

Устройство на основе магнитоожигения для дозированной подачи порошковых материалов в межэлектродный промежуток при электроискровом легировании

г. Кишинев

В настоящее время разработаны различные конструкции для подачи в плазменную струю или канал разряда частиц порошка: шнековые, электродинамические, вибрационные и другие [1—3]. В установках типа «Разряд», созданных для электроискрового нанесения покрытий из порошковых материалов (ЭИНП), используются вибрационные дозаторы с регулировкой подачи порошка за счет поднятия или опускания иглы в выходной насадке [2]. Схема такого дозатора приведена на рис. 1.

Схемы подачи порошка, использованные в установках типа «Разряд», а также описанные в отмеченных выше работах, имеют ряд недостатков. Например, для регулировки расхода порошкового материала из бун-

кера (см. рис. 1) приходится останавливать работу системы и опускать или поднимать иглу вручную. В конструкции, описанной в [3], регулировка расхода порошка осуществляется изменением давления транспортирующего газа, для чего необходима дополнительная система подачи газа под давлением. Кроме того, в этих системах поступление порошка может нарушаться сводообразованием. Последнее у таких систем чаще проявляется при работе с порошками несферической формы. Поэтому создание устройств без указанных недостатков является важной задачей.

Нами были разработаны устройства, обеспечивающие дозированное и равномерное поступление порошка в рабочую зону канала разряда при ЭИНП на

установках типа «Разряд». Устройство* (рис. 2) состоит из загрузочного бункера 1, электромагнитной катушки 2, размещенной соосно с ним, питателя 3, выполненного в виде стакана и установленного в бункере 1 открытым торцом к днищу 4 с зазором 5. В днище бункера ввинчен штуцер 6. На дне бункера свободно размещены гранулы 7 из магнитотвердого материала. Верхний торец питателя посредством регулировочного винта 8 ввинчен в крышку 9. Последняя снабжена отверстием 10 для засыпки порошкового материала, а винт 8 стопорится контргайкой 11. В основу работы устройства положен принцип магнитооживления, суть которого заключается в том, что при подключении катушки к источнику переменного тока гранулы под действием магнитного поля приходят в колебательное движение. Порошковый материал через зазор поступает на днище бункера. Гранулы, взаимодействуя с порошковым материалом, переводят его в магнитооживленное состояние. Питатель заполняется магнитооживленным порошком, который под действием силы тяжести через штуцер попадает в межэлектродный промежуток (МЭП).

Величина зазора l устанавливается с помощью регулировочного винта и составляет $l = 1,5d + 0,8D$, где d — диаметр магнитотвердой гранулы. Регулировка расхода порошка осуществляется за счет плавного изменения тока, протекающего по катушке.

Равномерное распределение частиц порошка по объему питателя связано с природой магнитооживленного слоя. Известно, что в магнитооживленной системе, создаваемой переменным электромагнитным полем, магнитные гранулы получают непрерывные вращательное и колебательное движения, при этом в результате многочисленных взаимодействий устанавливается эффективное равновесие между поступательным и вращательным степенями свободы взвешенных частиц, и их линейные и угловые скорости подчиняются распределению по Максвеллу, причем это соблюдается для любого направления частиц и в любом сечении магнитооживленного объема [4, 5]. Таким образом, поступательное движение смеси магнитных и немагнитных частиц в магнитооживленном слое происходит в рамках определенных закономерностей, а не носит случайный характер. Изменение поля с частотой 50 Гц приводит к значительным колебаниям этих гранул.

В нашей конструкции амплитуда колебаний гранул находится в диапазоне 1—30 мм и плавно регулируется. Конструкция выполнена на базе электродвигателя, у которого удаляется ротор с редуктором и в зазор магнитной системы вставляется бункер. Плавное изменение напряжения на магнитной катушке этого двигателя в диапазоне 140—220 В обеспечивает любые заданные условия подачи порошка в зону разряда.

