

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **025949**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2017.02.28

(21) Номер заявки
201400588

(22) Дата подачи заявки
2014.05.28

(51) Int. Cl. **B21F 27/00** (2006.01)
B21F 45/00 (2006.01)
B21D 53/10 (2006.01)

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ УПРУГОПОРИСТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ФОРМЕ ВТУЛОК ИЗ МАТЕРИАЛА МЕТАЛЛОРЕЗИНА

(43) **2015.11.30**

(96) **2014000055 (RU) 2014.05.28**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "САМАРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ) (СГАУ) (RU)**

(56) RU-C2-2402400
SU-A1-1622065
SU-A1-592055
RU-C2-2287394
JP-A-63093440

(72) Изобретатель:
**Давыдов Данила Петрович, Лазуткин
Геннадий Васильевич, Бондарчук
Петр Владимирович, Ермаков
Александр Иванович, Волкова
Татьяна Викторовна (RU)**

(57) Изобретение относится к области машиностроения, в частности к производству упругопористых элементов из проволоочного материала металлорезина (МР). Из отрезков растянутых проволоочных спиралей формируют плоскую заготовку, со средней плотностью $\rho_3 = (2.0-2.8)\rho(d/d_1)^2$, ρ - плотность материала проволоки, d - диаметр проволоки, d_1 - наружный диаметр спирали, затем заготовку прессуют в направлении, перпендикулярном плоскости заготовки, до средней плотности $\rho_{п1} = (1.5-2.0)\rho(d/d_1)^{1.5}$, далее прессованную плоскую заготовку по меньшей мере в 3 слоя наматывают на цилиндр из эластомера с натяжением, обеспечивающим наружный диаметр получаемой компоновки равным диаметру D_H . Высоту цилиндра из эластомера выполняют больше ширины прессованной плоской заготовки, а диаметр цилиндра из эластомера выполняют меньше диаметра D_B . В пресс-форме плоскими сплошными пуансонами компоновку подвергают радиально-осевому прессованию и получают втулочную заготовку со средней плотностью, большей в 1.3-2.2 раза, чем плотность $\rho_{п1}$, внутренним диаметром D_B и толщиной стенки меньше $0.14D_H$. Завершающий переход осевого прессования втулочной заготовки выполняют кольцевыми пуансонами до величины средней плотности ρ_C более чем $\rho_{п1}$, но меньшей 0.8ρ .

B1**025949****025949****B1**

Изобретение относится к области машиностроения, в частности к производству упругопористых элементов из проволоочного материала металлорезина (МР), предназначенных для виброизоляции и демпфирования опасных колебаний механических систем, а также фильтрования жидких и газообразных текучих сред, в том числе при добыче их из буровых скважин.

Известен способ изготовления нетканого материала МР из металлической проволоки (а.с. № 183174, МПК В21F 21/00, опубл. 1966.01.01), заключающийся в том, что из спирали, изготовленной из нагартанной проволоки, растянутой до шага, равного диаметру спирали, намоткой с перекрещиванием спирали в соседних слоях формируется заготовка шаровидной или иной формы и прессуется в пресс-форме однонаправленным холодным прессованием.

Материал МР широко применяется при изготовлении различных фильтров, подшипников скольжения, демпфированных виброизоляторов, упругопористых элементов. Однако детали, полученные из материала МР однонаправленным прессованием, имеют существенный недостаток. Виброизоляторы и упругопористые элементы являются анизотропными и имеют различные упругие и фильтровальные свойства в различных направлениях. При этом упругие и фильтровальные свойства в направлении прессования могут отличаться от свойств в других направлениях более чем на порядок.

