

**Аддитивные технологии в литейном производстве  
Технология SLSE**

Студент: А.А. Абдугафуров

Научный руководитель – д.т.н. проф. Н.Д. Тураходжаев  
Филиал НИТУ МИСиС в г.Алматы

Трёхмерная печать является одной из самых перспективных инноваций, используемых в современных технологиях проектирования и мелкосерийном производстве. 3D-принтер – это устройство, которое создаёт объёмный предмет на основе виртуальной 3D-модели. В отличие от обычного принтера, который выводит информацию на лист бумаги, 3D-принтер позволяет выводить трёхмерную информацию, т. е. создавать определённые физические объекты. В основе технологии 3D-печати лежит принцип послойного создания (выращивания) твёрдой модели SLS или Selective Laser Sintering — технология аддитивного производства, основанная на послойном спекании порошковых материалов (полиамиды, пластик) с помощью луча лазера [1].

Предварительно нагретый порошок кратковременно облучается лазером и спекается с уже затвердевшими частицами, которые находятся в нижележащем слое. Управляя параметрами этого процесса, можно добиваться нужной остаточной пористости и плотности полученной детали.

Основное преимущество SLS — обеспечение прекрасных механических свойств готовых изделий [2]. Изделия получаются чрезвычайно прочными, с высокой детализацией и качеством построения поверхностей. Другой весомый плюс — SLS-печать практически безотходна, поскольку неиспользованный для выращивания деталей порошок частично смешивается с новыми порциями материала и возвращается в работу (этот процесс носит название «регенерация»), а частично — отправляется на переработку.

**Преимущества:**

- Превосходные механические свойства готового изделия
- Высокая производительность — лазер плавит только поверхность частиц порошка, а не весь объем. Это позволяет SLS-машинам работать гораздо быстрее других порошковых 3D-принтеров
- Не требует материалов поддержки — сам порошок в рабочей камере поддерживает модель, пока она не будет закончена
- Позволяет печатать весьма крупные (до 750 мм) объекты, либо целые серии деталей за раз — это возможно благодаря объемным камерам построения SLS-принтеров

**Недостатки:**

- Высокая стоимость расходных материалов и самого оборудования
- Требуется обязательного обучения специалистов на сертифицированных курсах

С технологией аддитивного производства стало возможным распечатать сложную пресс-форму за день и получить отливку из литейного цеха на следующий день. Целые дорогостоящие этапы, могут быть исключены, поскольку для производства песчаных форм и стержней необходим только один набор данных в CAD [3]. Применение данных CAD моделей, позволяет использовать все богатство детализации и точности, практически неограниченной геометрии, могут быть реализованы подрезы.

Для изучения качества получаемых отливок с применением модели методом 3D технологии приняли шихту двух видов стали и чугуна. При изучении структуры отливок из стали выявили неровности от следов материала модели на поверхности отливок. На рисунке 1 приведены следы неровностей на поверхности стальных отливок. Здесь в спектрах 23 – и 24-брали пробы на химический анализ, что показал соответствие поверхности отливок заданному показателю.

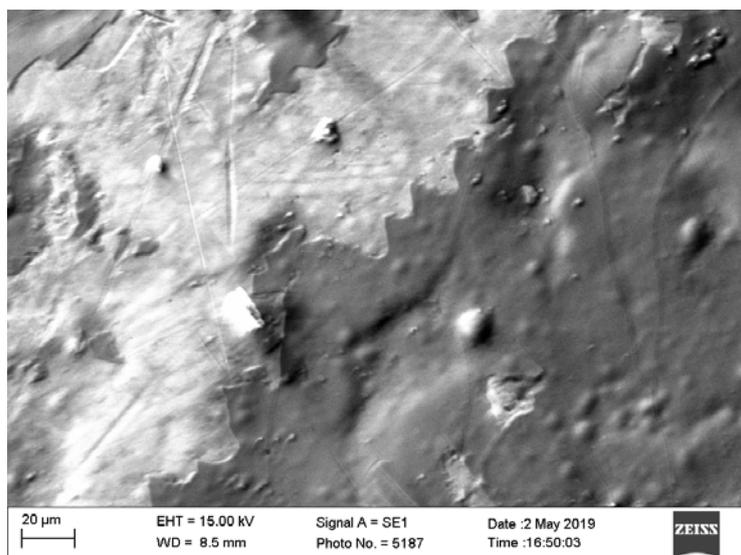


Рисунок 1- Образовавшиеся неровности на поверхности стальных отливок

Наблюдались образования газовых пузырей на поверхности отливок. На рисунке 6 приведена структура детали на поверхности которой образовались газовые пузыри и выпуклости из-за этих газовых включений [4].

