



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3481093/22-02

(22) 11.06.82

(46) 23.02.85. Бюл. № 7

(72) В.К.Ярошевич и Т.К.Судибор

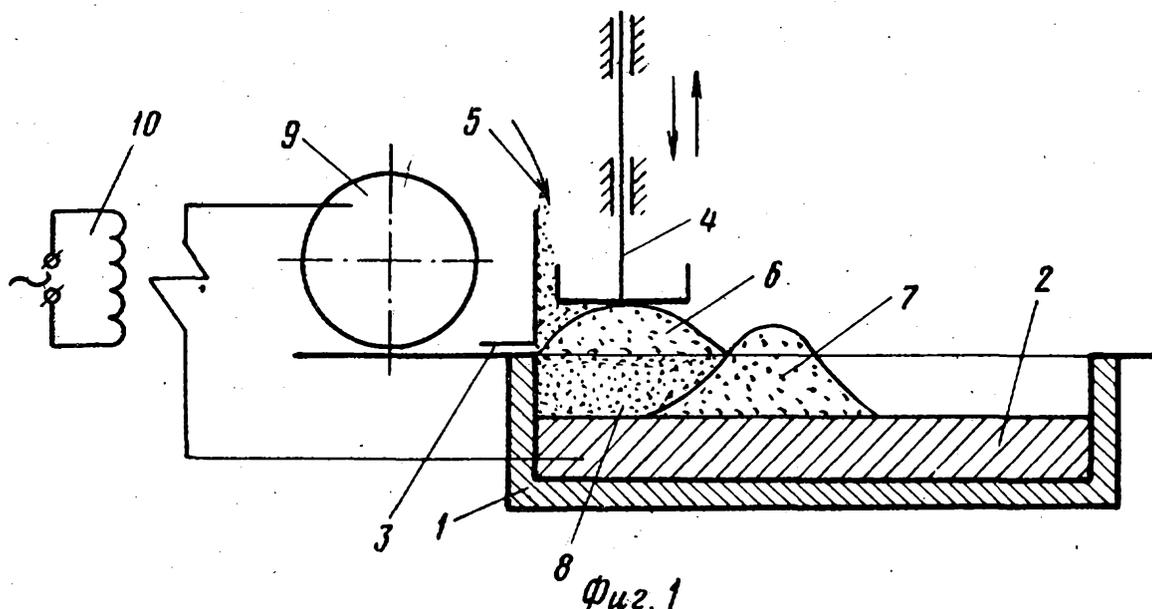
(71) Белорусский ордена Трудового  
Красного Знамени политехнический  
институт

(53) 621.762.763(088.8)

(56) 1. Авторское свидетельство СССР  
№ 460942, кл. В 22 F 7/00, 1975.

2. Авторское свидетельство СССР  
№ 929330, кл. В 22 F 7/04, 1980.

(54) (57) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОКРЫТИЙ  
ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОРОШКА, включающий  
размещение порошка на покрываемой  
поверхности, напрессовку уплотняющим  
элементом и спекание, о т л и ч а ю -  
щ и й с я тем, что, с целью повыше-  
ния качества покрытия и прочности  
его соединения с основой, после раз-  
мещения порошка проводят предвари-  
тельное уплотнение его при воздейст-  
вии на уплотняющий элемент колебаний  
частотой 10-120 1/с, амплитудой  
0,5-3 мм и напрессовку осуществляют  
при давлении 40-60 МПа.



Изобретение относится к порошковой металлургии, в частности к способам нанесения покрытий из металлических порошков, и может быть использовано как при восстановлении изношенных деталей машин, так и при изготовлении новых изделий с покрытиями.

Известен способ нанесения спеченных покрытий, при котором напрессование порошка с одновременным пропусканием электрического тока осуществляют циклически скошенным пуансоном при перемещении изделия с порошком через зону напрессования [1].

Недостатками способа являются низкая производительность процесса нанесения покрытия и низкое качество покрытий в местах стыка полученных слоев при очередном перемещении скошенного пуансона.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому результату является способ получения покрытий из металлического порошка, заключающийся в том, что порошок наносят на поверхность изделия, прикладывают давление уплотняющим элементом, затем осуществляют нагрев порошкового слоя до температуры спекания [2].

Недостатками известного способа являются низкое качество покрытия и прочность его соединения с основой.

Цель изобретения — повышение качества покрытия и прочности его соединения с основой.