Известен проволоочный фильтр (патент РФ 2470695, МПК В01D 39/12, опубл. 27.12.2012), содержащий фильтрующую часть, выполненную в виде тела вращения и состоящую из проволоки, навитой в виде спиралей, уложенных рядами, смещёнными друг относительно друга в плоскости оси фильтра и в перпендикулярной ей плоскости, и подвергнутых прессованию с возможностью образования многослойной пористой структуры фильтрующей части. Фильтрующая часть выполнена в виде кольца с цилиндрической образующей. Проволоочный фильтр дополнительно снабжён соосными с фильтрующей частью обечайками, охватывающими каждый из обоих торцов фильтрующей части и выполненными в виде колец с цилиндрической образующей, параллельной цилиндрической образующей кольца фильтрующей части, и П-образным сечением в плоскости, проходящей вдоль оси вращения фильтрующей части, открытым со стороны торцов фильтрующей части с возможностью заглубления последних внутрь колец обечаек. Соединение обеих обечаек с заглублёнными в них торцами фильтрующей части по цилиндрическим поверхностям примыкания выполнено жёстким с образованием единой детали и герметизацией торцов фильтрующей части. Причём проволока взята цельнотянутой с постоянным диаметром поперечного сечения, или взяты отрезки проволоки, минимальная толщина B_1 кольца фильтрующей части по меньшей мере в 10 раз превышает величину диаметра d проволоки. Длина h цилиндрической образующей каждой обечайки выполнена равной $(0.8-1.0)$ толщины B стенки кольца обечайки в радиальном направлении, которая выполнена, по меньшей мере, равной толщине B_1 кольца фильтрующей части.

Толщина B стенки кольца обечайки выполнена равной $(0.01-0.2)$ его наружного диаметра D , а длина цилиндрической образующей H фильтра выполнена равной $(0.5-5.0)$ наружного диаметра D кольца обечайки. Диаметр d поперечного сечения проволоки выполнен $0.05-1$ мм, а диаметр d_1 спирали выполнен равным $1-50$ диаметрам d . Шаг навивки спиралей отрезков проволоки предпочтительно выполнен равным диаметру d поперечного сечения проволоки. Прессование выполнено в направлении оси фильтра с возможностью образования в пористой структуре фильтрующей части серповидных пор перекрещиванием проволоки в соседних рядах и пересечением осей спиралей при укладке рядов проволоки, а средний размер δ пор фильтрующей части в зависимости от диаметра d поперечного сечения проволоки опреде-

лён зависимостью
$$\delta = \frac{\Pi \cdot d}{1 - \Pi},$$
 в мм, где Π - заданная пористость фильтрующей части.

В какой-то мере этот патент относится к способам изготовления фильтроэлементов. Прессование в направлении оси фильтра приводит к тем же недостаткам однонаправленного прессования изделий, получаемых из материала МР, которые рассмотрены выше по а.с. № 183174.

Применение П-образных в сечении глухих колец для защиты торцов фильтрующей части от повреждений и образования герметичных стыков при фильтровании является эффективным средством при эксплуатации фильтров, но имеет ряд существенных недостатков. Уменьшается боковая поверхность фильтрующей части, что существенно ухудшает её фильтровальные и другие характеристики, связанные с поровым пространством. Кроме того, фиксация колец является ненадёжной, так как они удерживаются на торцах фильтрующей части лишь силами трения. Величины сил трения нестабильны и уменьшаются в процессе эксплуатации за счёт релаксации напряжений в материале фильтрующей части, что может привести в процессе регенерации фильтра к разделению обечаек с фильтрующей частью.

Известен также способ радиально-осевого прессования деталей из материалов с неупорядоченной структурой, в частности проволоочного материала МР (патент РФ 2402400, МПК В21F 45/00, опубл. 27.10.2010). Подобный способ в значительной мере устраняет указанные выше недостатки способов получения упругопористых элементов по а.с. № 183174.

Способ включает получение отрезков проволоки в виде растянутых спиралей, формирование из отрезков спиралей плоской заготовки, сворачивание её в рулон, размещение полученной свёрнутой заготовки в пресс-форме и прессование заготовки за несколько переходов. В пресс-форму с одной из сторон заготовки или с двух её сторон устанавливают элемент эластичной среды. Прессование заготовки производят путём её осевого сжатия вместе с элементами эластичной среды, преобразующими осевое сжатие в

радиальное давление на прессуемую заготовку. Таким образом, обеспечиваются необходимые упругие характеристики прессуемой детали как в осевом, так и в радиальном направлениях, а также возможность изготовления широкого ассортимента деталей сплошного и полого профиля.

