

## УДК 621.7

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ВЫРАЩИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРУЙНОГО НАНЕСЕНИЯ СВЯЗУЮЩЕГО (BINDER JETTING).

Александров Александр Александрович <sup>(1)</sup>

*Аспирант 2 года,  
кафедра «Технологии обработки материалов»  
Московский государственный технический университет им. Баумана*

*Научный руководитель: А.И. Мисюров,  
кандидат технических наук, доцент кафедры «Лазерные технологии в машиностроении»*

Технология Metal Binder Jetting является логическим развитием традиционной порошковой металлургии. В отличие от технологии селективного лазерного плавления и электролучевого плавления, в этом процессе не требуется использование высококонцентрированного источника энергии, что приводит к снижению себестоимости полученных изделий. Данный метод аддитивного производства был разработан в 1990-ых в MIT [1]

Литературный обзор показывает, что технология MBJ широко применяется в самых различных сферах, таких как аэрокосмическая, медицинская, промышленность, в частности машиностроение, прототипирование и т.д. Уникальной особенностью метода является возможность изготовления деталей каскадом, располагая их массивом по вертикальной оси. Для производства изделий по технологии MBJ требуется 3 этапа: печать; сушка; спекание [2]. Итоговая плотность деталей может составлять вплоть до 99% [3].

Сравнивая технологию MBJ с альтернативными методам аддитивного производства, можно выделить следующие особенности процесса:

1. Контролируемая пористость. В зависимости от объема впрыскиваемого связующего, фракции металлического порошка, а также стратегии постобработки, возникает возможность управляемого изменения пористости получаемых изделий.
2. Высокая производительность процесса. Печатающая голова способна за один проход покрывать большой объем поверхности.
3. Отсутствие источника концентрированной энергии
4. Процесс печати происходит при комнатной температуре, что влечет за собой отсутствие необходимости использования защитной среды
5. Отсутствие необходимости использования поддерживающих структур в процессе печати.
6. Возможность серийного изготовления деталей и плотного заполнения бункера печати
7. Относительная простота масштабирования установок для процесса MBJ.
8. Потенциальная возможность использования любого металлического материала, при корректно подобранном составе связующего, а также режимов спекания.

Для проведения экспериментов была выбрана исследовательская аддитивная установка MBJ-400 PRO от российского бренда AM.TECH. Для облегчения метрологического контроля, в качестве тестовых деталей были разработаны 3D -

модели с простой геометрией. Файл проекта подготовлен в программном обеспечении Materialise Magics.

Для изготовления образцов использовался металлический порошок из нержавеющей стали 316L. Фракционный состав порошка находится в диапазоне 10-30 мкм. Первые тестовые образцы были изготовлены на технологических режимах, близких к значениям, рекомендованным производителем.

В процессе изучения изготовленных тестовых образцов, был обнаружен ряд дефектов. Одним из основных является искажение формы, возникающее из-за повышенных термических деформаций при изменении плотности детали на последнем этапе изготовления. Выдвинуты гипотезы, описывающие причины появления недостатков в деталях. Планируется проведение новых экспериментальных мероприятий с целью выявления зависимостей влияния параметров процесса на качество получаемых деталей.

### **Литература**

1. *E.M. Sachs, J.S. Haggerty, M.J. Cima, P.A. Williams*, Three-dimensional printing techniques, 1993.
2. *Yanez Sanchez, S. I.*, Experimental Protocols for Polymeric Binder Selection in the Binder Jetting of Metallic Particles in Three-Dimensional Printing, 2021.
3. *P. Dougherty*, "New Materials for Binder Jetting: High-demand Alloys," Oral presentation at the ExOne Global Innovation Event: Binder jet 3D Printing, May 27, 2020.