



вторую опорную шайбу и фиксируют систему путем навинчивания на резьбовую часть протяжки резьбовой втулки 6. Затем матрицу с размещенной в ней конической формующей дюзой 8 устанавливают в планшайбе 7 протяжного станка. При прохождении втулки 2 через коническую дюзу происходит ее последовательная радиальная деформация, которая обеспечивает радиальное уплотнение порошка. Используемая эластичная втулка выполнена в виде многослойно-

го элемента с чередующимися коаксиальными эластичными и металлическими набранными из сегментов слоями, причем сегменты размещены в каждом слое в шахматном порядке. Это обеспечивает устранение эффектов перетекания или перераспределения материала втулки. В результате получают изделия с более высокими результатами по равномерности распределения плотности, а энергозатраты на прессование снижаются. 3 ил.

1

Изобретение относится к порошковой металлургии, в частности к устройствам для прессования длинномерных изделий из порошков.

Целью изобретения является улучшение качества прессуемых изделий и снижение энергосиловых затрат.

На фиг.1 показана схема устройства; на фиг.2 - эластичная втулка, поперечный разрез; на фиг.3 - вариант исполнения устройства при радиальной деформации эластичной втулки в направлении, противоположном по устройству на фиг.1.

Устройство состоит из матрицы 1, в полости которой установлена втулка 2, выполненная в виде многослойного элемента, и протяжка 3 с уступом. Полость между эластичной втулкой и протяжкой заполнена порошком 4. Протяжка 3 центрируется относительно эластичной втулки 2 опорными полиуретановыми шайбами 5. Фиксируется вся система резьбовой втулкой 6. На планшайбе 7 протяжного станка установлена коническая формующая дюза 8, центрирующая матрицу.

На фиг.2 показан поперечный разрез многослойной эластичной втулки 2, иллюстрирующий чередование эластичных слоев 9 и металлических сегментов 10, а также относительное расположение металлических сегментов.

Устройство работает следующим образом.

В кольцевое пространство между эластичной втулкой 2 и протяжкой 3, сцентрированной в полости втулки 2

2

одной из опорных шайб 5, засыпают порошок 4, сверху устанавливают вторую опорную шайбу и фиксируют собранную систему путем навинчивания на резьбовую часть протяжки резьбовой втулки 6. Затем матрицу 1 с размещенной на ней конической формующей дюзой 8 устанавливают в планшайбе 7 протяжного станка, а эластичную втулку 2 вместе с порошком 4, протяжкой 3, опорными шайбами 5 и резьбовой втулкой 6 укрепляют на конической дюзе 8, соединяя концевую часть протяжки с силовым органом протяжного станка. Далее начинают процесс проталкивания эластичной втулки через коническую дюзу, калибрующий диаметр которой выполнен меньшим наружного диаметра втулки с порошком на заданную величину, которая подбирается в зависимости от требуемой плотности и размеров прессуемого изделия.

При прохождении эластичной втулки через коническую дюзу происходит ее последовательная радиальная деформация, которая обеспечивает радиальное уплотнение порошка на протяжку. Поверхность эластичной втулки, контактирующая с порошком, выполнена из металлических сегментов, обладающих жесткостью в осевом направлении, а следовательно, на поверхности взаимодействия с порошком полностью устраняются эффекты перетекания или перераспределения материала эластичной втулки.

В результате этого порошок, подвергаемый воздействию металлической

поверхности эластичного инструмента (втулки), уплотняется строго в радиальном направлении, и никаких явлений массопереноса порошка, его перемещения вдоль оси прессовки и перераспределения по объему в данном устройстве не происходит (что в устройстве-прототипе является следствием перетекания материала эластичной втулки как в ее объеме, так и на поверхности контакта с порошком). В результате этого прессуемое изделие получают с равномерным распределением плотности по длине и отсутствием каких-либо трещин, являющихся следствием отрыва и сдвига пористых слоев. При прессовании порошка в предложенном устройстве достигается требуемая плотность и прочность прессовки, что также связано с воздействием на порошок металлической части эластичной втулки и с возможностью передачи на порошковый материал необходимого давления. В устройстве-прототипе увеличение степени деформации эластичной втулки (если необходимо передать большее давление на порошок) приводило бы либо к необратимому изменению ее формы (вследствие изгиба армирующих прутков), либо к нарушению ее целостности (результат отрыва эластичного материала от прутков). Кроме этого, чем большую деформацию задавали эластичной втулке, тем ярче проявлялись эффекты перетекания эластичного материала (появлялось, например, торцовое выпучивание, что могло привести к разрушению всего устройства) и в результате все равно не обеспечивалась передача необходимого давления на порошок. В конечном итоге изделие получали с неравномерной плотностью по длине, с ослабленными малоуплотненными участками, низкой прочностью. Используемая эластичная втулка представляет собой жесткую конструкцию в осевом направлении, эта жесткость обеспечивается на поверхности контакта с порошком и позволяет получать качественные пористые изделия. Кроме того, эластичная втулка является высокоупругим элементом, способным испытывать большие упругие деформации, а затем после снятия действия нагрузки полностью восстанавливать свои размеры и форму. Это дает возможность многократного ее использования, обеспечивает экономичность