Вышеуказанное техническое решение по совокупности существенных признаков и достигаемому техническому результату наиболее близко к предлагаемому решению.

К недостаткам способа радиально-осевого прессования детали из материала МР по патенту РФ 2402400 следует отнести отсутствие взаимосвязи технологических параметров в цепочке операций при прессовании заготовки за несколько переходов. Это делает невозможным достижение технического результата в получении новых технологических процессов, реализующих заявленный способ. Кроме того, сворачивание в рулон плоской заготовки до заданных размеров, обеспечивающих размещение рулона в пресс-форме и возможность установки элементов эластичной среды, весьма затруднительно из-за низкой плотности плоской заготовки, вызывающей нестабильность геометрических размеров рулона. Это приводит к появлению дополнительных переходов при прессовании заготовок. Например, изготовление кольца из материала МР (см. патент РФ 2402400, пример) требует трёх переходов прессования заготовки, тремя разными эластичными элементами. Эти переходы приводят к появлению большого суммарного разброса геометрических характеристик из-за накапливающейся по переходам нерегулярности структуры материала МР и, как следствие, к снижению надежности упругопористых элементов. Последнее связано с особенностями механики деформирования эластомеров в поровом пространстве материала МР. Перечисленные факторы приводят к существенному разбросу механических характеристик и надежности готовых изделий из материала МР после их калибровки с применением эластичных элементов. Попытки уменьшения такого разброса, связаны с поиском рациональных форм эластичной среды, что требует проведение большого объема экспериментальных работ, финансовых и временных затрат.

Задача изобретения состоит в создании способа изготовления тонкостенных упругопористых элементов в форме втулок из материала МР с выбором наиболее рациональных долей радиального и осевого прессования заготовок, а также их геометрических размеров для каждого перехода прессования с целью получения высокой надежности при заданных упругопористых характеристиках готовых изделий.

Технический результат, достигаемый при использовании настоящего изобретения, заключается в получении нового технологического процесса, реализующего предложенный способ на базе обобщения взаимосвязи основных технологических параметров производства упругопористых элементов. Этот технологический процесс позволяет поставить на промышленную основу изготовление из материала МР широкого ассортимента тонкостенных втулочных упругопористых элементов, которые обладают высокой надежностью и применяются для целей виброзащиты, фильтрации жидких и газообразных сред и др.

Для достижения вышеуказанного технического результата в способе изготовления тонкостенных упругопористых элементов в форме втулок из материала МР, включающем получение отрезков проволоки диаметром d поперечного сечения и плотности ρ материала в виде спиралей с шагом, равным диаметру спиралей d_1 , формирование из отрезков спиралей плоской заготовки, сворачивание её в рулон, размещение рулона в пресс-форме, установку внутри рулона цилиндра из эластомера, прессование рулона в несколько переходов путём осевого сжатия вместе с цилиндром из эластомера, преобразующим осевое сжатие в радиальное давление на прессуемый рулон, согласно изобретению плоскую заготовку выпол-

няют со средней плотностью ρ_3 , где

$$\rho_3 = (2.0 - 2.8) \rho \left(\frac{d}{d_1} \right)^2, \text{ прессуют в направлении, перпендикулярном}$$

плоскости заготовки до достижения величины средней плотности ρ_{Π} , где

$$\rho_{\Pi} = (1.5 - 2.0) \rho \left(\frac{d}{d_1} \right)^{1.5},$$

плоскую заготовку выбирают длиной в 7-15 раз больше, чем полусумма наружного D_H и внутреннего D_B диаметров готовой втулки, шириной больше, чем высота H_C готовой втулки, но меньше величины $H_C \frac{\rho_C}{\rho_{\Pi}}$, где ρ_C - средняя плотность материала МР готовой втулки, прессованную плоскую заготовку по меньшей мере в 3 слоя наматывают на цилиндр из эластомера с натяжением, обеспечивающим наружный диаметр получаемой компоновки равным диаметру D_H , причём высоту цилиндра из эластомера выбирают больше ширины прессованной плоской заготовки, а диаметр цилиндра из эластомера выбирают меньше диаметра D_B , компоновку помещают в пресс-форму, для формирования втулочной заготовки со средней плотностью большей, чем плотность прессованной плоской заготовки в 1.3-2.2 раза, внутренним диаметром D_B и толщиной стенки меньше $0.14D_H$, завершающий переход прессования втулочной заготовки выполняют до величины средней плотности ρ_C , большей, чем ρ_{Π} , но меньшей 0.8ρ .

