

Из таблицы следует, что наиболее равномерное осаждение частиц загрязнений будет осуществляться в двухслойном ФМ размерами волокон 300 и 200 мкм (минимальное значение функции $|F| = 2,27$ мм).

1. Коваленко, В.П. Основы техники очистки жидкости от механических загрязнений / В.П. Коваленко, А.А. Ильинский. – Москва: Химия, 1982. – 277 с.
2. Григорьев, М.А. Очистка топлива в двигателях внутреннего сгорания / М.А. Григорьев, Г.В. Борисова. – Москва: Машиностроение, 1991. – 208 с.
3. Бродский, Г.С. Фильтры и системы фильтрации для мобильных машин / Г.С. Бродский. – Москва: «Журнал «Горная промышленность» Издатель НПП «ГЕМОС Лтд.», 2003. – 360 с.
4. Iwasaki, T. Some notes on sand filtration / T. Iwasaki // Jour. AWWA. – 1937. – № 29. – P. 1591–1602.
5. Капцевич, В.М. Проницаемые материалы из металлических волокон: свойства, технологии изготовления, перспективы применения / В.М. Капцевич, А.Г. Косторнов, В.К. Корнеева, Р.А. Кусин. – Минск: БГАТУ, 2013. – 380 с.
6. Yao, K. Water and Waste Water Filtration: Concepts and Application / K. Yao [et al.], // Environmental Science and Technology. – 1971. – Vol. 5. – № 12. – P. 1105–1112.
7. Пилиневич, Л.П. Пористые порошковые материалы с анизотропной структурой для фильтрации жидкостей и газов / Л.П. Пилиневич [и др.]; под. ред. П.А. Витязя. – Минск: Топтик, 2005. – 252 с.

УДК 621.01

КЛАССИФИКАЦИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Студентка – Богданович Т.А., 3 мот, 4 курс, ФТС
Научный*

*руководитель – Толочко Н.К., д.ф.-м.н., профессор
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Аддитивные технологии (АТ), несмотря на их интенсивное развитие, до сих пор не получили широкого распространения в промышленном производстве, в частности, для изготовления деталей машин [1-3]. Одной из причин, сдерживающих их применение, является отсутствие у специалистов предприятия достаточных знаний о них, что затрудняет оценку их достоинств и недостатков, выбор из них наиболее приемлемых. Сложность

оценки и выбора АТ обусловлена их многообразием. Известно несколько десятков разновидностей АТ, различающихся расходными материалами, процессами формирования изделий, технологическим оборудованием.

Одним из инструментов анализа разнообразных объектов является их классификация. В данной статье рассмотрены принципы классификации АТ.

Детали машин делают в основном из металла, поэтому в качестве объектов классификации были выбраны АТ, обеспечивающие прямое изготовление деталей из металла (Direct Metal Fabrication, DMF). К DMF-АТ относятся: Selective Laser Sintering (SLS), Selective Laser Melting (SLM), Laser Metal Deposition (LMD), Laser Engineered Net Shape (LENS), Electron Beam Melting (EBM), Electron Beam Freeform Fabrication (EBF), Ion Fusion Formation (IFF), Gas metal arc welding (GMAW), Laminated Object Manufacturing (LOM).

Существуют две группы классификационных признаков DMF-АТ, в каждую из них входят классификационные признаки, характеризующие либо технологический процесс изготовления изделий, либо соответствующее технологическое оборудование.

Классификационными признаками DMF-АТ, характеризующими технологический процесс изготовления изделий, являются: технологическая форма расходного материала; вид энергетического воздействия на расходный материал в зоне послойного формирования изделий; порядок послойного формирования изделий.

Во всех DMF-АТ в качестве расходного материала используются различные металлы (сплавы), которые могут подаваться в зону послойного формирования изделий в разных технологических формах: виде порошков (SLS, SLM, LMD, LENS, EBM, IFF), прутков (проволоки) (LMD, LENS, EBF, GMAW) или листов (LOM).

