

УДК 621.762.224

Д.В. Дудихин, А.А. Сапрыкин

D.V. Dudikhin, A.A. Saprykin

Юргинский технологический институт (филиал)
Национального исследовательского
Томского политехнического университета

Yurga Institute of Technology of National Research
Tomsk Polytechnic University Affiliate

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ СФЕРИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

METHODS OF PRODUCING SPHERICAL POWDERS FOR ADDITIVE LASER TECHNOLOGY

С начала появления трехмерной печати ученые и производственники двигались в направлении расширения спектра используемых материалов для производства изделий. Однако приоритетной целью всегда было изготовление изделий из металлов, имеющих определенные физические и механические свойства. Для удовлетворения этих требований были разработаны различные способы получения металлических порошков для аддитивных лазерных технологий. Наиболее перспективной является технология плазменной обработки металлических порошков.

Ключевые слова: аддитивные лазерные технологии, атомизация, плазменная обработка, металлические порошки, сферическая форма частиц.

When a three-dimensional printing appeared, scientists and manufacturers were moving towards to expend a range of materials for manufacture of products. However, manufacture of metal products has always been an important part. These metal products have certain physical and mechanical properties. To satisfy these requirements scientists have developed various methods for producing metal powders for additive laser technology. The technology of plasma processing of metal powders is most perspective of these.

Keywords: additive laser technology, atomization, plasma treatment, metal powders, spherical particle shape.

Потребность современного производства в технологиях, которые позволят в кратчайшие сроки изготовить изделия сложной формы, подтолкнула ученых на разработку новых методов синтеза объемных изделий. Так возникло новое направление в производстве – аддитивные лазерные технологии.

Изготовление изделия методом аддитивных лазерных технологий является только одним из этапов сложного процесса (рис. 1). На первом этапе необходимо подготовить сплав, химический состав которого зависит от требований к конечному изделию. После этого из полученного сплава производится ме-

таллический порошок, который затем необходимо просеять через сита для отбора нужной фракции (как правило, от 5 до 60 мкм) и просушить его. Финальным этапом будет сам процесс спекания и получение таким путем единичного продукта или группы изделий. Далее при необходимости готовое изделие подвергается механической обработке и вводится в эксплуатацию, а после истечения срока полезного использования утилизируется.



Рис. 1. Этапы изменения физико-химических свойств модельного материала

Из схемы на рис. 1 видно, что почти на каждом этапе происходят изменения химических, физических свойств порошка. Следовательно, можно утверждать, что металлический сплав, полученный при выплавке, будет существенно отличаться по химическому составу и физическим свойствам от материала в готовом изделии. Таким образом, при выплавке сплава и производстве порошка необходимо компенсировать эту разницу, тем более что требуется индивидуальный подбор физических и химических свойств используемых металлических порошков для каждой конкретной детали или группы изделий.

Металлические порошки представляют собой сыпучие материалы с размером частиц до 100 мкм [1]. К металлическому порошку для аддитивных лазерных технологий предъявляют особые требования, одним из которых является сферическая форма частиц, которая позволяет компактно уложить порошок в заданном объеме и облегчить работу лазера по спеканию порошка [2]. Кроме сферической формы частиц, для построения изделия высокого качества к порошку также применяют параметры контроля текучести, наличия сателлитов, поверхностной и внутренней пористости частиц и др. [3, 4].

Способ получения мелких и средних по размеру металлических порошков сферической формы при помощи диспергирования расплавов называют атомизацией [1]. Этот процесс происходит в специальных установках – атомизерах. Основными разновидностями являются газовая, вакуумная и центробежная атомизации [2].

При газовой атомизации (рис. 2) металл расплавляют в плавильной камере, заполненной инертным газом. Затем его сливают в управляемом режиме через распылитель, где под высоким давлением производится разрушение потока жидкого металла струей инертного газа. Во время фазы полета под действием сил поверхностного натяжения частицы приобретают сферическую форму.

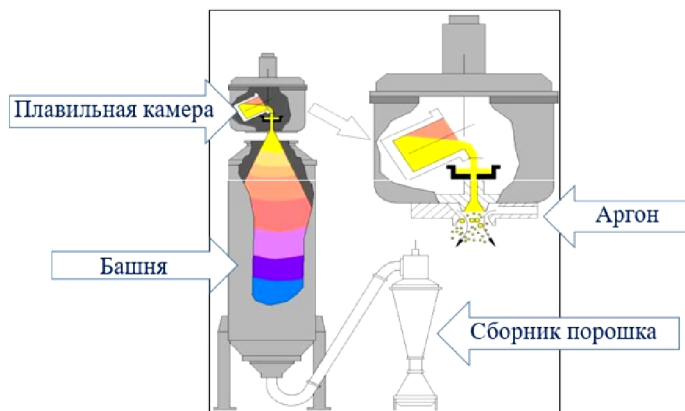


Рис. 2. Процесс газовой атомизации [6]

Процесс вакуумной атомизации (рис. 3) протекает при помощи плавильной и распылительной камер. В плавильной камере создается избыточное давление газа (азот, водород, гелий), который растворяется в расплаве. Затем металл под действием перепада давления движется вверх через сопло, которое выходит в распылительную камеру, где создается вакуум. Благодаря перепаду давлений растворенный газ выходит на поверхность капель расплава и разбрызгивает их, придавая сферическую форму частицам металла.

