

Способ трехмерной печати металлами и смесями порошкообразных материалов электроконтактным способом

Р.Н. Сайфуллин, зав. сектором, д-р техн. наук, профессор
(ФГБНУ ГОСНИТИ, г. Москва, bashagregat@mail.ru)

Аннотация. *Описывается способ трехмерной печати металлами, с помощью которого возможно создание объемных изделий из металлов и смеси порошкообразных материалов, включающий порошкообразный материал, находящийся под рабочей поверхностью электрода и прессующийся им до определенного усилия с последующей подачей тока, разогревающего порошок и приваривающий его к формируемому изделию.*

Ключевые слова: *трехмерная печать металлами, порошковые материалы.*

В настоящее время известны следующие способы трехмерной печати металлами: струйный, методом ламинирования, послойным плавлением, лазерным спеканием и плавкой, электронно-лучевой плавкой. У каждого из этих методов есть свои достоинства и недостатки, ограничивающие их возможности. Например, при методе струйной печати, из-за наличия связующего полимера, изделия не обладают высокой прочностью ввиду пористости; метод ламинирования подразумевает использование клея или связующего для листов металла; при послойном плавлении физические и химические свойства готовых изделий ограничены параметрами связующего термопластика, что не позволяет классифицировать такие модели, как цельнометаллические; при лазерном спекании и плавке необходимо использование подогрева расходного материала до точки чуть ниже температуры плавления, а изделия при спекании характеризуются высокой пористостью, в отличие от изделий, получаемых лазерной плавкой; электронно-лучевая плавка позволяет добиться высоких прочностных характеристик изделия, но требует для сплавки металлического порошка вакуумных камер. Из перечисленных способов трехмерной печати металлами, способы, обеспечивающие наиболее высокие прочностные характеристики изделия, - это лазерная и электронно-лучевая плавка, но данные способы ограничены в используемом исходном материале (имеются трудности при использовании смеси керамических и металлических порошков) и требуют высоких температур спекания, так как плавление металлических порошковых материалов осуществляется без давления.

Целью работы является описание нового способа трехмерной печати металлами, позволяющего исключить известные недостатки существующих способов.

Предлагаемый способ трехмерной печати металлами может быть использован для создания объемных изделий из металлов и смеси порошкообразных материалов и позволяет исключить вышеуказанные недостатки, а именно - повысить прочность изделий, добиться низкой пористости, вплоть до плотности литого материала, отказаться от предварительного подогрева исходного материала, повысить размеры частиц используемого порошка, исключить сегрегацию частиц порошка при печати. Предлагаемый способ по принципу действия похож на работу матричного принтера, с тем лишь различием, что в качестве иголок используются электроды электроконтактной машины.

На рис. 1а приведена схема осуществления способа. Устройство подачи порошкообразного материала (на схеме не показано) подает исходный порошкообразный материал 2 под рабочую поверхность электрода 3. Электрод 3 электроконтактной машины (на схеме не показано) при своем движении сжимает порошкообразный материал 2, прижимает его к поверхности формируемого объемного изделия 1 и приваривает к нему за счет давления и нагрева проходящим через электрод 3 и изделие 1 электрического тока. Далее электрод 3 движется в обратном направлении и смещается на величину шага вдоль одной из координатных осей, осуществляя последовательную электроконтактную приварку порошка по трем координатам, формируя из порошкообразного материала объемное изделие. Дополнением к описанному способу осуществления трехмерной печати может быть защита подаваемого порошкообразного материала в обрамляющем воздушном или ином газовом потоке, что дает возможность защиты от окружающей атмосферы и использования охлаждающей жидкости, которая, кроме прочего, может закалывать наращиваемый слой (рис. 1б). При введении данного дополнения способ осуществляется аналогично вышеприведенному, при этом исходный порошкообразный материал 2 подается в струю обрамляющего сжатого воздуха 6, который подает порошкообразный материал 2 к поверхности формируемого объемного изделия 1. Обрамляющий сжатый воздух 6 не позволяет частицам порошкообразного материала 2 выйти из зоны обрамления некоторое ограниченное время, а при встрече с поверхностью формируемого объемного изделия 1 часть сжатого воздуха, направленная внутрь обрамления, поддерживает порошкообразный материал во взвешенном состоянии, исключая сегрегацию частиц порошкообразного материала 2. Также порошкообразный материал 2 можно подавать в обрамляющем воздушном потоке 6 вдоль поверхности формируемого объемного изделия 1 (рис. 1в).