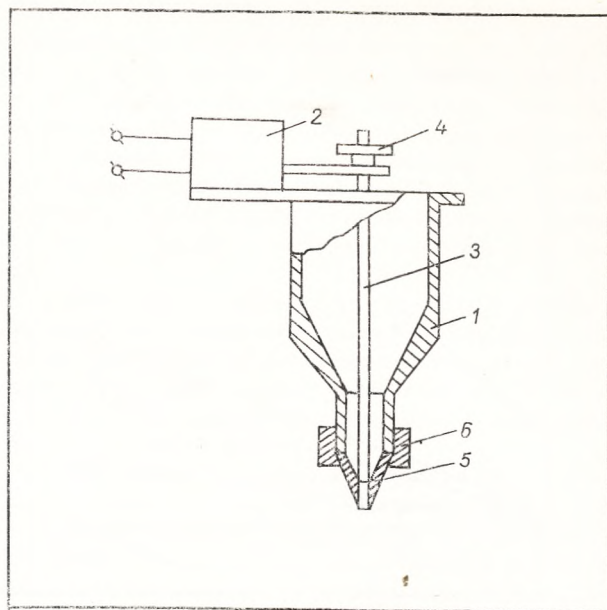
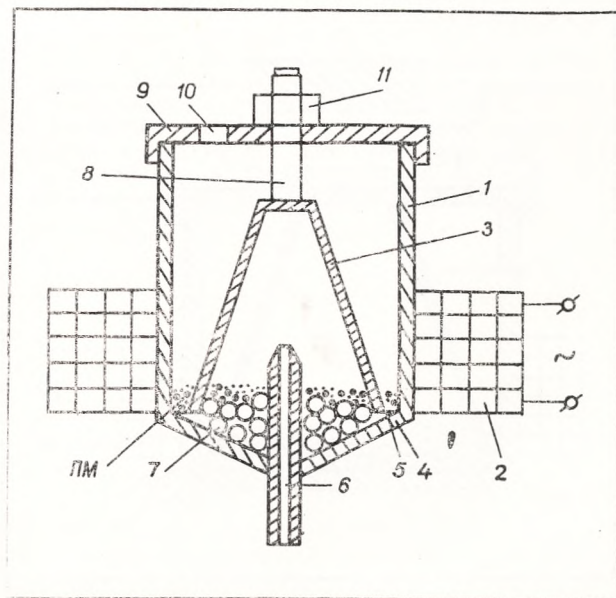


Рис. 1. Вибратор установки типа «Разряд»: 1 — корпус; 2 — электромагнитный вибратор; 3 — регулировочная игла; 4 — стопорная гайка; 5 — сменная насадка; 6 — гайка крепления насадки

Экспериментальные исследования показали, что устройство позволяет проводить плавную дозировку порошкового материала различной формы (сферической, пластинчатой, неопределенной) и дисперсности (рис. 3). Причем расход порошкового материала из дозирующего устройства линейно зависит от величины вектора индукции электромагнитного поля, регу-

Рис. 2. Устройство для подачи порошковых материалов (ПМ) в межэлектродный промежуток на основе магнитооживления (пояснения в тексте)



* В разработке устройства принимал участие старший инженер И. И. Куку.