Для достижения поставленной цели согласно способу получения покрытий из металлического порошка, включающему размещение порошка на покрываемой поверхности, напрессовку уплотняющим элементом и спекание, после размещения порошка проводят предварительное уплотнение его при воздействии на уплотняющий элемент колебаний частотой 10–120 1/с, амплитудой 0,5–3 мм и напрессовку осуществляют при давлении 40–60 МПа.

На фиг. 1 схематически изображено начало процесса нанесения; на фиг. 2 — процесс нанесения порошкового покрытия.

В форму 1 помещают деталь 2, на которую между калибрующей поверхностью 3 и уплотняющим элементом 4, в качестве которого используется штамп, непрерывно подают порошок 5.

При каждом отходе уплотняющего элемента 4 вверх под него поступает дополнительная порция порошка 6, при движении его вниз излишний порошок выдавливается вперед в виде валика 7. Под элементом 4 формируется плотный слой 8. С уплотненным слоем 8 порошка контактирует электрод 9, прижимаемый к нему с определенным усилием и подключенный к источнику 10 тока.

Над краем открытой сверху горизонтальной формы 1 до касания с верхней поверхностью покрываемой детали перемещают вверх-вниз уплотняющий элемент 4, при этом каждый раз при отходе его вверх под него попадает дополнительная порция порошка 6. Из этого порошка под уплотняющим элементом формируется плотный слой 8, имеющий форму полувоины (полусферы), обращенной вершиной вниз. Порошок под уплотняющим элементом остается подвижным, и лишь после образования слоя начинается и непрерывно происходит движение массы из-под элемента в свободную сторону и вверх по всей толщине упомянутого слоя в виде валика 7. Это свидетельствует о том, что под упомянутым элементом порошок доведен до текучего, предельно плотного состояния на всю глубину формования, т.е. возникает эффект текучего клина. С этого времени форму 1 начинают перемещать поступательно и непрерывно под элемент со скоростью, равной или меньшей скорости выдавливания порошка из-под элемента. Для предотвращения движения порошка в обратном направлении за уплотняющим элементом 4 размещают калибрующую поверхность 3. Засыпка порошка, его распределение, дозирование, формование, уплотнение и отделка совмещены в одну непрерывную операцию, осуществляемую одним рабочим органом.

После того, как роликовый электрод 9 достигает начала формы 1, включают привод давления электрода и источник 10 электрического тока. Процесс нанесения покрытия происходит непрерывно до упрочнения всей поверхности детали. Уплотнение покрытия перед спеканием и припеканием стабилизирует его электрическое сопротивление, создает равномерную плотность по ширине ролика, что позволяет снизить необходимое давление на роликовый электрод на 10–20%, уменьшить выдавли-

вание расплавленного металла из-под ролика и в результате получить покрытие более высокого качества.

**Пример 1.** Нанесение покрытия из порошка ПГ-С1ГОСТ-21448-75 на плоские детали из стали 30 размером 100 x 20 x 14 мм осуществляют на установке УЭКП-100/2, изготовленной на базе готовой сварочной машины МШ-3201. Уплотняющий элемент, размер основания которого 14 x 14 мм приводят в гармонические колебания с частотой 30 1/с и амплитудой 1,5 мм от эксцентрикового привода. Порошок грануляцией 0,063-0,18 мм наносят на поверхность детали слоем толщиной 3,5 мм и уплотняют указанным способом. После начала выхода порошка из-под уплотняющего элемента в виде валика, что свидетельствует о предельном уплотнении порошка, включают привод перемещения детали со скоростью 0,016 м/с. При достижении роликовым электродом начала формы включают привод давления и электрический ток. Параметры процесса спекания следующие: сила электрического тока 18 кА, длительность импульсов тока 0,04 с, давление на роликовый электрод диаметром 160 мм и шириной 14 мм составляет 5600 Н, что соответствует максимальному удельному давлению на порошковый слой 48 МПа.

Полученное покрытие характеризуется низкой пористостью - менее 1%, твердостью 5300-5350 мН/м<sup>2</sup>, прочностью сцепления с основой 210 мН/м<sup>2</sup>, равномерными свойствами по ширине ролика.

**Пример 2.** Сравнение физико-механических свойств покрытий из

порошка ПГ-СР4, полученного известным и предлагаемым способом, приводится в табл. 1.

Как следует из табл. 1, предлагаемый способ обеспечивает более низкую пористость полученных покрытий и, как следствие, более высокие значения твердости и прочности сцепления с основой.

