



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

2

(21) 4710014/02

(22) 15.05.89

(46) 23.08.91. Бюл. № 31

(71) Белорусский политехнический институт

(72) Л.С.Богинский, Л.Е.Реут, В.П.Каташинский, Л.Р.Вишняков и И.Н.Коханая

(53) 621.762.4.043 (088.8)

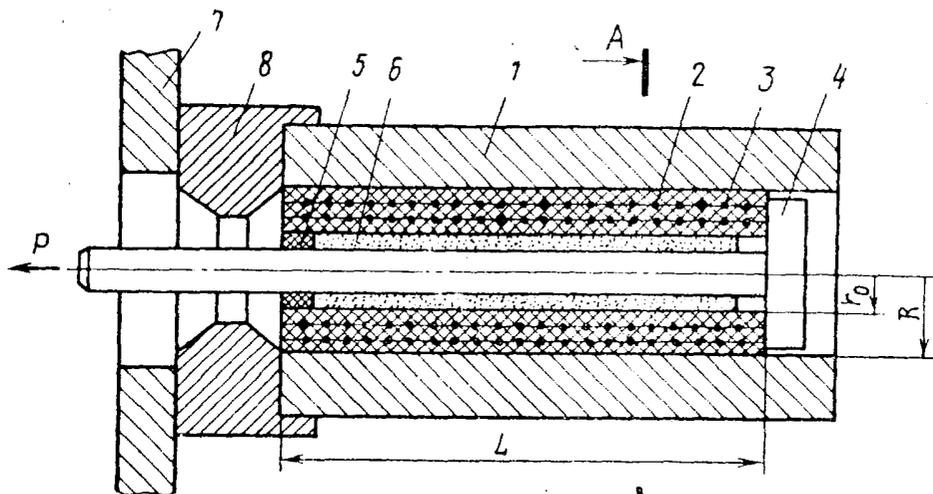
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 452498, кл. В 22 F 3/02, 1973.

Авторское свидетельство СССР
№ 859031, кл. В 22 F 3/02, 1979.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ
ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОРОШКА

(57) Изобретение относится к порошковой металлургии, в частности к устройствам для прессования изделий из порошка. Цель — снижение силовых затрат и повышение качества спрессованных изделий. Цилиндрическую оправку 4 устанавливают в полости эластичной втулки 2, армированной сеткой 3, и центрируют ее с помощью эластичных шайб 5. Кольцевой зазор 6 заполняют порошком, а затем всю систему размещают в полости матрицы 1, предварительно установленной в полости формующей дюзы 8.

Оправку 4 соединяют с силовым органом протяжного станка, а затем втулку 2 протягивают через дюзу 8, в результате чего происходит уплотнение порошка на оправке и формирование пористого трубчатого изделия. Армирующая сетка, размещенная в теле эластичной втулки по спирали в поперечном сечении и выполненная из тонкой металлической проволоки, обеспечивает работу втулки в режиме передачи радиального давления и предохраняет эластичный материал втулки от осевого перетекания, в связи с чем исключаются сдвиговые деформации порошка, обеспечивается возможность повышения плотности изделий и равномерность ее распределения по длине изделия. Применение предлагаемого устройства позволяет в 1,5-2,0 раза повысить плотность изделий и в 2-5 раз снизить силовые затраты при их изготовлении. 2 з.п. ф-лы, 3 ил., 2 табл.



Фиг. 1

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

Целью изобретения является снижение силовых затрат и повышение качества спрессованных изделий.

На фиг. 1 показана схема устройства для прессования изделий из порошка, продольное сечение; на фиг. 2 – сечение А-А на фиг. 1; на фиг. 3 – схема распределения волокон в сетке.

Устройство для прессования изделий из порошка (фиг. 1) состоит из матрицы 1, в полости которой установлена эластичная втулка 2, армированная тонкой металлической сеткой 3. В полости втулки 2 размещена цилиндрическая оправка 4, сцентрированная там эластичными шайбами 5 и размещенная с кольцевым зазором 6, заполненным порошком. На планшайбе протяжного станка 7 установлена формирующая дюза 8, центрирующая матрицу 1 и имеющая диаметр калибрующей части, меньший наружного диаметра 2. Армирующая сетка 3 размещена в теле втулки по спирали в поперечном сечении (фиг. 2), где количество витков определяется геометрическими размерами втулки, а также требуемой плотностью и качеством прессуемого изделия.

