая температура тепловой деформации. 3. Низкий предел прочности на изгиб. |

авторская таблица

Смола Flexible.

Резиноподобная смола Flexible которая позволяет изготавливать гибкие детали. Этот материал имеет низкий порог упругости при растяжении и высокое удлинение при разрыве, и он хорошо подходит для деталей, которые будут согнуты или сжаты.

|  |  |
| --- | --- |
| Плюсы | Минусы |
| 1. Высокая гибкость. 2. Низкая твердость. 3. Высокая ударопрочность. | 1. Не обладает всеми свойствами настоящей резины. 2. Со временем теряет свойства под действием солнечного света. 3. Не подходит для моделей с тонкими стенками. |

авторская таблица

## Стоматологические и медицинские смолы.

### **Фотополимерная смола для медицинских приборов - Custom Medical Appliances (биосовместимость 1 класса)**

|  |  |
| --- | --- |
| Плюсы | Минусы |
| 1. Гладкая поверхность. 2. Высокая точность. | 1. Умеренное сопротивление износу и разрушению. |

Биосовместимые смолы класса 1 могут быть использованы для изготовления медицинского оборудования, такого как, например, хирургические шаблоны. Детали, напечатанные на этой смоле, можно стерилизовать паром для непосредственного использования в операционной.

авторская таблица

### **Стоматологическая смола - Dental Long Term (биосовместимая класса 2А).**

Эти смолы специально разработаны для долгосрочных стоматологических приспособлений. Биосовместимые смолы класса 2А могут контактировать с организмом человека до года.

|  |  |
| --- | --- |
| Плюсы | Минусы |
| 1. Высокая точность. 2. Высокая устойчивость к разрушению и износы. | 1. Высокая стоимость. |

авторская таблица

Высокая устойчивость к разрушению и износу делают данную смолу идеальным вариантом для изготовления жестких шплинтов или фиксаторов.

### **Рассмотрим и выясним правила биосовместимости.**

Правила биосовместимости класса 1 касаются материалов, которые разрешено использовать для:

1. Устройств, которые контактируют с неповрежденной кожей.
2. Приспособлений для временного применения или кратковременного использования в ротовой полости или ушном канале, или в полости носа.
3. Многоразовые хирургические инструменты.

Правила биосовместимости класса 2a касаются материалов, которые разрешено использовать для:

1. Устройств, которые вступают в контакт с биологическими жидкостями или открытыми ранами.
2. Устройств, используемые для введения веществ в организм человека или удаления веществ и из него.
3. Инвазивных краткосрочных устройств, такие как инвазивные хирургические элементы.
4. долговременных имплантируемых устройств, помещенных в зубы.

И так, мы делаем вывод, что смола 1 класса больше подходит для «поверхностного» лечения, нежели смола 2 класса, которая может внедряться в тело на более продолжительный срок.

# **MJM печать.**

Multi Jet Modeling (Мультиструйное моделирование)- технология 3D-печати, основанная на многоструйном моделировании с помощью фотополимерного или воскового материала. У данного вида печати есть небольшая особенность в отличие от других, на печатающей головке присутствует ультрафиолетовая лампа, которая засвечивает только что нанесенные частицы материала. Основным материалом является фотополимер, так же как у SLA печати, а вспомогательным- восковая структура, которая служит опорой для навесных элементов будущей модели. После печати восковые поддержки выплавляются в специальной печи.

Преимущества:

* Высокая точность готовых изделий, так как построение состоит из мельчайших капель жидкого фотополимера, которая недоступна 3D принтерам, работающим на пластике.
* Большой выбор материалов, так как принтеры для данного вида, могут работать как с восковыми, так и с полимерными материалами.

И так, данная технология подходит для печати деталей и моделей, где нужна высокая точность.