Сущность предлагаемого технического решения в варианном исполнении поясняется графически.

На фиг. 1 показана плоская заготовка, размещённая между двумя эластичными листами.

На фиг. 2 показана плоская заготовка при прессовании между цилиндрическими валками с эластичным покрытием.

На фиг. 3 показана прессованная плоская заготовка, намотанная на цилиндр из эластомера с натя-

жением.

На фиг. 4 показана пресс-форма при радиально-осевом прессовании.

На фиг. 5 показана пресс-форма на завершающем переходе прессования втулочной заготовки.

На фиг. 6 показана пресс-форма на завершающем переходе прессования втулочной заготовки совместно с перфорированными кольцевыми обечайками с П-образным меридиональным сечением.

На фиг. 7 показан готовый упругопористый элемент в форме втулки.

На фиг. 8 показан готовый упругопористый элемент в форме втулки с запрессованными на концах перфорированными кольцевыми обечайками с П-образным меридиональным сечением.

Исходным материалом для изготовления тонкостенных упругопористых элементов из материала МР, описываемым способом, являются отрезки металлической проволоочной спирали с шагом, равным диаметру спирали, из которых формируется плоская прямоугольная заготовка.

Величина средней плотности ρ_3 плоской заготовки выбирается в зависимости от наружного диаметра d_1 спирали, диаметра d поперечного сечения проволоки и плотности ρ материала проволоки, которые связаны следующим соотношением:

$$\rho_3 = (2.0 - 2.8) \rho \left(\frac{d}{d_1} \right)^2$$

После этого плоская заготовка прессуется в направлении, перпендикулярном плоскости заготовки, до величины средней плотности

$$\rho_n = (1.5 - 2.0) \rho \left(\frac{d}{d_1} \right)^{1.5}$$

Указанное прессование обеспечивает более регулярную структуру материала МР в радиальном направлении. Причём приведённые выше соотношения для плотностей позволяют создавать рациональные технологические процессы производства упругопористых элементов в форме втулок.

В процессе прессования для равномерного распределения давления на плоскую заготовку 1 (см. фиг. 1), она размещается по всей длине между двумя листами 2 из эластичного материала (полиуретан, резина и т.п.). В другом варианте (см. фиг. 2) - плоская заготовка 1 по всей длине прессуется прокатыванием между цилиндрическими вальками 3 с эластичным покрытием (полиуретан, резина и т.п.).

Длина плоской заготовки выполняется в 7-15 раз больше, чем полусумма наружного D_H и внутреннего D_B диаметров готовой втулки, а ширина - больше, чем высота H_C готовой втулки, но меньше величины

$H_C \frac{\rho_C}{\rho_n}$, где ρ_C - средняя плотность материала МР готовой втулки.

После прессования плоская заготовка 4 (см. фиг. 3) наматывается по меньшей мере в 3 слоя на цилиндр из эластомера 5 с натяжением, благодаря которому обеспечивается наружный диаметр получаемой компоновки равным диаметру D_H .

Высота цилиндра из эластомера выполняется больше ширины прессованной плоской заготовки, а диаметр цилиндра из эластомера выполняется меньше диаметра D_B .

Компоновка, состоящая из намотанной прессованной плоской заготовки 4 (см. фиг. 4) на цилиндр из эластомера 5, помещается в гильзу пресс-формы 6 между цилиндрическими пуансонами 7 с плоскими сплошными торцами.

На следующем переходе выполняется радиально-осевое прессование, при этом получается втулочная заготовка со средней плотностью в 1.3-2.2 раза больше, чем плотность прессованной плоской заготовки и внутренним диаметром D_B .