Для повышения возможностей описанных способов трехмерной печати прессование и приварку порошкообразного материала можно осуществлять не только торцевой поверхностью электрода, но и боковой поверхностью, что облегчает получения изделий с навесными перекрытиями. На рис. 1г представлена схема осуществления данного способа.

Подаваемый порошкообразный материал может подаваться принудительно или приклеиваться (прицепляться) к рабочей поверхности электрода и после привариваться на изделие. При использовании ферромагнитных порошков последние могут дозированно примагничиваться к рабочей поверхности электрода путем использования постоянных магнитов или электромагнитных устройств.

При больших размерах изделия возможна подача тока через два электрода. В данном случае разогрев порошка и его приварка будет осуществляться током, проходящим через цепочку: первый электрод – порошкообразный материал – формируемое объемное изделие – порошкообразный материал – второй электрод (рис. 1д). Не приваренный порошок в промежутке между электродами приваривается при смещении электродов на следующий шаг.

Путем выбора усилия сжатия порошкообразного материала, силы тока, его продолжительности можно регулировать плотность и прочность формируемого объемного изделия. Размерами частиц порошкообразного материала и размерами рабочей поверхности электрода можно регулировать шероховатость поверхности и точность изделия. Толщину каждого слоя печати можно регулировать количеством подаваемого порошкообразного материала. При такой печати возможно использование как мелких, так и крупных частиц порошкообразного материала. При использовании

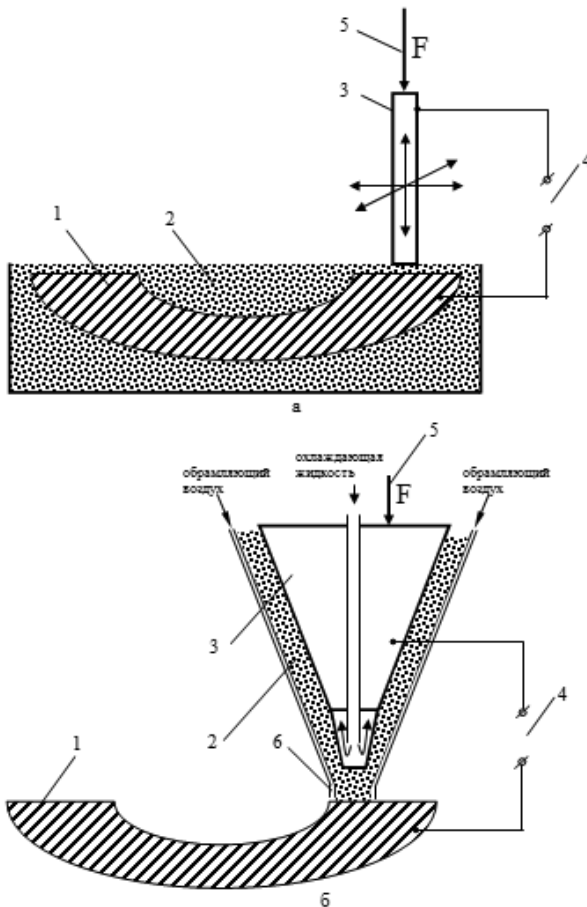
порошкообразных смесей возможно использование композиций керамических и металлических порошков, что открывает широкие возможности получения изделий с разнообразными свойствами.

Для качественного осуществления способа необходимо регулирование тока и его продолжительности. Данная регулировка может осуществляться путем предварительного измерения сопротивления или разности потенциалов в спрессованном порошке. Данная информация поступает в контроллер, который подает команду на контактор электроконтактной машины для подачи тока необходимой величины.

Во всех описанных способах осуществление трехмерного перемещения электрода может быть заменено трехмерным перемещением изделия или взаимным совмещением перемещений этих изделий. Во всех описанных способах стержневые электроды можно заменить на роликовые, тем самым повысив производительность, которую также можно повысить использованием многоэлектродной установки. Более подробно с различными способами электроконтактной приварки порошковых материалов можно ознакомиться в монографии [1].