**EBM печать.**

Еще один вид 3D печати- электро-лучевая печать (EBM). В 1986 г. Карл Декарт предложил свою технологию, которая получила название **выборочное лазерное спекание.** Его суть заключалась в действии на порошковые материалы (композиты, пластик, металлы) лазерного пучка, который приводил их к сплавлению и, таким образом, слой за слоем формировалась деталь. В 1997 году была основана Шведская компания Arcam AB, которая усовершенствовала эту технологию и назвала ее **электронно-лучевая плавка (Electron Beam Melting, EBM).**

Во время печати, камера принтера находиться под искусственным вакуумом. Это необходимо для сохранения свойств титана, который теряет их при плавке. Также это помогает нагреву, дело в том, что газовая или воздушная среда создает слишком высокое сопротивление для электронов.

Оборудование Arcam AB работает со следующими типами порошкообразных металлов:

* Arcam Ti6Al4V- это наиболее используемый в аэрокосмической и медицинской сферах титановый сплав.
* Arcam ASTM F75 CoCr- сплав на основе кобальта. Используется в производстве деталей для газовых турбин, а также в медицине для протезирования и различных имплантатов.

EBM печать используют в следующих сферах:

* В медицине для печати протезов, так как позволяет получить идеально подходящие протезы и имплантаты на основе титана и кобальта, которые обладают хорошей биосовместимостью с человеческий организмом.
* Аэрокосмическая сфера. Детали, изготовленные методом электронно-лучевой плавки, обладают отличной прочностью при небольшом весе. Эту технологию используют такие крупные компании, как Boeing, Lockheed Martin и NASA для производства деталей двигателей и элементов летательных аппаратов.

Преимущества данного вида технологии:

* Модели и детали, напечатанные по данной технологии, обладают отличной микроструктурой по сравнению с литьем.
* Точность изготовления моделей, которая составляет ±0,2 мм на длине 100 мм.
* Возможность производства сразу нескольких изделий.
* 3D-печать происходит в камере при температуре 700-1000°C. Это позволяет не остывать одной части детали в то время, как другая разогрета. Процесс охлаждения происходит равномерно по всей поверхности после окончания печати. Благодаря этому отсутствует эффект усадки и внутренних напряжений изделия, что влияет на ее прочность.

Также у данного вида есть недостаток. В данный момент точность ограничена в 0,2 мм. Это приводит к небольшой шероховатости готовых изделий.

Таким образом EBM печать подходит для сфер деятельности, где используют сплавы металлов, нужна точность и прочность.

1. **Заключение.**

Подведем итог:

* Цель, поставленная мной выполнена.
* Мы узнали историю о первых создателях, кто и какие способы печати изобрел, усовершенствовал и дальнейшем развивал.
* Познакомились с материалами, их разновидностями, свойствами и сферы, условия применения.
* Узнали о таком виде печати как SLA, о тонкостях, работе, печати и о ее создателе.
* Мы узнали, каким видом сырья печатают SLA принтеры- это специальная смола, о видах этой смолы, ее плюсах и минусах.
* Еще узнали о стоматологических и медицинских смолах, где и какие виды таких смол используют, правилах совместимости разных классов смол.
* Познакомились с видом печати, как MJM, который использует восковой полимер в качестве дополнения к печати.
* Узнали о EBM печати, которая использует вместо пластика сплавы металлов, что отличает ее от других видов.

И так, все-таки будущее гораздо ближе, чем мы думаем. Возможности 3D-принтера велики. Объемная печать скоро плотно войдет в нашу жизнь, а значит у этой технологии большое будущее. Ее развитие продолжается, совершенствуется. Появляется разные виды печати, разновидности сырья, (применений этих печатей). Могу предполагать, что из 3D-печати могут произойти такие же интересные, современные и необычные отрасли, технологии, которые так же, как и 3D внесут вклад в развитии человечества. Думаю, что могут появится специальные факультеты, которые будут направленны на данную сферу деятельности. Думаю, что также будет полезным создать в школе кружки, которые будут набирать школьников на обучение этой технологии. Надеюсь, что еще большее количество подростков, студентов, молодёжи будет увлечено данной индустрией, технологией.

1. **Источники**

Интервью с директором фирмы по 3D-печати ATI.

Материалы фонда фирмы ATI.