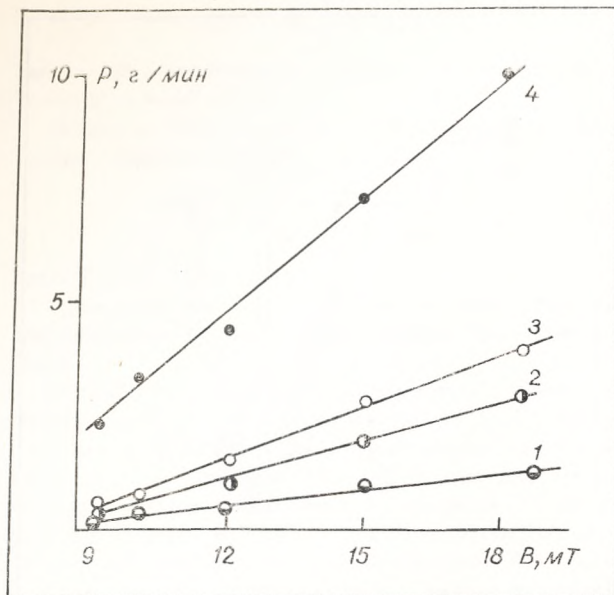


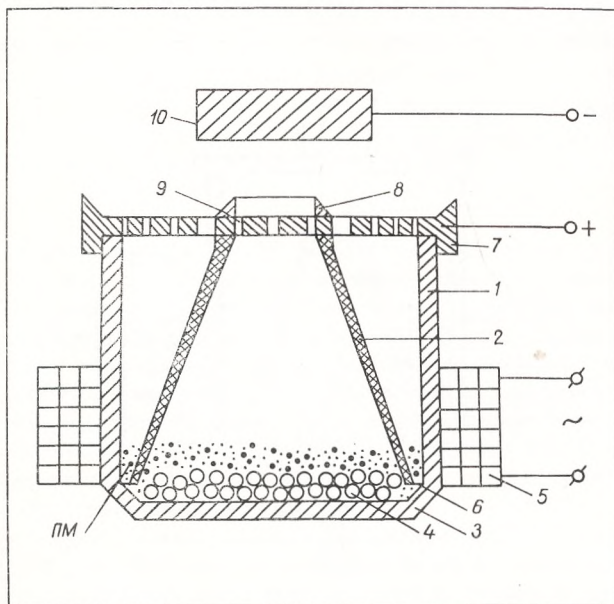
Рис. 3. Зависимость расхода порошка из дозатора от величины вектора индукции электромагнитного поля B .

Материал порошка: 1 — TiN; 2 — WC; 3 — Al₂O₃; 4 — бронза БрО-10, диаметр частиц порошка $d = 63$ мкм

лируемого изменением напряжения на катушке магнитной системы.

Представленная на рис. 2 конструкция довольно просто трансформируется в устройства для одновременного осуществления подачи порошка в МЭП и проведения процесса ЭИМП. Один из вариантов по-

Рис. 4. Устройство для бесконтактного электроискрового легирования порошковыми материалами (пояснения в тексте)

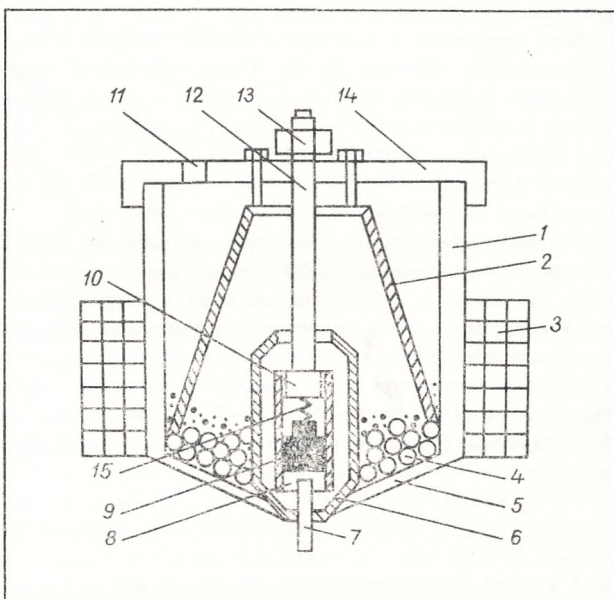


добного устройства приведен на рис. 4. Так же как и предыдущее, оно содержит загрузочный бункер 1, питатель 2, выполненный в форме усеченного конуса, установленного широким основанием над днищем 3 бункера 1, снабженным узлом магнитооживления порошкового материала 4. Питатель 2 установлен к днищу 3 с зазором 6 и соединен с крышкой 7 бункера 1, выполненной в виде сетки. Рабочий электрод-анод 8 изготовлен в виде втулки клиновидного профиля и установлен широкой стороной клина на крышке 7. При износе втулка может быть заменена. Каналы 9 втулки 8 совместно с крышкой 7 питателя 2 образуют сопло. Питатель 2 соединен с крышкой 7. Бункер 1 выполнен из диэлектрика (например, из оргстекла). Размеры гранул 4 и частиц порошка, засыпаемого в бункер 1, определяются режимом обработки. Диаметр отверстий в сетке, являющейся крышкой 7, составляет 0,6—0,8 диаметра магнитотвердых гранул 4 в пределах канала 9 втулки 8, а за пределами втулки — 1,1—1,2 диаметра частиц порошка. Указанные размеры отверстий сетки установлены экспериментально и в полной мере обеспечивают подачу и возврат порошка и задержку гранул.

Частицы порошка в магнитооживленном состоянии участвуют одновременно во вращательном и колебательном движениях. Благодаря колебательному движению частицы проходят из питателя сквозь сетку и попадают в канал втулки. Вращательное движение смещает их к стенкам канала втулки, выполненной с клиновидным профилем, направленным заостренным кон-

Рис. 5. Устройство для контактно-порошкового процесса электроискрового легирования:

1 — загрузочный бункер; 2 — питатель; 3 — электромагнитная катушка; 4 — гранулы; 5 — днище бункера; 6 — штуцер (патрубок); 7 — электрод-анод; 8 — электрододержатель с насадкой из магнитотвердого материала; 9 — направляющий цилиндр; 10 — шток; 11 — отверстие для подачи порошка; 12 — винт; 13 — контрагайка; 14 — крышка бункера; 15 — пружина



