Региональная конференция по научно-техническому творчеству школьников «Лабиринты науки»

Тематическая секция Конференции: **техника**

Тема:

«Лазерные технологии и их использование»

Работу выполнил:
Серов Артемий Михайлович,
ученик 11А класса МОУ СОШ №29 г. Рыбинск
Руководитель проекта:
Орлова Оксана Анатольевна,
учитель физики МОУ СОШ №29

Рыбинск 2023

Оглавление:

Введение 3
Глава 1. Аддитивные технологии 4
1.1 Селективное лазерное спекание. 5
1.2 Селективное лазерное сплавление. 5
1.3 Электронно-лучевое сплавление. 7
1.4 Стереолитография 7
Глава 2. Сфера применения аддитивных технологий 9
Заключение 10
Список литературы и интернет-источников. 11
Приложение 12-15

1. **Введение**

Лазер - устройство, генерирующее электромагнитное излучение в диапазоне длин волн от ультрафиолета (УФ, порядка 0,1 нм) до субмиллиметрового инфракрасного (ИК) за счет вынужденного испускания или рассеяния света активной средой, помещенной в оптический резонатор. Название представляет собой аббревиатуру английской фразы «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation» (усиление света за счет вынужденного излучения).

Актуальность данной темы заключается в сравнительно новом и интересном технологическом методе, возникшем в конце 80-х и ставшем в наши дни перспективной технологией для мелкосерийного или единичного производства в области медицины, самолето- и ракетостроения.

Проблема:

- Годовой рост мирового рынка аддитивных технологий (АТ) составляет 27%;
- доля России на этом рынке не превышает 1,5%;
- Отсутствие в стране производителей расходных материалов для АТ;
- Ограничения на применение импортного сырья для послойного синтеза.

В моей семье родители, бабушка и оба дедушки работают на градообразующем машиностроительном предприятии нашего города, я несколько раз бывал на экскурсиях во время дней открытых дверей в подразделениях, где они работают. В летние каникулы по окончанию десятого класса я проходил стажировку на предприятии. Помимо теоретических знаний было много практических занятий под руководством опытных наставников. Несколько практических занятий проходили в подразделении, где применяются лазерные технологии в аддитивном производстве, т.е. я воочию смог наблюдать процессы селективно-лазерного сплавления и электронно-лучевого сплавления. Уже тогда я решил писать проект по физике про лазеры, для будущего проекта во время стажировки в моем присутствии изготовили две детали: первую из металлического порошка, метом электронно-

лучевого сплавления; вторую – стела-памятник авиатору – из полимерного материала, методом селективного лазерного спекания, которые я представляю как продукт данного проекта.

Цель проекта «Лазерные технологии и их использование» - изучение производства металлических изделий методом лазерного аддитивного производства.

Задачи:

- Изучить теоретический материал по данной теме и данным технологиям
- Определить особенности каждого метода
- Представить продукт изготовленный с применением лазерных технологий

Гипотеза: лазерные технологии позволяют упростить человеческий труд, уменьшить количество рабочих мест в производстве, сократить цикл обработки.

Методы исследования:

1. Изучение литературы.
2. Изучение информации в сети Интернет.
3. Посещение крупнейшего машиностроительного предприятия города.

Глава 1. Аддитивные технологии – что это такое и где применяются

Аддитивные технологии (Additive Manufacturing – от слова аддитивность – прибавляемый) (Приложение №1) – это послойное наращивание и синтез объекта с помощью компьютерных 3d технологий. Что значит аддитивный процесс послойного создания модели и как он происходит? В современной промышленности это несколько разных процессов, в результате которых моделируется 3d объект: UV-облучение; экструзия; струйное напыление; сплавление; ламинирование.

Материалы, используемые в аддитивных технологиях: воск; гипсовый порошок; жидкие фотополимеры; металлические порошки; разного рода полиамиды; полистирол.

1.1 Селективное лазерное спекание (SLS) (Приложение №3)

При помощи SLS-3D-печати создают пластмассовые, керамические, металлические, стеклянные изделия с разных набором механических характеристик.

Метод имеет две разновидности:

1. На базе пластмассового порошка - SLS - селективное лазерное спекание.
2. На базе металлического порошка - DMLS - прямое лазерное спекание металлов.

Еще несколько лет назад такая печать была доступна только для узкого круга предприятий. Однако сегодня, благодаря современным разработкам, SLS-производство становится не менее доступным, чем привычные аддитивные методы, например FDM и SLA.