Опрос- 10 человек.

[https://mplast.by](https://mplast.by/encyklopedia/3d-pechat-additivnoe-proizvodstvo/-)/3D-печать (аддитивное производство)

https://controlengrussia.com/История развития

https://lider-3d.ru/wiki/PLA пластик

https://pplist.ru/ABS пластик

https://3d-m.ru/PETG пластик

https://3d-services.ru/SBS пластик

http://filatrade.ru/FLEX пластик

https://3dtool.ru/SLA смолы, инженерные смолы, стоматологические смолы

https://3d.globatek.ru/3d\_printing\_technologies/mjm/ MJM печать

http://3dprofy.ru/ehlektronno-luchevaya-plavka-ebm/ EBM печать

1. **Приложение**

* **Словарь**

*Полимер*- вещества, состоящие из «мономерных звеньев», соединённых в длинные макромолекулы химическими или координационными связями.

*Сополимер*- разновидность полимеров, цепочки молекул которых состоят из двух или более различных структурных звеньев.

*PET пластик*- термопластик, наиболее распространённый представитель класса полиэфиров, известен под разными фирменными названиями.

*Филамент*- это термопластичное сырье для 3D-принтеров, моделирующих наплавление.

*Усадка*- уменьшение объёма и линейных размеров отливок в процессе их формирования, а также охлаждения от температуры литья до температуры окружающей среды.

*Прототип*- первоначальный образец.

*Прототипирование*- быстрая «черновая» реализация базовой функциональности будущего продукта/изделия, для анализа работы системы в целом.

*Анонсировать, анонсирован*- объявлять, объявлен.

*Аддитивные технологии*- технологии послойного наращивания и синтеза объектов.

*Термоэластопласт*- это полимерный материал, объединяющий в себе эластичность каучука и термопластические свойства, придающие изделию высокую текучесть в расплавленном состоянии.

*Фотополимер*- вещество, изменяющее свои свойства под воздействием света, чаще ультрафиолетового.

*Запатентован*- закрепленный патентом, признанный официально.

*SLA(стереолитография)*- одна из технологий быстрого прототипирования.

* **Пути исследования**

Посещение крупнейшего производства по 3D-печати ATI в Ижевске и интервью с директором фирмы Савченковым Дмитрием Сергеевичем.

Т: Сейчас попрошу вас ответить на некоторые вопросы. Скажите, как вас зовут, кем работаете и чем занимаетесь?

Д: Здравствуй, меня зовут Савченков Дмитрий Сергеевич, занимаюсь 3D-печатью и работаю директором компании ATI.

Т: С какого года вы занимаетесь 3D-печатью и почему выбрали именно это направление?

Д: 3D-печатью я занимаюсь с 2013. Меня привлекла это технология, потому что на тот момент она была новой.

Т: Сложна ли эта технология?

Д: Технология в целом не сложная, но много нюансов, потому что сейчас растет спрос на инженерные высокотемпературные пластики и композитные материалы, а это требует соблюдения особых условий печати.

Т: Какие известные компании, заведение, предприятия заказывали у вас печать?

Д: Концерн Калашникова, Аксион, Купол, Выставочный центр Удмуртия, Ижевский радиозавод, Министерство спорта УР и МВД УР.

Опрос мы провели среди людей возрастной группы 14-40 лет, разного пола, задав следующие вопросы:

1. Что такое 3D-печать?
2. В каких сферах возможно применение данной технологии?
3. Ваше мнение, будет ли развиваться эта технология?

Результаты получились следующие:

На вопрос что такое 3D-печать большая часть опрошенных ответила, что это объемная, 3-х мерная печать моделей.

Более интересные выводы были после ответов на вопрос о применение данной технологии. Ответы тут разошлись в очень разные направления.

Самым большим количеством ответов была сфера строительства.

Следующей по ответам была медицина.

Самыми немногочисленными были: автомобильная индустрия, развлечения для дома, построение моделей и вещи интерьера.

На вопрос о развитии технологии все 100% ответили положительно, так как она относительно новая, современная и интересная.