В ходе реализации DMF-АТ послойное формирование изделий происходит в результате различных видов энергетических воздействий, оказываемых на расходный материал в локальной зоне послойного формирования: лазерного (SLS, SLM, LMD, LENS), электроннолучевого (EBM, EBF), плазменного (IFF), электродугового (GMAW), механического или комбинированного механического и теплового (LOM).

Все DMF-AT по порядку осуществления послойного формирования изделий делятся на два типа: Bed Deposition (SLS, SLM, EBM, IFF, LOM) и Direct Deposition (LMD, LENS, EBF, GMAW).

Согласно технологической концепции Bed Deposition расходный материал сначала подается в зону послойного формирования, после чего подвергается энергетическому воздействию. Например, в случае SLS сначала насыпают на рабочую платформу порцию порошка и разравнивают его, создавая ровный слой порошка определенной толщины, затем селективно обрабатывают порошок в сформированном слое лазерным лучом, спекая частицы порошка.

Согласно технологической концепции Direct Deposition расходный материал подается в зону послойного формирования непосредственно в момент оказания энергетического воздействия. Например, в случае LMD порошок подается в область лазерного пятна, где подвергается лазерной послойной наплавке.

Классификационными признаками DMF-AT, характеризующими технологическое оборудование, являются технические параметры оборудования: размеры рабочей камеры, производительность и точность изготовления изделий, энергопотребление и т.д.

Ниже представлены особенности реализации различных видов DMF-AT в соответствии с их классификационными признаками, характеризующими технологический процесс изготовления изделий:

SLS: металлический порошок наносят послойно на платформу, каждый слой подвергают селективному спеканию лазерным лучом, сканирующим поверхность порошкового слоя;

SLM: металлический порошок наносят послойно на платформу, каждый слой подвергают селективному плавлению лазерным лучом, сканирующим поверхность порошкового слоя;

LMD: металлический порошок или проволоку подают к месту построения изделия и подвергают лазерной послойной наплавке;

LENS: осуществляют по аналогии с LMD, отличие состоит в том, что в зону лазерного плавления подают не один, а два или более видов порошков, в результате получают изделия с градиентным составом;

EBM: осуществляют по аналогии с SLM, отличие состоит в том, что порошок подвергают переплавке под действием электронного, а не лазерного луча;

EBF: осуществляют по аналогии с EBM, отличие состоит в том, что металл подают в зону электронно-лучевого плавления в виде проволоки, а не порошка;

IFF: осуществляют по аналогии с EBM, отличие состоит в том, что в качестве источника энергии для плавления порошка используют плазматрон, ионизирующий инертный газ и генерирующий поток плазмы;

GMAW: осуществляют по аналогии с EBF, отличие состоит в том, что в качестве источника энергии для плавления проволоки используют электрическую дугу;

LOM: металлические листы подвергают контурному раскрою, полученные листовые выкройки пакетируют и соединяют друг с другом.

Сравнительный анализ аддитивных технологий, проводимый с учетом их классификационных признаков, может способствовать рациональному выбору этих технологий для изготовления деталей машин.

1. Зленко, М.А. Аддитивные технологии в машиностроении: пособие для инженеров / М.А. Зленко, М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш. – М.; ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. – 220 с.

2. Интегрированные генеративные технологии: учеб. пособие / А.И. Грабченко [и др.]. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – 416 с.

3. Шкуро, А.Е. Технологии и материалы 3D-печати: учеб. пособие / А.Е. Шкуро, П.С. Кривоногов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – 99 с.

УДК 621.762

ПОРОШКОВЫЕ ФИЛЬТРОЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ ФИЛЬТРАЦИИ ВОДНОГО РАСТВОРА ГИДРОГУМАТА ТОРФА И ИХ РЕГЕНЕРАЦИЯ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ

Студент – Сапотько А.С., 16 рпт, 2 курс, ФТС

Научный

руководитель – Кусин Р.А., к.т.н., доцент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Из известных методов регенерации наиболее распространенным является механическая регенерация противотоком [1, 2]. В