Селективное лазерное спекание используется при изготовлении:

- функциональных прототипов;
- продукции мелкосерийного производства;
- моделей для точного литья по выплавляемым моделям;
- шлангов труб, прокладок, изоляционных шайб и других элементов в инженерии и строительстве;
- деталей силовых установок и многого другого.

Селективное лазерное спекание полимерных порошков:

- Селективное лазерное спекание - технология селективного лазерного спекания в порошковом слое (SLM) или изготовление слоистых 3D-объектов с помощью лазерного луча. Процесс включает в себя формирование слоистой структуры путем плавления и сплавления порошков. В SLM порошковое плавление достигается с помощью различных механизмов связывания частиц.

1.2 Селективное лазерное сплавление: (SLM) (Приложение №4, 5)

Селективное лазерное сплавление – сложный металлургический процесс, при котором необходимо учитывать большое количество параметров для обеспечения высокого качества конечного изделия.

Преимущества технологии SLM:

- SLM технология изготовления металлических деталей, заготовок, агрегатов наделена рядом весомых преимуществ: невысокие производственные затраты, экономия на производстве продукции достигает 65%.
- Широкие функциональные возможности. Технология предоставляет пользователям полную свободу в проектировании заготовок и деталей. Она подходит для решения сложных задач. Позволяет проектировать изделия со сложной геометрией.
- Не нужна дорогая оснастка. Существенно упрощает и снижает время на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.
- Снижение расхода материала. Порошок, который остается незадействованным в технологическом процессе, отводится из рабочей области и может использоваться повторно.
- Высокая гибкость. Можно вносить конструктивные изменения быстро и недорого.
- Минимальные требования к последующей (финишной) обработке. Напечатанная продукция отличается высокой точностью размеров..

Процесс изготовления изделий по технологии селективного сплавления:

Изготовление изделий технологией печати SLM предполагает последовательное выполнение 3-х этапов:

- Подготовка. Основа для каждого проекта – CAD-модель. Прототипирование выполняется на основании пожеланий заказчика и назначения изделия. После создания, ее переносят в специализированное программное обеспечение принтера.
- Процесс печати. Оборудование послойно выполняет печать изделия, циклически повторяя операции.
- Постобработка. На этом этапе из камеры построения вакуумным блоком с потоком воздуха удаляется рабочий порошок, который не был задействован в технологическом процессе.

1.3 Электронно-лучевое сплавление:

Электронно-лучевое сплавление (Electron Beam Melting или EBM) – способ аддитивного производства металлических изделий. В качестве источников энергии для плавки в этой технологии используются электронные излучатели, так называемые электронные пушки. С помощью электронных пучков высокой мощности в вакуумной камере послойно сплавляют металлические порошки и в итоге получают контуры цифровой модели.

Сферы применения электронно-лучевой плавки:

- Медицина. 3Д-печать позволяет получить идеально подходящие по форме титановые и кобальтовые протезы и имплантаты, которые обладают отличной биосовместимостью с человеческим организмом.
- Аэрокосмическая сфера. Детали, изготовленные методом электронно-лучевой плавки, обладают отличными прочностными характеристиками при небольшом весе, что очень ценно для отраслей, где вес и прочность идут рука об руку. Эту технологию используют такие гиганты, как Boeing, Lockheed Martin и NASA для производства деталей двигателей и несущих конструктивных элементов летательных аппаратов.
- Производство небольших серий деталей. Эта технология может использоваться для производства различных пресс-форм, заготовок, вставок.
- Быстрое прототипирование. Получение моделей готовых изделий в кратчайшие сроки еще на стадии проектирования.

1.4 Стереолитография (Приложение №6)**:**

Стереолитография — это первая технология аддитивного производства. Этот способ позволяет создавать более сложные конструкции и обеспечивать при этом превосходное качество деталей и значительную экономию времени и средств.

Области применения:

Технология обосновалась в самых разных областях, применяющих печать 3D-моделей. Среди них: общая медицина; стоматология; производство

ювелирных изделий; отрасль автомобилестроения; авиакосмическая область; архитектура; научные исследования; искусство; приборостроение.

Технология печати:

Главное свойство, которое использует стереолитография – это послойное фотополимерное отвердевание жидкого олигомера под воздействием лазерного пучка. Весь процесс 3D печати находится под контролем машины.