После прессования из гильзы пресс-формы 6 удаляются пуансоны 7 и цилиндр из эластомера 5. Через полученное отверстие втулочной заготовки 8 (см. фиг. 5) пропускается металлический стержень 9 с наружным диаметром D_H . Затем устанавливаются пуансоны 10 с кольцевыми рабочими поверхностями, и производится окончательное осевое прессование втулочной заготовки 8 до величины средней плотности ρ_C , большей, чем ρ_n , но меньшей 0.8 ρ .

При этом обеспечивается калибровка поверхностей втулки.

Согласно второму варианту способа изготовления на металлический стержень 9 (см. фиг. 6) с двух сторон дополнительно устанавливают кольцевые обечайки 11 с П-образным меридиональным сечением и перфорированными боковыми поверхностями до касания с втулочной заготовкой 8, а затем пуансоны 10 до касания с обечайками 11. После чего в гильзе 6 пресс-формы производится окончательное осевое прессование втулочной заготовки 8 до величины средней плотности ρ_C , большей, чем ρ_n , но меньшей 0.8 ρ , обеспечивающей калибровку поверхностей втулки, а также запрессовку торцов втулочной заготовки внутрь кольцевых обечаек 11.

Характерная конструкция тонкостенного упругопористого элемента в форме втулки из материала МР в соответствии с первым вариантом способа изготовления представлена на фиг. 7.

Характерная конструкция тонкостенного упругопористого элемента в форме втулки из материала МР, снабжённого кольцевыми обечайками с П-образным меридиональным сечением и перфорированными боковыми поверхностями, согласно предлагаемому способу изготовления представлена на фиг. 8.

Следует отметить, что на втором этапе прессования материалом МР втулочной заготовки полностью заполняется внутреннее пространство П-образных в меридиональном сечении кольцевых обечаек 11, в том числе и отверстия перфорации. Благодаря этому осуществляется надёжная фиксация обечаек на концах упругопористого элемента и обеспечивается увеличение активной фильтровальной поверхности с уменьшением застойных зон.

Пример. В лабораторных условиях были изготовлены тонкостенные упругопористые элементы в форме втулок из материала МР из стальной нержавеющей проволоки диаметром $d = 0.2$ мм, марки Х-12Х18Н10Т ГОСТ 18143-72 (плотность материала проволоки $\rho = 7.8$ г/см³). Размеры готовой втулки: наружный диаметр $D_H = 95$ мм, внутренний диаметр $D_B = 85$ мм, высота $H_C = 70$ мм. Масса изделия 300 г, средняя плотность материала МР $\rho_C = 3.03$ г/см³.

Сначала получили отрезки проволоки в виде растянутых спиралей с наружным диаметром $d_1 = 1.2$ мм и шагом витков 1.2 мм. Из полученных отрезков сформировали плоскую прямоугольную заготовку с размерами 200×1000 мм. При этом средняя плотность ρ_3 плоской заготовки выбиралась из расчетного диапазона значений и принималась равной 0.46 г/см³.

Затем плоскую заготовку прессовали с помощью валков в направлении перпендикулярном плоскости заготовки до достижения средней плотности $\rho_{П} = 0.88$ г/см³, которая также выбиралась из вышеуказанного расчетного диапазона значений.

Прессованную плоскую заготовку в 4 слоя наматывали на цилиндр из полиуретана диаметром 80 мм и высотой 210 мм. Натяжением заготовки обеспечивали наружный диаметр компоновки $D_H = 95$ мм.

На следующем переходе компоновку помещали в гильзу пресс-формы между цилиндрическими пуансонами с плоскими сплошными торцами и, прикладывая к ним осевое усилие 16 т, выполняли радиально-осевое прессование. При этом средняя плотность втулочной заготовки составляла 1.3 г/см³, а её внутренний диаметр $D_B = 85$ мм.

Через полученное отверстие во втулочной заготовке пропускали металлический стержень с наружным диаметром $D_B = 85$ мм и устанавливали пуансоны с кольцевыми рабочими поверхностями. При изготовлении упругопористых элементов с обечайками последние надевали на стержень перед монтажом пуансонов. Окончательное осевое прессование втулочной заготовки выполняли до высоты готовой втулки $H_C = 70$ мм, прикладывая усилие прессования 25 т. При этом обеспечивали среднюю плотность материала МР готовой втулки $\rho_C = 3.03$ г/см³.