Устройство работает следующим образом.

Цилиндрическую оправку 4 устанавливают в полости эластичной втулки 2, армированной тонкой металлической сеткой 3, и центрируют ее с помощью одной из эластичных шайб 5. Затем образованный кольцевой зазор 6 заполняют порошком, устанавливают вторую центрирующую шайбу 5 и всю систему с эластичной втулкой, оправкой и порошком размещают в полости матрицы 1, предварительно установленной в полости формирующей дюзы 8 и укрепленной в планшайбе 7 протяжного станка. После соединения концевой части оправки 4 с силовым органом указанного станка начинают процесс протягивания эластичной втулки 2 через формирующую дюзу 8, в результате которого происходит уплотнение порошка на оправку и формование пористого трубчатого изделия. После полного прохождения втулки 2 через дюзу 8 (ее длина определяется требуемой длиной пористого изделия) станок отключают, устройство разбирают, и готовое изделие снимают с оправки.

При протягивании эластичной втулки через формирующую дюзу происходит ее последовательное радиальное сжатие в очаге деформации и передача давления на прессуемый порошок. Армирующая сетка, раз-

мещенная в теле эластичной втулки по спирали в поперечном сечении и выполненная из тонкой металлической проволоки, обеспечивает работу втулки в режиме передачи только радиального давления. Продольные и поперечные элементы сетки устраняют возможность осевого перетекания эластичного материала втулки, вызванного его несжимаемостью и возникающими на границе контакта с дюзой силами трения, способного приводить к сдвиговым деформациям порошка, к получению изделия низкого качества и низкой плотности, неравномерно распределенной по длине. Увеличивая осевую жесткость втулки, армирующая сетка не оказывает влияния при этом на радиальную ее деформируемость (эластичность). Это связано с тем, что армирующая сетка выполнена из тонкой высокоупругой металлической проволоки, поэтому продольные элементы сетки в очаге деформации легко поддаются упругому изгибу, не оказывая сопротивления продвижению втулки через формирующую дюзу и не создавая дополнительного радиального давления со стороны втулки на ее поверхность, что снижает силы контактного трения. Поперечные элементы сетки вследствие своего спиралеобразного расположения в поперечном сечении также не влияют на радиальную деформируемость втулки, так как контур их незамкнут и они под действием радиальной деформации способны легко сжиматься и разжиматься, сохраняя тем самым высокую эластичность втулки в радиальном направлении.

Необходимая осевая жесткость и высокая радиальная деформируемость втулки обеспечивают, в свою очередь, получение изделия более высокой плотности, равномерное ее распределение по длине изделия, а также значительное снижение силовых затрат.

Следует отметить, что армирование втулки сеткой, т.е. продольными и поперечными элементами арматуры, обеспечивает лучшие условия ее работы по сравнению с армированием только осевыми армирующими элементами. Это объясняется тем, что поперечное армирование в значительной степени (быть может даже больше, чем продольное, но только совместно с ним) способствует устранению эффектов осевого перетекания эластичного материала втулки, вызывающего сдвиг порошка и неравномерное распределение плотности прессовки. При продольном армировании и при значительных осевых и радиальных деформациях втулки возникает опасность отрыва эластичного материала от армирующих прутков. При армировании сеткой такая опасность

исключена, что обеспечивается наличием поперечных армирующих элементов, удерживающих прилегающие объемы эластичного материала, не дающих отрываться им от арматуры и перетекать в осевом направлении.

В качестве эластичного материала упругих элементов могут быть использованы эластомеры типа резин и резиноподобных материалов на основе натуральных и синтетических каучуков, а также полиуретановые эластомеры, обладающие высокой эластичностью, т.е. способностью деформирования в область больших ($\epsilon \geq 400\%$) упругих деформаций при относительно небольших возникающих напряжениях (модуль упругости таких материалов составляет всего 3...30 МПа).

