

УДК 622.022

Е.А. Агинова, студентка,

Научный руководитель: **Г.Н. Иванов**, к.т.н., доцент, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

e-mail: rina_aginova@mail.ru

Аддитивные технологии в горном машиностроении

Рассмотрено применение AF-технологии в горном машиностроении, проанализированы преимущества AF-технологии, указаны новые направления в технологии горного машиностроения.

Ключевые слова: горное оборудование, AF-технология, технология горного машиностроения, 3D-принтеры, CAE- и CAM-технологии.

E. A. Aginova, G.N. Ivanov

Additive Technologies in Mining Engineering

Considered the application of the AF technology in mining engineering, analyzed the advantages of AF technologies, indicated new directions in mining engineering.

Keywords: mining equipment, AF-technology mining engineering, 3D printers, CAE and Cam technology.

Современные требования к новым технологическим процессам и, собственно, к деталям очень высоки, чтобы им соответствовать необходимо совершенствовать технологии производства.

Чтобы ускорить процесс производства нужно сократить время на изготовление продукции, но от этого может измениться качество готовой продукции, чего необходимо избежать. Модернизация производства включает: комплексную модернизацию и автоматизацию, усовершенствование процесса изготовления.

Внедрение аддитивных технологий в машиностроение поможет решить некоторые проблемы традиционного производства. Аддитивные технологии (*AF – Additive Manufacturing*) или технологии послойного синтеза – одно из активно развивающихся направлений в машиностроении сегодня. Сам термин «аддитивное производство» подразумевает технологию создания объекта за счет последовательного нанесения слоев материала.

Одним из направлений является прямое лазерное спекание металлов (*DMLS*) – технология аддитивного производства металлических изделий,

разработанная компанией *EOS* из Мюнхена. *DMLS* зачастую путают со схожими технологиями выборочного лазерного спекания («*Selective Laser Sintering*» или *SLS*) и выборочной лазерной плавки («*Selective Laser Melting*» или *SLM*).

Процесс включает использование трехмерных моделей в формате *STL* в качестве чертежей для построения физических моделей. Трехмерная модель подлежит цифровой обработке для виртуального разделения на тонкие слои с толщиной, соответствующей толщине слоев, наносимых печатным устройством. Готовый «построечный» файл используется как набор чертежей во время печати. В качестве нагревательного элемента для спекания металлического порошка используются оптоволоконные лазеры относительно высокой мощности – порядка 200Вт. Некоторые устройства используют более мощные лазеры с повышенной скоростью сканирования (т.е. передвижения лазерного луча) для более высокой производительности. Как вариант, возможно повышение производительности за счет использования нескольких лазеров.



DMLS позволяет создавать цельные металлические детали сложной геометрической формы. Порошковый материал подается в рабочую камеру в количествах, необходимых для нанесения одного слоя. Специальный валик выравнивает поданный материал в ровный слой и удаляет излишний материал из камеры, после чего лазерная головка спекает частицы свежего порошка между собой и с

предыдущим слоем согласно контурам, определенным цифровой моделью. После завершения вычерчивания слоя, процесс повторяется: валик подает свежий материал и лазер начинает спекать следующий слой. Привлекательной особенностью этой технологии является очень высокое разрешение печати – в среднем около 20 микрон. Для сравнения, типичная толщина слоя в любительских и бытовых принтерах, использующих технологию *FDM/FFF*, составляет порядка 100 микрон.

Другой интересной особенностью процесса является отсутствие необходимости построения опор для нависающих элементов конструкции. Неспеченный порошок не удаляется во время печати, а остается в рабочей камере. Таким образом, каждый последующий слой имеет опорную поверхность. Кроме того, неизрасходованный материал может быть собран из рабочей камеры по завершении печати и использован заново. *DMLS* производство можно считать фактически безотходным, что немаловажно

при использовании дорогих материалов – например, драгоценных металлов.

Технология практически не имеет ограничений по геометрической сложности построения, а высокая точность исполнения минимизирует необходимость механической обработки напечатанных изделий.

Технология *DMLS* обладает несколькими достоинствами по сравнению с традиционными производственными методами. Наиболее



очевидным является возможность быстрого производства геометрически сложных деталей без необходимости механической обработки (т.н. «субтрактивных» методов – фрезеровки, сверления и пр.). Производство практически безотходно, что выгодно отличает *DMLS* от субтрактивных технологий. Технология позволяет создавать несколько моделей одновременно с

ограничением лишь по размеру рабочей камеры. Построение моделей занимает порядка несколько часов, что несоизмеримо более выгодно, чем литейный процесс, который может занимать до нескольких месяцев с учетом полного производственного цикла. С другой стороны, детали, произведенные лазерным спеканием, не обладают монолитностью, а потому не достигают тех же показателей прочности, что и отлитые образцы, или детали, произведенные субтрактивными методами.

На данный момент установки *DMLS* применяются только в профессиональной среде из-за высокой стоимости

DMLS активно используется в промышленности ввиду возможности построения внутренних структур цельных деталей, недоступных по сложности традиционным методам производства. Детали с комплексной геометрией могут быть выполнены целиком, а не из составных частей, что благоприятно влияет на качество и стоимость изделий. Так как *DMLS* не требует специальных инструментов (например, литейных форм) и не производит большого количества отходов (как в случае с субтрактивными методами), производство мелкосерийных партий с помощью этой технологии намного выгодней, чем за счет традиционных методов.

Технология *DMLS* применяется для производства готовых изделий малого и среднего размера в различных отраслях, включая аэрокосмическую, стоматологическую, медицинскую и др. Типичный размер области построения существующих установок составляет 250x250x250мм, хотя технологических ограничений на размер не существует – это лишь вопрос стоимости устройства. *DMLS* используется

для быстрого прототипирования, снижая время разработки новых продуктов, а также в производстве, позволяя сокращать себестоимость мелких партий и упрощать сборку изделий сложной геометрической формы.

Рассмотрим некоторые преимущества такой технологии:

1. сокращение времени на производство готовой продукции;
2. уменьшение количества необходимого оборудования;
3. упрощение процесса изготовления;
4. сокращение финансовых затрат (невысокая себестоимость печати);
5. уменьшение или исключение дальнейшей механической обработки;
6. возможность создания деталей практически любых размеров;
7. отсутствие или минимальный % отходов;
8. возможность создания целых деталей, которые при традиционной технологии требуют изготовления отдельных составляющих и дальнейшую сборку;
9. возможность использования неотработанного порошка;
10. использование порошковых металлов, что уменьшает вес готовой продукции;
11. возможность исключения ручного труда человека, что исключает ошибок;
12. изготовление 3D-прототипа исключает брак в производстве (поскольку на этапе создания 3D-модели будущей детали на компьютере возможно вносить изменения);
13. уменьшение занимаемой площади в цеху, необходимой обычно для полного цикла производства.

Развитие аддитивных технологий в горном машиностроении, произведет резкий качественный скачок во всех областях. Сам метод создания готовых 3D-моделей улучшит качество не только отдельных составляющих деталей, но и систем в целом. Эта технология будущего, которую можно развивать уже сегодня.

Список литературы

1. http://3dtoday.ru/wiki/3D_print_technology/
2. <http://konstruktor.net/podrobnee-det/items/additivnye-texnologii-v-rossijskoj-promyshlennosti.html>
3. <http://www.up-pro.ru/library/innovations/niokr/additive-3d.html>