После трехмерной печати для уменьшения шероховатости поверхности изделия можно обработать ее с помощью пескоструйной или дробеструйной обработки или другими способами.

Предлагаемый способ позволяет изготавливать как новые металлические изделия, так и восстанавливать дорогостоящие изношенные детали.



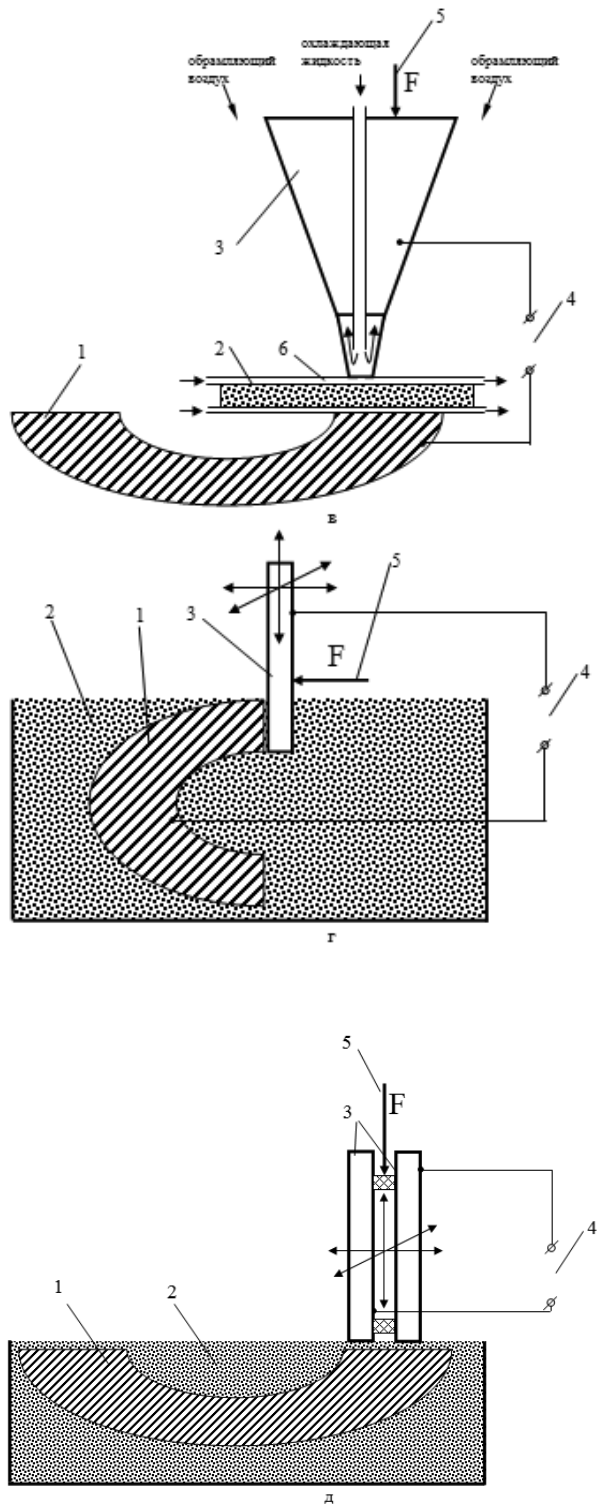


Рис. 1. Способы трехмерного формирования изделия электроконтактной приваркой порошка. 1- формируемое объемное изделие, 2 - порошкообразный материал, 3 – электрод, 4 - источник тока, 5 нагружающее устройство

Литература

Сайфуллин Р.Н. Электроконтактная приварка порошковых материалов при восстановлении деталей и получении защитных покрытий: монография. – Уфа: Изд-во БашГАУ, 2008.- 182 с.

Mode of volume formation of metal products from mixtures of powdery materials

Saifullin R. N., professor
GOSNITI, Moscow, bashagregat@mail.ru

Annotation. *The way of volume formation of a metal product including the powdery material which is under pressure of a working surface of an electrode with the subsequent giving of the current warming powder material and welding it on the formed product is described*

Keywords: *volume formation of products from metals, powder materials.*

References

1. *Saifullin R. N.* Electrocontact welding of powder materials at restoration of details and receiving protective covers: monograph. – Ufa: Publishing house of BashGAU, 2008. - 182 p.