Получен новый способ изготовления тонкостенных упругопористых элементов в форме втулок из материала МР, обладающих высокой надёжностью при заданных упругопористых характеристиках. Последнее обеспечивается выбором наиболее рациональных соотношений геометрических параметров, а также долей прессования для плоской заготовки, радиально-осевого прессования для втулочной заготовки и осевого прессования для готовой втулки. Приведённая взаимосвязь технологических параметров по переходам позволяет построить рациональный технологический процесс, реализующий предложенный способ. При этом повышается производительность и упрощается изготовление широкого ассортимента тонкостенных втулочных упругопористых элементов из материала МР, которые обладают высокой надёжностью и применяются для целей виброзащиты, фильтрования жидких и газообразных сред и др.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ изготовления тонкостенных упругопористых элементов в форме втулок из металло-резины, включающий получение отрезков проволоки с диаметром d поперечного сечения и плотности ρ материала в виде спиралей с шагом, равным диаметру спиралей d_1 , формирование из отрезков спиралей плоской заготовки, сворачивание её в рулон, размещение рулона в пресс-форме, установку внутри рулона цилиндра из эластомера, прессование рулона в несколько переходов путём осевого сжатия вместе с цилиндром из эластомера, преобразующим осевое сжатие в радиальное давление на прессуемый рулон, отличающийся тем, что плоскую заготовку выполняют со средней плотностью ρ_3 , где

$\rho_3 = (2.0 - 2.8) \rho \left(\frac{d}{d_1} \right)^3$, прессуют в направлении, перпендикулярном плоскости заготовки, до достижения

величины средней плотности $\rho_{П}$, где $\rho_{П} = (1.5 - 2.0) \rho \left(\frac{d}{d_1} \right)^{1.5}$, причём плоскую заготовку выбирают длиной в 7-15 раз больше, чем полусумма наружного D_H и внутреннего D_B диаметров готовой втулки, шириной

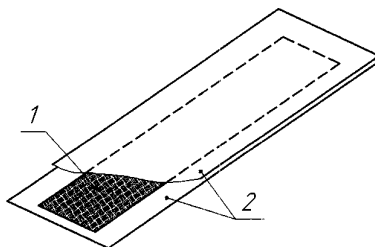
больше, чем высота H_C готовой втулки, но меньше величины $\frac{H_C \rho_C}{\rho_{П}}$, где ρ_C - средняя плотность металло-резины готовой втулки, прессованную плоскую заготовку по меньшей мере в 3 слоя наматывают на цилиндр из эластомера с натяжением, обеспечивающим наружный диаметр получаемой компоновки равным диаметру D_H , причём высоту цилиндра из эластомера выбирают больше ширины прессованной плоской заготовки, а диаметр цилиндра из эластомера выбирают меньше диаметра D_B , компоновку помещают в пресс-форму, для формирования втулочной заготовки со средней плотностью, большей, чем плотность прессованной плоской заготовки в 1.3-2.2 раза, внутренним диаметром D_B и толщиной стенки

меньше $0.14D_H$, завершающий переход прессования втулочной заготовки выполняют до величины средней плотности ρ_C , большей, чем ρ_{II} , но меньшей 0.8ρ .

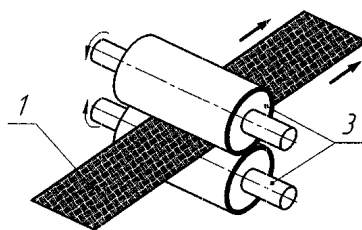
2. Способ изготовления по п.1, отличающийся тем, что втулочную заготовку с обоих торцов дополнительно снабжают перфорированными кольцевыми обечайками с П-образным меридиональным сечением и завершающий переход прессования втулочной заготовки производят в металлической пресс-форме без эластомеров одновременно с заглабливанием торцов втулочной заготовки внутрь перфорированных кольцевых обечаек с П-образным меридиональным сечением.