всего процесса. Высокая упругость эластичной втулки связана с тем, что металлические слой-сегменты, придающие ей осевую жесткость, чередуются с эластичными слоями, материал которых заполняет также промежутки между этими сегментами. Наличие указанных промежутков, заполненных эластичным материалом, обеспечивает при протягивании втулки через коническую дюзу равномерное радиальное сжатие. При этом металлические сегменты, расположенные на внутренней поверхности эластичной втулки, смыкаются, в результате чего на прессуемый порошок оказывает воздействие только металлическая жесткая поверхность, что позволяет получать равноуплотненные по длине изделия. Расположение металлических сегментов в шахматном порядке обеспечивает высокую прочность соединения слоев и равномерное распределение напряжений и деформаций в объеме втулки, что положительно влияет на качество прессовки и эксплуатационные характеристики самой эластичной втулки.

Количество сегментов в металлическом слое также определяет радиальную упругость втулки и его подбирают в зависимости от того, какую наибольшую радиальную деформацию должна выдерживать эластичная втулка. Для обеспечения высоких упругих свойств в радиальном направлении и достаточной прочности металлические сегменты должны быть изготовлены из высокоупругих сталей типа 65Г, 40Х, 50ХГФА, 9ХФ и др. после их закалки и среднего отпуска (300-400°C), до HRC 38-42. Такая термообработка позволяет получать высокий предел упругости указанных сталей. Кроме того, для лучшего адгезионного сцепления между эластичным материалом и металлическими сегментами последние перед изготовлением эластичной втулки должны быть подвергнуты пескоструйной обработке.

Важное значение имеет толщина слоев в эластичной втулке. При изготовлении металлических сегментов, например, из стали 40Х их толщина должна составлять 0,6 - 0,8 мм. Значения толщины металлического слоя, меньшие 0,6 мм, могут не обеспечить необходимую прочность, что важно при последовательной схеме нагружения втулки, когда на каждом деформируемом участ-

ке металлические сегменты испытывают упругие изгибающие деформации. Толщина сегмента больше 0,8 мм приводит к увеличению жесткости втулки в радиальном направлении. Толщина эластичного слоя должна составлять 2-3 мм, что является оптимальным как с точки зрения ее упругих свойств, так и с точки зрения технологии ее изготовления. Чем меньше толщина эластичного слоя, тем меньше вероятность торцового выпучивания и отрыва его от металлического слоя. Но толщина меньше 2 мм не обеспечивает необходимую упругость эластичной втулки в радиальном направлении, а, кроме того, изготовление втулки с эластичным слоем менее 2 мм весьма затруднено. При толщине эластичного слоя более 3 мм создается определенная свобода перемещения эластичного материала в объеме слоя под действием прилагаемой нагрузки. Это может привести к тому, что вследствие перетекания система не будет обладать достаточной осевой жесткостью и, следовательно, не будет обеспечена передача необходимого давления на порошок.

Кроме того, предложенное устройство снижает энергосиловые затраты процесса. Это связано с тем, что коэффициент трения между металлическими поверхностями в 4-5 раз ниже, чем коэффициент трения между поверхностями металл-эластичный материал (например, резина или полиуретан). Особенность молекулярного строения эластичных материалов приводит к тому, что даже при идеально гладкой (что реально получить невозможно) металлической поверхности трение на границе взаимодействия металл-эластичный материал имеет значительную величину. В результате этого силовые затраты процесса, связанные с преодолением трения, значительно ниже. Кроме того, эластичная втулка, выполненная в виде сэндвича, хотя и обладает осевой жесткостью, является высокоупругой в радиальном направлении и не оказывает значительного сопротивления деформированию при прохождении через коническую дюзу. Так как силовые затраты процесса складываются из затрат на преодоление трения и затрат на радиальную деформацию втулки, то при использовании предлагаемого устрой-

ва они в 4-5 раз будут ниже, чем при использовании устройства-прототипа.