В качестве армирующего материала, т.е. материала продольных и поперечных элементов, образующих сетку, выбирается высокоупругая сталь 60С2А, 50ХГФА, 65Г, 55С2А и др. (класс пружинно-рессорных сталей), обладающая следующими прочностными характеристиками, определяющими ее высокие упругие свойства: $\sigma_{\text{в}} = 1300...1900$ МПа, $\sigma_{\text{T}} = 1000...1600$ МПа, $\delta = 6...10\%$, $\psi = 20...35\%$, $a_n = 1.7...2.2$ кгс м/см².

Технология изготовления упругих элементов в виде втулок из эластичного материала – полиуретана СКУ-ПФЛ, армированного сеткой из продольных и поперечных элементов из проволоки – сталь 65Г – следующая.

Первоначальной операцией является изготовление из тонкой проволоки (подбирается высокоупругая сталь) диаметром $d = 0.3...0.5$ мм путем простого переплетения продольных и поперечных элементов с шагом P , соответствующим $P = (3.4...6.0)d$, армирующей конструкции в виде сетки. В некоторых случаях представляется возможным использование известных сеток, имеющих необходимые параметры d и P . Затем в специально изготовленной форме, состоящей из цилиндрической оправки (стержня) и основания с торцовым спиралеобразным пазом, выполненным с расстоянием a между витками спирали, соответствующим $a = (0.8...1.2)P$ и шириной, соответствующей диаметру проволоки d продольных и поперечных элементов сетки, производится спиралеобразная установка (размещение) армирующей сетки. Далее вся конструкция размещается в цилиндрической матрице, которая неподвижно фиксируется крепежным соединением на основании формы. По-

сле этого все стыковочные швы конструкции покрываются смазкой "Герметик".

Общее содержание армирования в объеме втулки определяется выражением

$$C_{\text{общ}} = \frac{\pi d^2 (R + r_0 + a)}{2aP(R + r_0)} 100\%.$$

где R , r_0 – наружный и внутренний радиусы втулки соответственно.

Соотношение между диаметром проволоки сетки и шагом сетки должно быть выдержано согласно выражению

$$P = (3.4...6.0)d.$$

где d – диаметр проволоки, мм;

P – шаг сетки (межосевое расстояние между двумя соседними продольными или двумя соседними поперечными элементами сетки), мм.

При $P < 3.4d$ армирующая сетка придаст эластичной втулке значительную жесткость, так как по упругим свойствам сетка подобна сплошному металлическому листу толщиной, равной величине диаметра проволоки сетки. При последовательном радиальном деформировании такой втулки коническим инструментом возникают значительные силовые затраты и изделие получают с низкой плотностью и прочностью. При $P > 6.0d$ создаются объемы эластичного материала, не связанные металлической арматурой, в результате чего возрастает вероятность перетекания эластомера, перераспределения его объема в теле втулки, что приводит к снижению качества прессуемого изделия, неравномерному распределению плотности по длине.

Также необходимо соблюдение соотношения $a = (0.8...1.2)P$, где a – межосевое расстояние между двумя соседними витками спирали в поперечном сечении втулки. Это соотношение определяет приблизительную соизмеримость расстояний между продольными и поперечными элементами сетки в объеме втулки в трехмерной системе – в осевом, радиальном и тангенциальном направлениях. В результате этого обеспечивается равномерность армирования втулки, что положительно влияет на качество прессуемого изделия. При $a < 0.8P$ армированная эластичная втулка представляет собой достаточно жесткую систему, на деформирование которой потребуются значительные силовые затраты и не обеспечена передача необходимого давления на порошок и требуемое его уплотнение. При $a > 1.2P$ наблюдаются эффекты перетекания эластичного материала в пространстве между витками спирали. Это также приводит к невозможности передачи необходимого дав-

ления на порошок, а также может вызывать в прессуемом изделии сдвиговые деформации порошка, неравномерное его уплотнение или образование поперечных трещин.

Изготовление упругих элементов в виде втулок из эластичного материала, армированного сеткой, производится путем горячей заливки жидкого полиуретана при 100...110°C в нагретую до 9...100°C форму до полного затвердевания эластомера (примерно 30...60 мин на воздухе). Для лучшего сцепления полиуретана с армирующей сеткой последнюю предварительно обезжиривают ацетоном, а оправку и внутреннюю поверхность матрицы покрывают смазочным материалом (смазка КПД) для облегчения извлечения готового изделия из формы.