3. Способ изготовления по п.1, отличающийся тем, что при прессовании плоской заготовки её размещают плоскими поверхностями между эластичными листами.

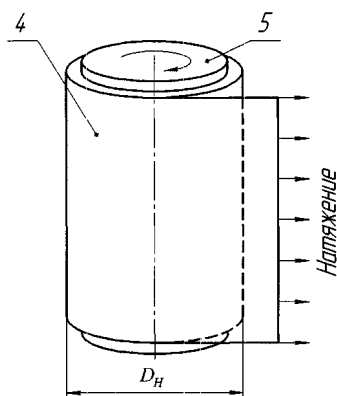
4. Способ изготовления по п.1, отличающийся тем, что плоскую заготовку прессуют прокатыванием между цилиндрическими валками с эластичным покрытием.



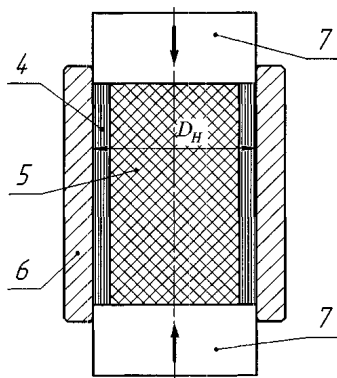
Фиг. 1



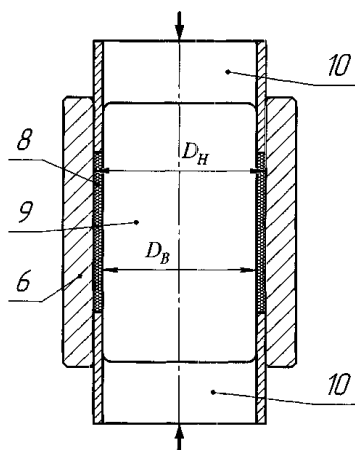
Фиг. 2



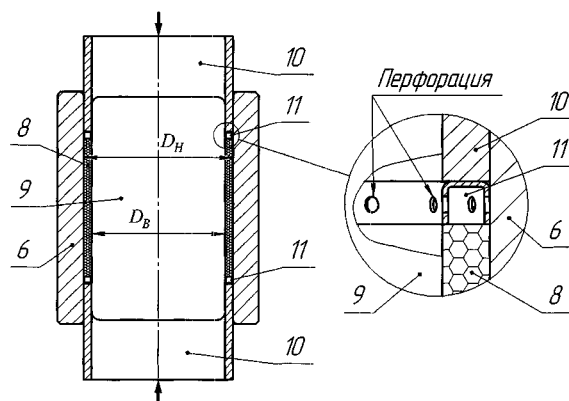
Фиг. 3



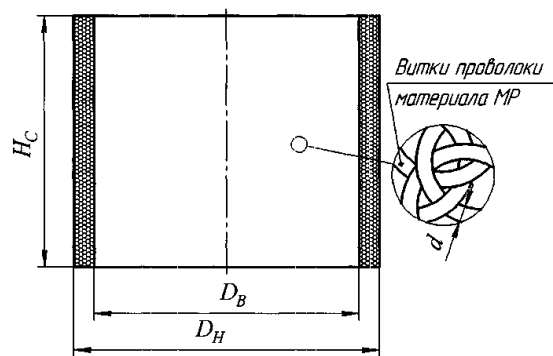
Фиг. 4



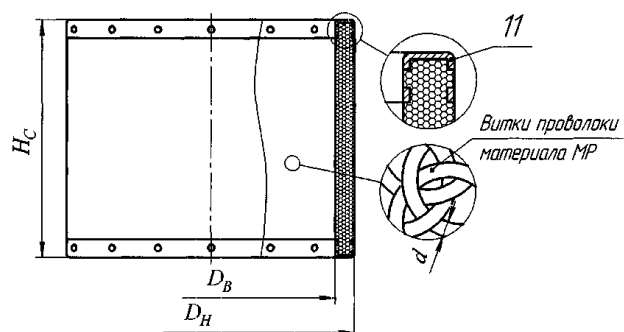
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