Характеристики готовых изделий:

Лазерная стереолитография позволяет создать достаточно прочные к внешнему воздействию предметы и в пределе может выдерживать нагрузку около 890 кг/см^2. Стереолитография позволяет создать предметы, выдерживающие нагрев до 100 °С, после кипячения в течение 60 минут предел прочности по нагрузке падает до 290 кг/см^2. При 500°С – полимер полностью теряет прочность и становится черным.

Стоимость изделий:

Методы оценки стоимости изделий лазерной стереолитографии в России и в Европе несколько отличаются. Так в странах ЕС принять платить за время изготовления детали, а у нас – за её габариты. Дополнительно может взиматься плата за:

- 3D сканирование модели;
- правку уже готового 3D объекта (исправление ошибок, построение «подпорок», ребер жесткости);
- собственно изготовление;
- постобработку (удаление подпорок, шлифование, полировка);\
- сложность изготовления (разбитие на несколько частей, «выращивание» в положении, которое будет способствовать большей прочности, но займет больше времени и др.).

Средняя стоимость за «выращивание» изделия составляет 30 руб. за 1 см^3. При наличии готовой 3D модели приблизительную стоимость можно посчитать в специальных программах.

Глава 2. Сфера применения аддитивных технологий (Приложение №2)**:**

Технологический прогресс способствует производству множества полезных вещей для быта, здоровья и безопасности человека, например аддитивные технологии в авиастроении помогают создавать более высокоэкономичный и легкий по весу авиатранспорт, при этом его аэродинамические свойства сохраняются в полном объеме. Это стало возможным в результате применения принципов строения костей птичьего крыла в проектировании крыльев самолета. Другие сферы применения аддитивных технологий:

- Строительство – ВЛС (воздушное лазерное сканирование) и МЛС являются высокоэффективными инструментами для инвентаризации недвижимости и инфраструктуры во взаимодействии с базами данных ГИС региона. Использование: Метрополитен: Аэропорты и взлетно-посадочные полосы: Проектирование аэропортов; Выявление деформаций взлётно-посадочных полос; Планирование и оптимизация схем заходов на посадку на основе детальной модели местности и анализа препятствий. Водные пути, берега: Проектирование, строительство и диагностика береговых сооружений, портов, каналов, шлюзов, пирсов и причалов. Для архитектурных зданий и труднодоступных мест, а так же для сканирования тоннелей и станций метрополитена.
- Сельскохозяйственная промышленность - производственные испытания лазерной технологии в хозяйствах показали, что обработка семян, а затем растений по основным фазам их развития позволяет наряду с улучшением посевных качеств и стимуляции роста эффективно защищать их от экономически значимых патогенов.
- Машиностроение - нарастающие темпы исследований в области лазерной техники открывают возможности создания новых типов лазеров со значительно улучшенными характеристиками, позволяющими расширить области их применения в машино- и приборостроении. Открываются новые возможности в области упрочнения деталей машин и приборов, а также режущих инструментов.

- Космонавтика – лазеры используются для того, чтобы создать искусственную звезду или «путеводную звезду», которая становится относительно стабильной точкой в космосе.
- Медицина и фармакология - лазерные методики хирурги применяют для лечения злокачественных и доброкачественных новообразований органов пищеварения, остановки кровотечения. Лазер применяют для выполнения разрезов при стенозе и кистах пищеварительных органов.

Заключение

Выполняя работу над данным проектом, я понял, что сейчас очень много различных методов использования лазерных технологий, а так же направлений, где используются данные технологии.

Во время стажировки и работая над проектом, я для себя определил, что выбирать будущую специальность и ВУЗ в следующем году я буду именно связанные с лазерными технологиями, а учитывая что в нашей семье уже династия машиностроителей, то скорее всего моя будущая профессия будет тесно связана с машиностроением.

На примере моего продукта «Деталь» (Приложение №7, 8) можно сказать, что моя гипотеза о том, что лазерные технологии упрощают труд человека и уменьшают цикл изготовления, нашла свое подтверждение. До изготовления методом лазерных технологий «Деталь» изготавливали несколько человек на разном оборудовании, лазерные технологии позволили изготовить «Деталь» за два дня под наблюдением одного оператора.