На фиг.3 представлен вариант исполнения предлагаемого устройства, в котором радиальную деформацию эластичной втулки осуществляют в направлении, противоположном по устройству фиг.1, а уплотнение порошка при этом происходит на матрицу.

В этом варианте устройство дополнено тем, что протяжка 3 имеет съемную коническую втулку 11, фиксируемую на протяжке винтом 12, и снабжено упорным кольцом 13 и крышкой 14, создающей подпор втулке 2.

После сборки узла прессования (матрица 1 с эластичной втулкой 2, порошок, шайбами 5, упорным кольцом 13 и крышкой 14) его устанавливают на протяжной станок, а протяжку 3 вводят в полость втулки 2, подсоединяя ее концевую часть к рабочему органу станка. Затем начинают ее протягивание. При прохождении конической части протяжки 3 внутри втулки 2 последняя деформируется в радиальном направлении и уплотняет порошок 4 на матрицу. Так как наружная поверхность втулки 2, контактирующая с порошком, выполнена из металлических сегментов, то вследствие отсутствия на данной границе эффектов перетекания материала втулки (что характерно для эластичного материала) пористое изделие получают с требуемой плотностью и равномерным ее распределением по длине. В данном случае происходит радиальное растяжение эластичной втулки 2 и ее высокая упругость обеспечивается наличием эластичных слоев и промежутков между металлическими сегментами, заполненных также эластичным материалом.

Скольжение рабочего инструмента (протяжки 3) в полости втулки 2 также происходит по металлической поверхности и возникающие здесь силы трения значительно ниже, чем при скольжении металла по эластичному материалу. Таким образом, высокая радиальная упругость эластичной втулки и незначительные силы трения на границе взаимодействия с протяжкой снижают общее усилие процесса, его энергосиловые затраты.

Пример. Прессование фильтрующего элемента (пористого трубчатого

изделия)  $\phi 40 \times 36$  мм и длиной 600 мм из порошка нержавеющей стали X18H9.

Порошок засыпали в зазор между протяжкой, имеющей  $\phi 36$  мм, и эластичной втулкой с размерами  $D_{нар} = 68$  мм,  $D_{вн} = 44$  мм и длиной 650 мм, выполненной из семи слоев (4 металлических слоя из стали 40X с HRC 38 - 40 толщиной 0,6 мм, набранных из шести сегментов, и 3 эластичных слоя из полиуретана марки СКУ-ПФЛ, имеющего высокую адгезию к металлу). Относительная плотность насыпки порошка 0,3.

Затем эластичную втулку с порошком, покрытую смазкой КПД, протягивали через коническую дюзу с углом профиля  $5^\circ$  и диаметром калибрующей части  $D_k = 65$  мм. В результате получали готовое изделие с относительной плотностью 0,6, равномерно распределенной по длине (это определяли методом гамма-просвечивания отдельных образцов, вырезанных из различных участков по длине пористой трубы). Трещин, отрыва и смещения пористых слоев в изделии не обнаружено.

Прессование порошка в данном устройстве осуществляли на горизонтально-протяжном станке типа 7Б56У. Усилия протягивания определяли с помощью тензодатчиков, наклеенных на свободную поверхность протяжки, и соответствующих приборов. Оно составляло 12,5 кН.

Аналогичный процесс прессования осуществляли на устройстве-прототипе.

Эластичная втулка с  $D_{нар} = 68$  мм и  $D_{вн} = 44$  мм была выполнена из полиуретана марки СКУ-ПФЛ и армирована металлическими прутками  $\phi 4$  мм из стали 40X. Степень армирования по объему составляла 12,0%. Для прессования также использовали порошок нержавеющей стали X18H9 с относительной плотностью насыпки 0,3.

