

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



(19) **ВУ** (11) **4116**

(13) **С1**

(51)⁷ **В 22F 3/20**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПАТЕНТНЫЙ
КОМИТЕТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ ПОРОШКОВЫХ ШНУРОВ**

(21) Номер заявки: а 19980683
(22) 1998.07.20
(46) 2001.09.30

(71) Заявитель: Витебский государственный технологический университет (ВУ)
(72) Авторы: Красновский А.Н., Пятов В.В., Ахтанин О.Н., Матвеев К.С., Савицкий В.В. (ВУ)
(73) Патентообладатель: Витебский государственный технологический университет (ВУ)

(57)

Устройство для формования порошковых шнуров, содержащее неподвижный корпус с бункером, рабочий орган с расположенным на его боковой поверхности извилистым каналом и мундштук, отличающееся тем, что корпус выполнен цилиндрическим, в качестве рабочего органа использован шнек, в котором последний виток канала выполнен кольцевым и соединен с мундштуком, установленным на боковой поверхности корпуса.

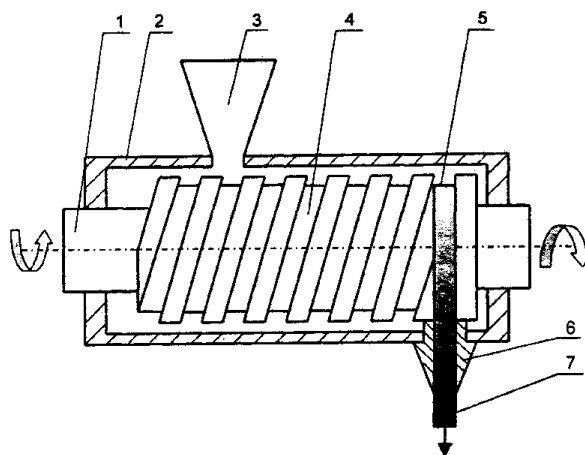
(56)

SU 1683235 A1, 1998.

SU 1806898 A1, 1993.

US 45525520 A, 1985.

Кипарисов С.С. и др. Порошковая металлургия. М.: Металлургия, 1991. - С. 322-327.



Изобретение относится к порошковой металлургии, к устройствам для непрерывного формования порошковых шнуров, используемых, в частности, для нанесения покрытий методом газотермического напыления.

Известны устройства для мундштучного прессования порошковых материалов [1], состоящие из контейнера, пуансона и мундштука. Пластифицированный порошковый материал загружают в контейнер и продавливают через мундштук пуансоном, получая длиномерное изделие небольших поперечных размеров. Мундштучное прессование является эффективным методом получения порошковых шнуров небольшой длины. Прессформы для такого прессования отличаются простотой и надежностью.

ВУ 4116 С1

Недостатками мундштучного прессования являются: цикличность (ограничивающая длину изделия и снижающая производительность), использование мощного прессового оборудования (повышающее энергоемкость процесса), сложность автоматизации и высокая трудоемкость.

Более прогрессивны инжекционные устройства [2], обеспечивающие непрерывное формование изделий. Такие устройства обычно представляют собой шнековый пресс, снабженный необходимыми насадками. Работают они в автоматическом режиме и обладают высокой производительностью. Трудоемкость загрузки материала в них минимальна - его просто засыпают в бункер, объем которого может быть весьма большим. Достоинством шнековых устройств является то, что они не требуют мощного привода и весьма компактны. Так, порошковый шнур можно производить на настольной установке.

Большим недостатком шнекового формования является высокая энергоемкость этого процесса. Несмотря на сравнительно небольшие мощность привода и вращающий момент на шнеке, затраты энергии на погонный метр изделия оказываются высокими. Связано это со значительными потерями энергии на трение материала о шнек и формирующий инструмент, а также на внутреннее трение в деформируемом порошке.

Силы трения и связанные с ними энергозатраты зависят, главным образом, от степени радиального обжатия материала в конической части матрицы, устанавливаемой на выходе шнекового пресса. Деформируемый материал образует в этой части матрицы пробку, которую необходимо продавливать с большим усилием. Возникающие высокие давления распространяются на область шнека и приводят к сильному трению порошка о его поверхность. Более того, упомянутая пробка часто полностью закупоривает выходное отверстие матрицы и движение материала прекращается. Происходит так называемый "срыв": порошок вращается вместе со шнеком, не перемещаясь в осевом направлении. Чтобы предотвратить эту неприятность, приходится использовать прессы с большим запасом по усилию, что только усугубляет проблему высокой энергоемкости процесса формования. Степень радиального обжатия особенно высока при формовании изделий малого диаметра, например порошкового шнура. Поэтому шнековое формование порошковых шнуров - не оптимальное решение.