В табл. 2 приведены результаты, показывающие влияние параметров процесса уплотнения (частоты и амплитуды колебаний) и прилагаемого давления на роликовый электрод на величину физико-механических свойств полученных покрытий.

Как видно из табл. 2 минимальная пористость и наиболее высокая твердость достигается при следующих значениях параметров уплотнения: амплитуда 0,5-3 мм и частоты 10-120 Гц.

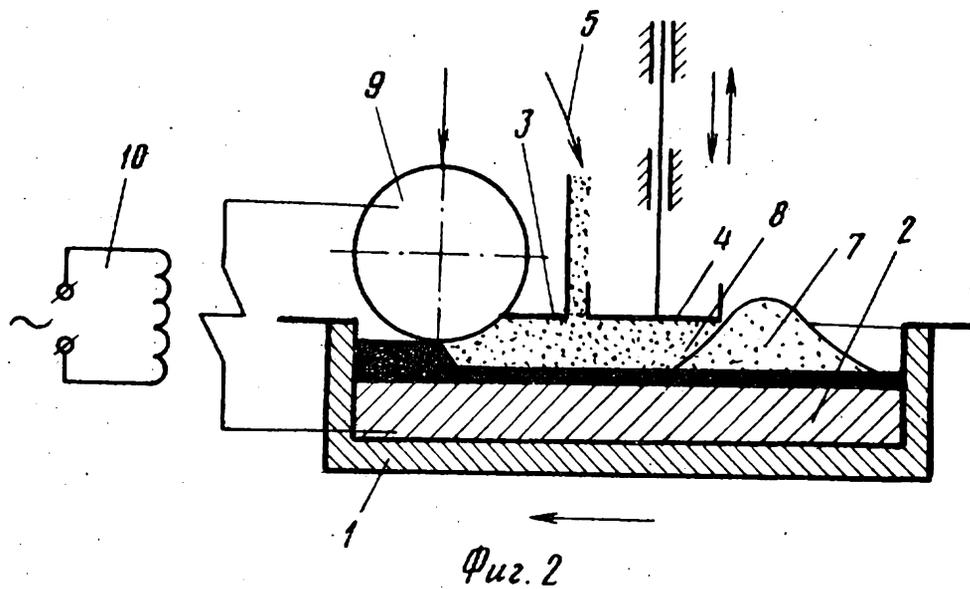
Величина давления выбирается из технологических соображений, несмотря на то, что при его увеличении пористость снижается, а прочность сцепления увеличивается. При давлении порядка 60-80 МПа появляется значительное количество жидкой фазы и происходит вторичная рекристаллизация из расплава, что приводит к снижению твердости и уменьшению толщины покрытия из-за выдавливания его к боковым поверхностям ролика. Из этих соображений для нанесения покрытий с предварительным уплотнением порошкового слоя целесообразно использовать давление на электрод 40-60 МПа.

Т а б л и ц а 1

Физико-механические свойства покрытий	Известный	Предлагаемый
Пористость, %	5	1
Твердость НРС	55	57
Относительная износостойкость по ГОСТ 17367-71	3,1	3,2
Прочность сцепления с основой, МПа	210-220	250-255

Таблица 2

Физико-механические свойства	Частота колебаний, Гц					Амплитуда, мм						Давление на ролик, МПа					
	5	10	60	120	150	0,2	0,5	2,0	3	4	5	20	30	40	60	80	90
<b>Порошок ПГ-СР4</b>																	
Пористость, %	3	1,5	0,8	1,1	2,7	4,2	1,3	0,7	0,9	1,9	2,8	8	3,2	0,9	0,7	0,5	0,4
Твердость НRC	51	56	57	56	53	50	56	57	58	55	53	48	52	57	58	54	48
Прочность сцепления с основой, МПа	190	240	250	250	190	175	245	250	250	220	185	150	185	250	255	295	340
<b>Порошок ПГ-С1</b>																	
Пористость, %	4,3	1,7	0,9	1,0	2,5	4,8	1,2	0,8	1,0	1,2	2,2	10,3	4,5	1,1	0,9	0,6	0,5
Твердость НВ, МН/м <sup>2</sup>	4840	5165	5230	5180	4920	4980	5010	5230	5310	5200	5170	4950	5110	5350	5250	5120	4850
Прочность сцепления с основой, МПа	130	150	215	210	185	165	200	210	210	195	185	110	140	210	220	240	280



Составитель В. Нарва  
 Редактор О. Бугир Техред Л. Коцюбняк Корректор Г. Огар

Заказ 379/10 Тираж 747 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4