После протягивания эластичной втулки через коническую дюзу с  $D_k = 65$  мм и углом профиля  $5^\circ$  готовое из-

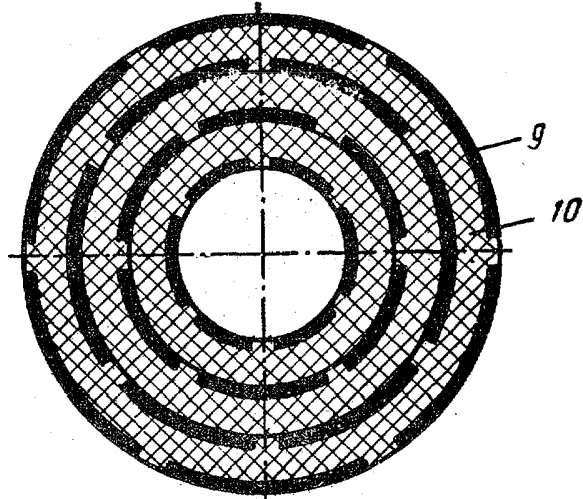
делие имело среднюю относительную плотность 0,6, однако перепад плотности по длине составлял от 0,45 у того конца, с которого начиналось прессование, и до 0,70-0,75 у того конца, где прессование заканчивалось. Это связано с тем, что при деформировании эластичной втулки происходит перетекание эластичного материала вдоль оси прессовки, в результате которого переносится также и порошок и накапливается на конце прессуемого изделия, отчего конечная плотность здесь значительно выше. Кроме того, на поверхности пористой трубы были обнаружены две кольцевые несквозные трещины, которые в конечном итоге явились причиной разрушения изделия при снятии его с протяжки.

Предложенное устройство может быть использовано для получения длиномерных тонкостенных пористых изделий трубчатой формы с равномерно распределенной плотностью по длине, а также для нанесения порошкового слоя на цилиндрические изделия из компактного металла и для получения многослойных пористых труб.

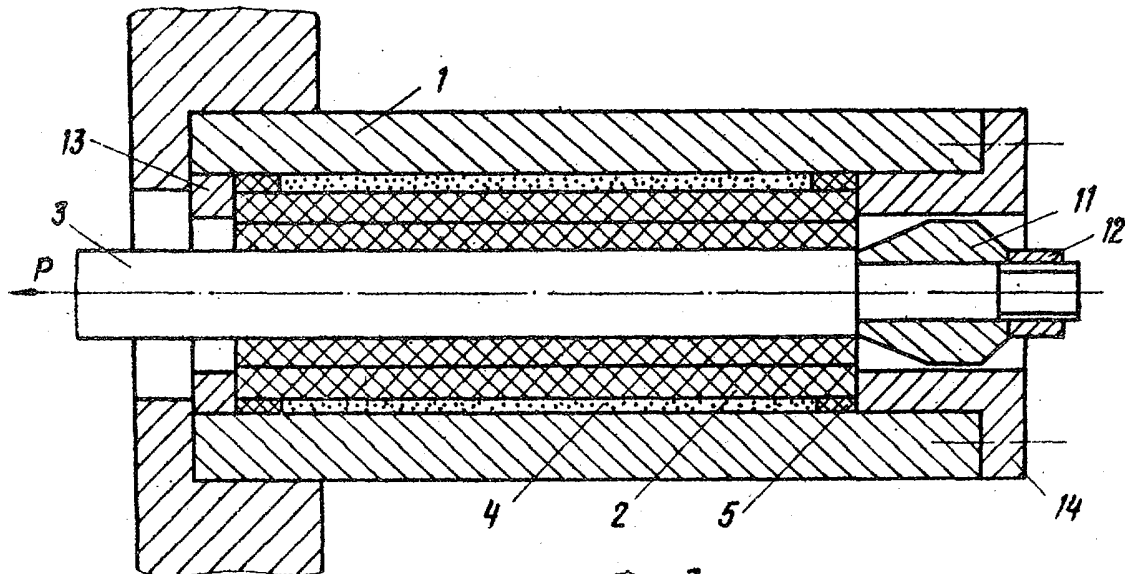
#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для прессования длиномерных изделий из порошков, содержащее матрицу, протяжку с упором, коническую формующую дюзу и эластичную втулку, отличающееся тем, что, с целью улучшения качества прессуемых изделий и снижения энергосиловых затрат, эластичная втулка выполнена в виде многослойного элемента с чередующимися коаксиальными эластичными и металлическими набранными из сегментов слоями, причем сегменты каждого последующего слоя размещены по отношению к предыдущему в шахматном порядке с образованием промежутков, заполненных материалом эластичного слоя, и внутренний и наружный слой втулки образован сегментами.

1395424



Фиг. 2



Фиг. 3

Редактор Н. Горват      Составитель Л. Гамаюнова      Корректор А. Обручар  
Техред М. Дидык

Заказ 2327/14      Тираж 740      Подписное

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

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4