Наличие большого радиального обжатия и связанного с ним образования конической пробки при формовании шнура принципиально необходимым не является. Пластифицированный материал достаточно уплотняется уже в канале шнека и дальнейшая его деформация в матрице с точки зрения эксплуатационных свойств изделия бесполезна. Наличие конической матрицы на выходе шнека - это лишь конструктивное решение, позволяющее организовать переход материала от шнека большого диаметра к очку матрицы малого диаметра. Решить проблему, уменьшая диаметр шнека, полностью не удастся, так как поперечный размер шнура всего несколько миллиметров. Изготовить же шнек малого диаметра сложно технически, да и прочность его будет недостаточной.

Наиболее современными являются специализированные устройства [3-4], формирующие шнур так называемым *conform*-методом. Они высокопроизводительны, способны развивать высокие давления и прессовать за счет этого даже непластифицированные порошковые материалы. Специализированные устройства чрезвычайно дороги.

Устройство [3] реализует *conform*-метод в его классическом виде. Оно состоит из диска, на боковой поверхности которого имеется канал. Диск прижат к неподвижному башмаку с формирующим мундштуком на выходе. При вращении диска порошок из бункера попадает в канал и уплотняется под действием сил трения о поверхность канала и башмака. Уплотненный материал приобретает форму шнура, проходя через мундштук. Главным достоинством такой конструкции, по сравнению со шнековым прессом, является отсутствие конической пробки в зоне формования. Параметры канала соответствуют поперечным размерам изделия и радиального обжатия почти не требуется. Отсутствие пробки позволяет значительно снизить усилие формования. Одновременно снижается и энергоемкость процесса - несмотря на большую мощность, необходимую для вращения диска, работа по формованию погонного метра шнура сравнительно невелика.

Большим недостатком рассматриваемых устройств является их высокая материалоемкость. Они представляют из себя массивные установки с мощным приводом. Связано это с большим моментом, необходимым для вращения диска, диаметр которого около 500 мм.

Диаметр диска определяется длиной канала, необходимой для уплотнения порошка. Так как под действием сил трения уплотнение происходит постепенно, требуется канал значительной длины (как и при шнековом формовании). При одинаковой длине канала момент, необходимый для вращения диска, раз в 10 больше, чем момент, необходимый для вращения шнека. Действительно, если взять типичные для сравниваемых объектов размеры (диаметры 500 мм и 50 мм соответственно) и допустить, что закон распределения напряжений вдоль канала одинаков (что недалеко от действительности), то можно получить указанное число.

Необходимо отметить, что столь большой вращающий момент на колесе ни в коей мере не увеличивает энергоемкости процесса формования. Действительно, привод установки должен иметь большую мощность, но энергия, необходимая для переработки тонны материала, оказывается меньшей, чем при шнековом фор-

ВУ 4116 С1

мовании. Дело в том, что для достижения одинаковых линейных скоростей материала, шнек надо вращать быстрее в те же 10 раз. Большой момент увеличивает лишь габариты и мощность устройства.

Гигантские габариты, кроме высокой материалоемкости, имеют и другие недостатки. Это сложность конструкции (обычно используют гидропривод), сложность обслуживания и ремонта, низкий коэффициент полезного действия (много энергии забирает сам привод и система передачи вращения на диск). Последнее замечание заметно умаляет достоинства, связанные с пониженной энергоемкостью процесса формования.

В устройстве [4] сделана попытка уменьшить его размеры и связанные с этим проблемы. От предыдущего оно отличается тем, что канал выполнен извилистым. Это позволяет уменьшить диаметр рабочего колеса, так как канал такой же длины умещается теперь на меньшем участке боковой поверхности. В результате снижается момент, необходимый для вращения диска. Такое техническое решение представляется наиболее близким к предлагаемому, поэтому устройство [4] выбрано прототипом.

Извилистый канал позволяет примерно вдвое уменьшить диаметр рабочего диска, но при этом возрастает его ширина, так что масса диска изменится незначительно. Уменьшение крутящего момента вдвое позволяет заметно снизить материалоемкость устройства, но все-таки его размеры и масса остаются внушительными. Другим недостатком является сложность съема изделия с мундштука, совершающего колебательные движения.