Список использованной литературы:

1. Зорин В.А., Полухин Е.В. Аддитивные технологии. Перспективы применения аддитивных технологий при производстве дорожно-строительных машин // Строительная техника и технологии. 2016. №3(119). С. 54-57

2. Кузнецов П.А., Васильева О.В., Теленков А.И., Савин В.И., Бобырь В.В. Аддитивные технологии на базе металлических порошковых материалов для российской промышленности // Новости материаловедения. Наука и техника. 2015. № 2. С. 4-10.

3. Смирнов В.В., Шайхутдинова Е.Ф. Внедрение аддитивных технологий изготовления деталей в серийное производство // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2013. № 2-2. С. 90-94.

4. Н. Г. Гоголева Применение лазеров в науке, технике, медицине: Учеб. пособие. СПБ.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2007. 80 с.

5. Сайт https://old.sk.ru/news/b/press/archive/2019/09/18/additivnye-tehnologii-_1320_-chto-eto-takoe-i-gde-primenyayutsya.aspx

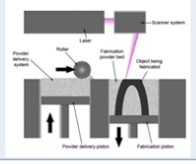
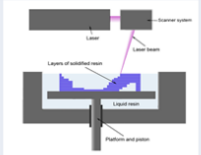
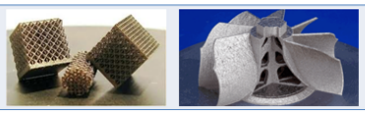
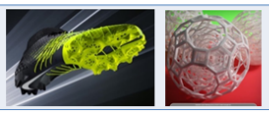
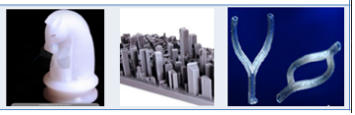
6. Сайт https://extxe.com/3834/sushhnost-i-osobennosti-additivnyh-tehnologij/

7. Сайт https://3dtoday.ru/wiki/3D_print_technology

8. Сайт https://trends.rbc.ru/trends/futurology/6284222d9a79472c8b9a67bc

Приложение №1. Разновидности аддитивных технологий

Ключевые аддитивные технологии

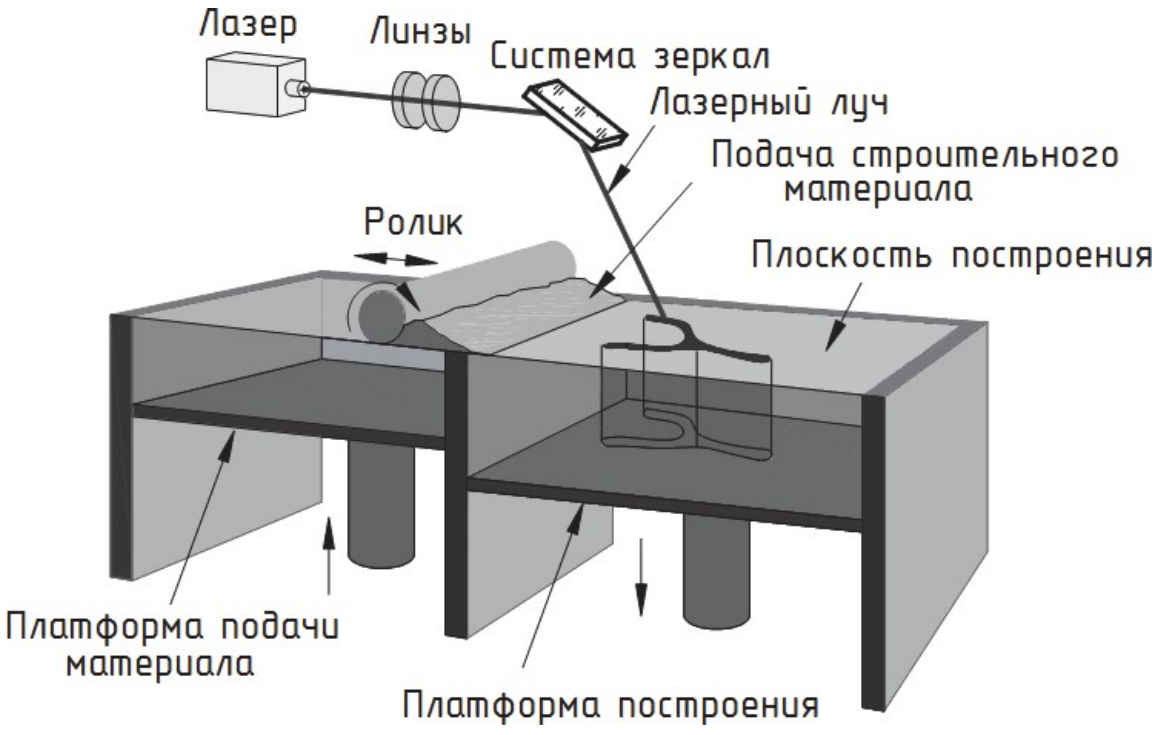
	Выборочная лазерная плавка (SLM) Прямое лазерное спекание металлов (DMLS)	Выборочное лазерное спекание (SLS)	Лазерная стереолитография (SLA)
			