цом к обрабатываемой детали. Частицы порошка, которые в момент электроискрового разряда, происходящего между рабочим электродом-анодом и деталью-катодом, пролетают над заостренным концом анода, попадают в канал разряда, обрабатываются им и наносятся на обрабатываемую поверхность. Частицы, не попадающие в канал разряда, а так же в случае отсутствия разряда через сетку (в основном за соплом) поступают обратно в бункер. Следовательно, предложенное устройство осуществляет не только подачу порошкового материала в МЭП, его нанесение на обрабатываемую поверхность, но и подачу в бункер неиспользованного порошкового материала. Коэффициент использования порошкового материала в такой системе существенно повышается.

Система для подачи порошка в МЭП (см. рис. 2) с некоторой доработкой может быть использована и для осуществления процесса контактно-порошкового ЭИЛ [6]. В одном из возможных вариантов это достигается тем, что элементы устройства — бункер, питатель, штуцер (патрубок) для подачи порошкового материала в межэлектродный зазор, электрододержатель с электродом — размещаются максимально друг в друге в порядке их перечисления по типу «матрешки» (рис. 5). Устройство отличается компактностью и сокращенными габаритами. Все его узлы размещены в бункере, который по своим размерам практически не отличается от бункера-питателя (см. рис. 2). Кроме того, в устройстве отсутствуют отдельно вибратор и узел подачи порошкового материала — они совмещены. Подача порошкового материала в межэлектродный зазор осуществляется из питателя через патрубок с помощью узла магнитооживления, так же как и в предыдущих конструкциях.

Одновременно магнитное поле катушки действует на электрододержатель из магнитотвердого материала и заставляет его вибрировать в вертикальном направлении в условиях периодического контактирования с обрабатываемой поверхностью.

В таких устройствах реализуется самоподача порошкового материала из бункера в питатель. При подаче тока через витки катушки частицы порошка, попавшие на дно бункера через зазор, поднимаются, гранулы перемещаются и все это приводится в магнитооживленное состояние. Равновесие порошкового материала в бункере нарушается, и частицы порошка начинают равномерно «стекать» через зазор в зону под

питателем. По мере расхода порошкового материала происходит его перераспределение из одного объема (бункера) в другой (дно бункера — питатель) благодаря их сообщению. Воздействие гранул на стенки питателя вызывает его вибрацию, что (благодаря также и его форме) обеспечивает равномерное стекание порошкового материала в рабочий объем. Частицы порошка поступают через зазор непрерывно, в связи с непрерывностью его расхода при нанесении покрытий.

Следовательно, конструкция устройства предусматривает в нем наличие всех узлов, необходимых для полной реализации контактно-порошкового метода нанесения покрытий, которые смонтированы в бункере и максимально совмещены и упрощены и отличаются небольшими габаритами.

Таким образом, на основе магнитооживления порошков возможно создание различных устройств для проведения процесса электроискрового формирования поверхностных слоев с использованием порошковых материалов. Такие устройства могут использоваться как для подачи частиц в МЭП, так и для совмещенных процессов подачи порошка в МЭП и электроискрового формирования покрытий из него.

ЛИТЕРАТУРА

1. Парканский Н. Я. Исследование процесса электроискрового нанесения покрытий из порошковых материалов в электрическом поле: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Киев, 1979.
2. Гитлевич А. Е., Парканский Н. Я., Ревуцкий В. М. и др. Оборудование для электроискрового легирования металлических поверхностей порошковыми материалами // *Электронная обработка материалов*. 1983. № 6. С. 78—81.
3. Борисов Ю. С., Борисова А. Л. Плазменные порошковые покрытия. Киев, 1986.
4. Буевич Ю. А., Сюткин В. С., Тетюхин В. В. К теории развитого магнитооживленного слоя // *Магнитная гидродинамика*. 1984. № 4. С. 73.
5. Волога М. К., Сюткин В. С., Сердитов В. М. Распределение частиц по скоростям при магнитооживлении в переменном поле // Там же. 1982. № 1. С. 31—39.
6. А. с. 1151403. МКИ³ В 23 Н 9/00. Способ нанесения покрытий и устройство для его осуществления / В. В. Михайлов, А. Е. Гитлевич, В. М. Ревуцкий, А. П. Абрамчук. Опубл. 23.04.85. Бюл. № 15.

Институт прикладной физики АН МССР

Поступила 09.04.89