Технической задачей, на решение которой направлено изобретение, является снижение материалоемкости устройства для формования порошковых шнуров. Попутно решается задача упрощения его конструкции и уменьшения энергоемкости процесса формования.

Решение этой задачи осуществляется за счет того, что канал, в котором уплотняется материал, свернут по винтовой линии. В результате рабочий орган из диска превращается в шнек. Последний виток канала выполнен кольцевым и соединен с мундштуком, установленным на боковой поверхности цилиндрического корпуса. Такое расположение мундштука позволяет осуществить съем шнура непосредственно из канала шнека и избежать использования конической матрицы с образующейся в ней пробкой.

Работу устройства поясняет схема, изображенная на фигуре. Вращающийся шнек 1, установленный в неподвижном цилиндрическом корпусе 2, захватывает пластифицированный порошковый материал из бункера 3. Уплотняясь в винтовом канале 4 шнека, материал перемещается к его последнему витку 5. До этого момента работа устройства полностью аналогична работе шнековой инжекционной машине.

Далее все происходит, как в *confort*-устройстве. Последний виток 5 шнека выполнен кольцевым. Другими словами, винтовой канал шнека заканчивается кольцевой проточкой. Эта проточка выполняет те же функции, что и канал на боковой поверхности диска в устройствах [3-4]. Разница лишь в радиусе закругления канала - в предлагаемом устройстве он значительно меньше.

На боковой поверхности цилиндрического корпуса установлен мундштук 6. Пластичный материал, проходя по кольцевому витку, попадает в очко мундштука и превращается в шнур 7. При этом радиальное обжатие, как и в *confort*-методе, практически отсутствует. Это позволяет избежать бесполезных затрат энергии на постоянное продавливание конической пробки, свойственное традиционным шнековым устройствам.

Таким образом, предлагаемое устройство представляет собой гибрид шнекового пресса и *confort*-устройства. Причем удастся избавиться от недостатков, свойственных каждому из них. Действительно, компактность и простота конструкции такие же, как у шнековых устройств (и даже выше, так как мощность привода меньше - не надо бороться с огромным трением, возникающим при продавливании конической пробки). В то же время, энергоемкость процесса формования на уровне *confort*-устройств - изделие формуется без излишней деформации материала (и даже ниже - не нужен мощный гидропривод).

Эффект, достигаемый от использования предлагаемого устройства, подтвержден экспериментально. Порошковый шнур диаметром 3 мм формовали на предлагаемом и известном [4] устройствах. Материал шнура - наплавочный порошок ПГ-СР-4 с органическим связующим. Сравнивалась масса устройств и энергоемкость процесса формования при одинаковой производительности и качестве изделий. Результаты экспериментов приведены в таблице.

Из таблицы видно, что масса предлагаемого устройства при равной производительности примерно в 8 раз меньше, а мощность привода - в 6 раз меньше. Если известное устройство представляет собой мощный агрегат, смонтированный на станине и установленный на специальной плите, то предлагаемое устройство - это небольшая настольная установка. Необходимо также учитывать, что за прототип выбран оптимизированный вариант *confort*-устройства. В классическом исполнении [3] масса известной установки около 700 кг. Расход энергии, необходимой для переработки тонны материала, на предлагаемом устройстве на 20 % ниже (в основном за счет уменьшения потерь в приводе шнека).

ВУ 4116 С1

Сравниваемый параметр	Известное устройство	Предлагаемое устройство
Диаметр рабочего органа (диска или шнека), мм	500	50
Масса установки с приводом, кг	325	40
Мощность привода, кВт	6	1
Энергоемкость изделий, %	100	80
Сложность обслуживания (условных единиц, по оценке рабочего)	100	10

Предлагаемое устройство проще по конструкции и его легче обслуживать. Главное неудобство при обслуживании известного устройства связано с непостоянным направлением схода шнура (следствие извилистого канала). Кроме того, захват материала из бункера очень нестабилен и нуждается в постоянном наблюдении (недостаток всех устройств, использующих confoform-метод).

Таким образом, применение предлагаемого устройства позволит снизить ресурсоемкость процесса формования порошкового шнура для газотермического напыления покрытий.

Источники информации:

1. Кипарисов С.С., Либенсон Г.А. Порошковая металлургия. - 3-е изд., перераб. - М.: Металлургия, 1991. - 432 с. - С. 321-324.
2. Там же. - С. 324 - 326.
3. Патент США 4552520, МКИ В 22 F 3/02, 1985.
4. А.с. СССР 1683235, МКИ В 22 F 3/20. Устройство для непрерывного прессования порошков.