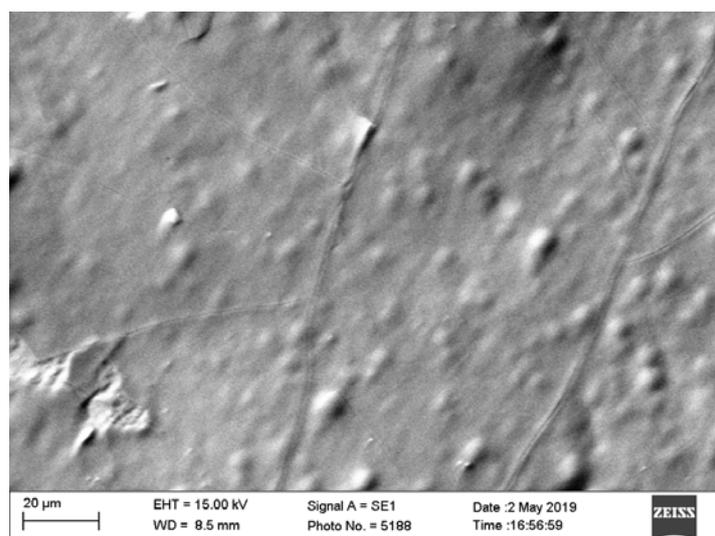


Рисунок 2- Структура детали на поверхности которой образовались газовые пузыри и выпуклости из-за этих газовых включений

Однако, количество этих дефектов на 20-25% меньше, чем у деталей получаемых в одноразовых литейных формах. Видимо это связано с выделением продуктов сгорания материала модели и диффундирования в металл. На рисунке 3 приведена структура стальной отливки, полученной после обработки модели, что способствовало снижению неровностей на поверхности отливок.

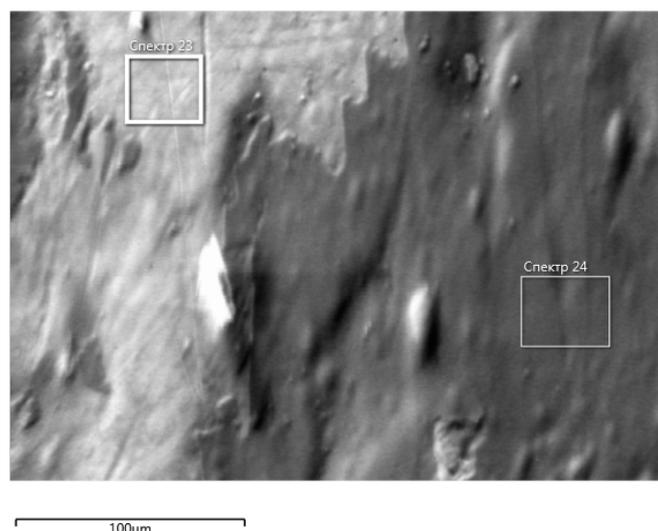


Рисунок 3- Структура стальной отливки, полученной после обработки модели

В результате проведенных исследований выявлено, что наряду с обеспечением высокого качества отливок при применении 3D, но и себестоимость продукции снижается на 30-35%.

• **Список использованных источников**

1. Базовые принципы технологии SLS.[Электронный ресурс]. URL: (дата обращения: 27.04.2021)
2. 3D-печать песком - будущее всех направлений литейного производства. [Электронный ресурс]. URL: (дата обращения: 27.04.2021).
3. Абдурахманов Х.З., Камалов Ж.С., Турахужаева Ш.Н., Турсунов Т.Х. Тураходжаев Н.Д. Применение 3D технологий для изготовления литейных моделей при литье изделий из алюминиевых сплавов. Международная научно-практическая интернет конференция студентов и магистрантов «Литьё и металлургия 2019». Минск, 16-17 октября 2019 г. С.-17-18.
4. Salokhiddin Nurmurodov, Alisher Rasulov, Nodir Turakhodjaev, Kudratkhon Bakhadirov, Lazizkhan Yakubov, Khusniddin Abdurakhmanov, Tokhir Tursunov. Development of New Structural Materials with Improved Mechanical Properties and High Quality of Structures through New Methods. Journal of Materials Science Research, Canada. Canadian Center of Science and Education. Vol.5, 2016. № 3. – S. 52-58.