

## РЕАЛИЗАЦИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 3D-ПЕЧАТИ КАК ПУТЬ К БЕЗОТХОДНОМУ ПРОИЗВОДСТВУ

**Аннотация:** Выполнено сопоставление традиционных методов металлообработки с методами порошковой металлургии и аддитивными технологиями. Переход к применению металлических порошков позволяет уменьшить объемы промышленных отходов. Приведены примеры применения новых технологий.

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, 3-D печать, порошковая металлургия, экономия сырья, снижение отходов производства.

Традиционные технологии производства металлических изделий требуют применения значительных энергетических затрат [1, 2]. Кроме того, само изделие возможно получить, изготовив сначала полуфабрикат, например, прокатав лист, пруток или трубную заготовку. Практически на каждой технологической операции возникают отходы в виде обрезки, немерных отрезков, стружки и т. д. Просто переплавить эти отходы с восстановлением до 100% исходного количества металла не всегда удается, потому что возникает класс безвозвратных отходов, которые не удастся вернуть в технологический процесс. В технологии производства изделий из алюминиевых сплавов, например, не удастся переплавить полностью отходы, так как в плавлении-литейном переделе не восстанавливаются окисленные слои металла.

Частично решить проблему чрезмерных отходов металла должны были процессы порошковой металлургии [3]. Здесь, как правило, производство изделий возможно было осуществить напрямую без стадии получения полуфабрикатов. В результате количество отходов стало резко сокращаться, но

только в тех случаях, когда применение порошковой металлургии экономически было оправдано. Сдерживала полный переход на новые технологии высокая стоимость прессового инструмента, который приходится изготавливать часто из дорогих конструкционных материалов, например, твердых сплавов, а также применяя прецизионную обработку. В результате процессы порошковой металлургии получили распространение в случаях необходимости массового производства однотипных деталей, что характерно для автомобильной промышленности. Изготовление изделий малыми тиражами оказывалось невыгодным, несмотря на малые безвозвратные потери металла.

Ситуация изменилась относительно недавно, когда появились аддитивные технологии 3-D печати [4]. Здесь конфигурация изделия задана не профилем инструмента, а программой, осуществляющей печать. Тем самым появилась возможность экономии на дорогостоящем инструменте. Устройство для 3-D печати можно перенастроить на другое изделие, напечатав только одно изделие и установив другую программу. Здесь оказался сохранен принцип традиционной порошковой металлургии, позволяющей снижать отходы производства и устранен ее недостаток – требование многотиражного производства.

Традиционная порошковая металлургия позволяла создавать изделия с различной пористостью, включая и беспористые материалы. Однако в дополнение в этом применении 3-D печати позволяет получать наравне с пористыми изделиями ячеистые материалы [5]. В них поры созданы не стохастическим образом, а заранее проектируемой архитектурой. В какой-то мере это позволяет избавиться от дополнительных отходов, которые могли появиться из-за необходимости изготовления искусственно создаваемых полостей методами сверления или фрезерования.

Примером реализации современной аддитивной технологии является изготовление имплантатов из ячеистых титановых сплавов [4]. Наличие извилистых каналов заданной структуры позволяет осуществить планомерное

проращение костных образований, что ускоряет процесс симбиоза металла и живой ткани организма.

#### **Список литературы:**

1. Логинов, Ю. Н. Энергосбережение в процессах прессования / Ю. Н. Логинов, С. П. Буркин // Цветные металлы. – 2002. – № 10. – С. 81–87.
2. Логинов, Ю. Н. Анализ энергозатрат при горячей прокатке листовых полуфабрикатов из алюминия / Ю. Н. Логинов // Производство проката. – 2005. – №. 4. – С. 19–24.
3. Логинов, Ю. Н. Развитие методов математического моделирования пластической деформации металлических пористых сред / Ю. Н. Логинов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2005. – №. 40. – С. 64–70.
4. Логинов, Ю. Н. Соотношения механических свойств и плотности для титана, полученного аддитивным методом / Ю. Н. Логинов, С. И. Степанов, А. В. Юдин и др. // Цветные металлы. – 2018. – № 5. – С. 51–55.
5. Loginov, Yu. N. Determining the Young's modulus of a cellular titanium implant by FEM simulation / Yu. N. Loginov, A. I. Golodnov, S. I. Stepanov et al. // AIP Conference Proceedings. Mechanics, Resource and Diagnostics of Materials and Structures, MRDMS 2017: Proceedings of the 11th International Conference on Mechanics, Resource and Diagnostics of Materials and Structures. – 2017. – V. 1915, №. 1. – P. 030010-1–030010-4.