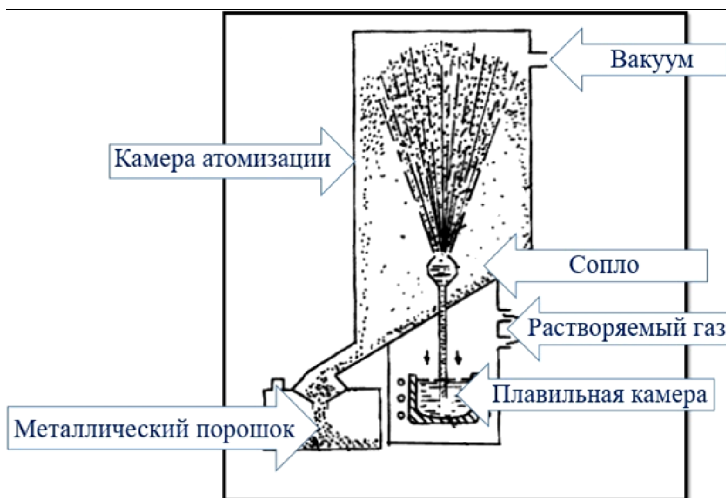


Рис. 3. Процесс вакуумной атомизации [2]

Для получения сферической формы частиц в методе центробежной атомизации (рис. 4) применяют два электрода, расположенных друг напротив друга. Один из электродов – вольфрамовый – жестко зафиксирован, а второй – расходный – постоянно вращается с высокой скоростью. В процессе работы между ними возникает электрическая дуга, которая расплавляет металл расходного электрода. За счет возникающих центробежных сил расплавленный металл разбрызгивается в виде мелких капель. Частицы металла, застывая в полете, приобретают сферическую форму.

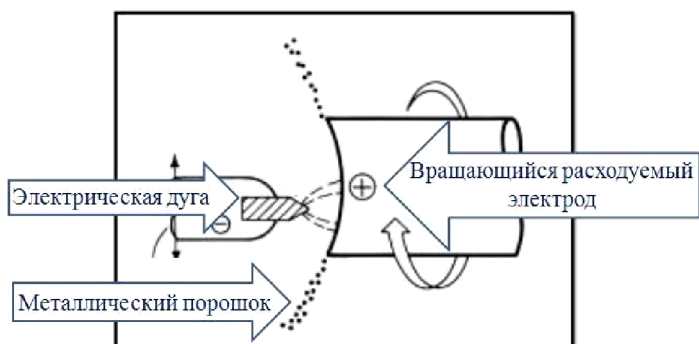


Рис. 4. Процесс центробежной атомизации [2]

Для альтернативы вышеперечисленным методам была разработана технология обработки порошков плазмой [5]. Она позволяет придавать сферическую форму стандартным порошкам, сглаживая любые геометрические недостатки металлических частиц. Порошок с дефектами в структуре оплавляется в потоке плазмы (рис. 5), в результате чего частицы приобретают правильную сферическую форму и готовы к дальнейшему применению в аддитивных лазерных технологиях.

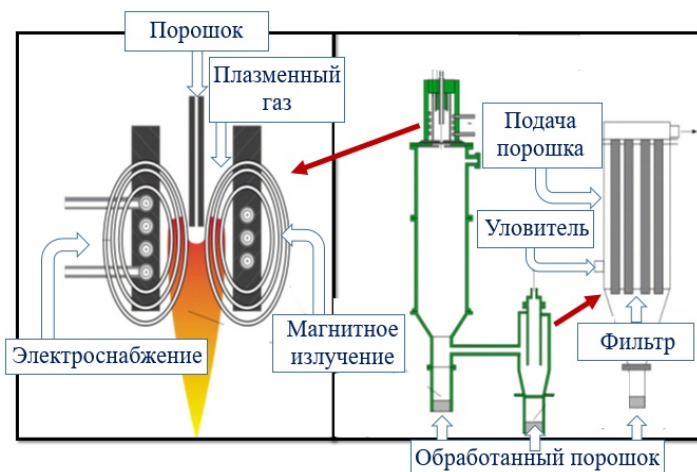


Рис. 5. Процесс плазменной обработки металлических порошков [6]

Этот метод является наиболее эффективным для получения сферических металлических порошков, которые можно применять для аддитивных лазерных технологий.

Список литературы

1. Осокин Е.Н., Артемьева О.А. Процессы порошковой металлургии. Версия 1.0 [Диск]: курс лекций. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008.
2. Довбыш В.М., Забеднов П.В., Зленко М. А. Аддитивные технологии и изделия из металла [Электронный ресурс]. – URL: nami.ru (дата обращения: 16.11.2015).
3. Анализ металлических порошков для первого российского 3D-принтера. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ank-service.ru/analiz-metallicheskix-poroshkov-dlya-pervogo-rossijskogo-3d-printera> (дата обращения: 16.11.2015).
4. Анализ порошков и пористых материалов [Электронный ресурс]. – URL: <http://ank-service.ru/service/analiz-poroshkov> (дата обращения: 16.11.2015).
5. Method of production of metal and ceramic powders by plasma atomization: pat. US № 5707419 / P.G. Tsantrizos [et. al.]. Заявл. 15.08.1997; опубл. 13.01.1998.
6. Boulos M. Plasma power can make better powders // Metal Powder Report. – 2004. – Vol. 59, iss. 5. – P. 16–21.

Получено 10.12.2015

Дудихин Дмитрий Витальевич – студент, кафедра «Металлургия черных металлов», Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета, e-mail: dudihin.diman@mail.ru.

Сапрыкин Александр Александрович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Металлургия черных металлов», Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета, e-mail: sapraa@tpu.ru.