Описание	Спекание или плавление порошковых металлических материалов	Спекание порошковых металлических материалов	Полимеризация композиции, фотоинициированная излучением
Лазеры	YAG/Волоконные 1064нм,1070нм (≥400Вт)	CO_2 - 10.6 мкм (обычно <100Вт)	УФ-355 нм (<10Вт)
Материалы	Металлы (Al, сталь, Ni, Ti, сплавы)	Нилон, полимеры	Смолы
Продукция	Готовая продукция Прототипы	Выборочная готовая продукция Модели и прототипы	Модели и прототипы
Основные особенности	Сложная внутренняя структура, завершенная функциональная продукция, непатентованные материалы	Механические и термические свойства лучше чем в SLA, износостойкость, сложная внутренняя структура, патентованные материалы	Высокое разрешение и точность, отличная обработка поверхности, патентованные материалы
			

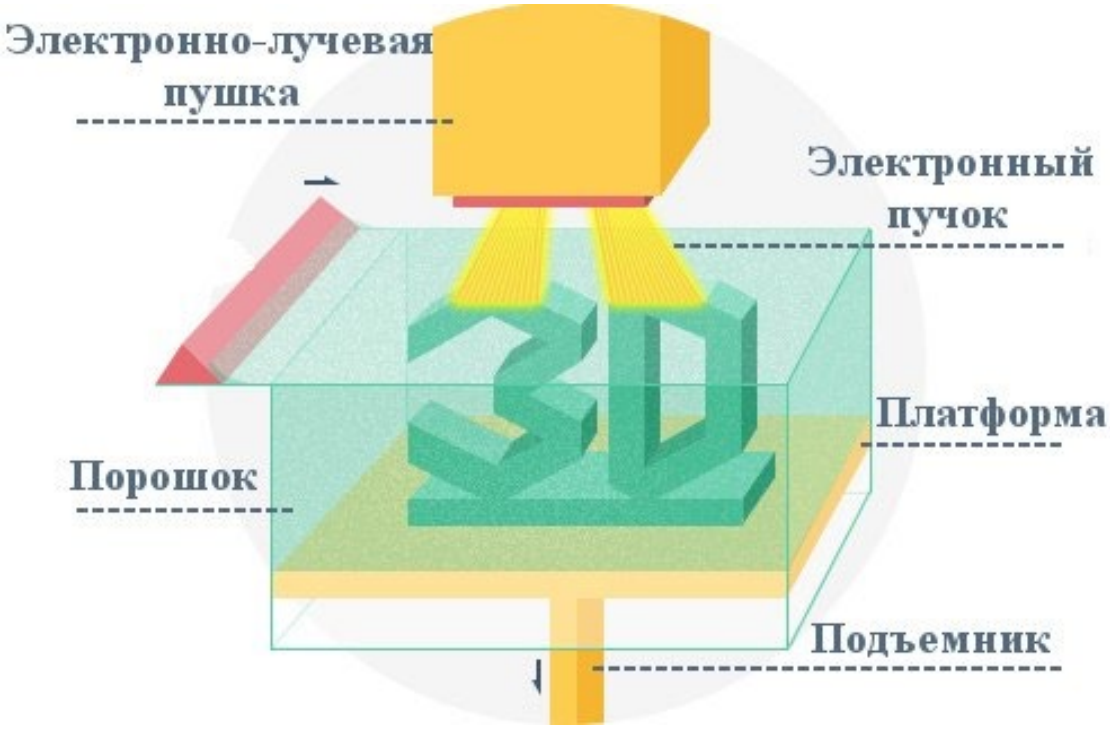
Приложение №2. Отрасли применения аддитивных технологий





Приложение №4. Принцип селективного лазерного сплавления





Приложение №6. Стереолитография



Приложение №7, 8. Изделия, изготовленные аддитивными методами