После затвердевания полиуретана матрицу и оправку снимают, а основание со спиралеобразным пазом и вставленными в него концами продольных элементов сетки отрезают на токарном станке. После этого готовое изделие (упругий элемент в виде втулки) подвергают 4-часовой вулканизации в печи при 80°C для полного протекания химических процессов и снятия внутренних термических напряжений.

Полученные упругие элементы имеют следующие геометрические размеры: $D_{нар} = 70$ мм, $D_{вн} = 44$ мм, длина 340 мм. Их используют в устройстве для радиально-последовательного прессования трубчатых изделий из порошков. В частности для исследования выбран порошок никеля ПНК-2 с исходной относительной плотностью 0,29...0,31. Конечные размеры прессуемого изделия: $D_{нар} = 40$ мм, $D_{вн} = 34$ мм, длина 300 мм.

Различные варианты армирования эластичного материала сеткой и результаты прессования изделий с помощью полученных упругих элементов представлены в табл. 1.

Для сравнения результатов прессования с использованием описанных упругих элементов из эластичного материала, армированного сеткой, осуществляют также прессование на том же устройстве с применением упругих элементов в виде втулок из известного композиционного материала аналогичного состава. Результаты прессования представлены в табл. 2.

Из табл. 1 и 2 следует, что армирование эластичного материала сеткой, состоящей из продольных и поперечных элементов, выполненных из тонкой проволоки, и при расположении сетки по спирали в поперечном сечении упругого элемента обеспечивается высокая равномерность распределения армирующего элемента в его объеме. Указан-

ная равномерность обеспечивается соблюдением соотношения между шагом сетки P и расстоянием a между соседними витками спирали в поперечном сечении, т.е. $a = (0,8...1,2)P$, а также тем, что для армирования используют сетку (или изготавливают) с одинаковым шагом в продольном и поперечном направлениях, в результате чего создается приблизительная соизмеримость расстояний между элементами армирующей сетки в осевом, радиальном и тангенциальном направлениях в объеме упругого элемента. Полученный таким образом композиционный материал является равномерно упрочненным и наиболее изотропным, чем в случае армирования в продольном направлении. В свою очередь, равномерность армирования, а также соблюдение соотношения между шагом сетки и диаметром проволоки ее продольных и поперечных элементов, т.е. $P = (3,4...6,0)d$, снижает или даже полностью устраняет возможность перетекания (перераспределение) эластичного материала. В результате этого при радиально-последовательном деформировании такого упругого элемента (при протягивании через конический инструмент) на границе взаимодействия с порошком не возникают деформации эластичного материала, приводящие к сдвигу порошка или осевому смещению пористых слоев. В результате этого изделие получают равномерно уплотненное по длине. Кроме того, эластичный материал, армированный продольными и поперечными элементами из тонкой проволоки, обладает большей радиальной эластичностью по сравнению с вариантом армирования прутками, сохраняя при этом необходимую осевую жесткость, которая создается продольными элементами сетки. Высокая радиальная деформируемость упругого элемента обеспечивается тем, что армирующая сетка выполнена из тонкой проволоки, изготовленной из высокоупругой стали, поэтому продольные ее элементы при протягивании упругого элемента через конический инструмент способны выдерживать значительные упругие изгибающие деформации без разрушения и не оказывают большего сопротивления его продвижению. Поперечные элементы сетки, расположенные по спирали в сечении упругого элемента, также не оказывают существенного влияния на величину его радиальной деформации вследствие незамкнутости их контура. Это позволяет, задавая инструментом различные степени радиальной деформации упругого элемента, уплотнять порошок до необходимой плотности, в том числе получать высокоплотные изделия,

чего нельзя достичь при других видах армирования, так как любое увеличение деформации с целью получения большего уплотнения порошка приводит или к необратимой деформации упругого элемента, или к значительному возрастанию эффектов выдавливания (перетекания) эластичного материала из очага деформации. Результатом этого является получение изделий низкого качества с неравномерно распределенной плотностью по длине.

Результатом увеличения радиальной деформируемости упругого элемента в предлагаемом устройстве является не только повышение качества прессуемого изделия за счет увеличения плотности (в 1,5...2,0 раза) и равномерного ее распределения по длине, но и снижение силовых затрат (в 2...5 раз по сравнению с известным устройством), так как армирование продольными и поперечными элементами из тонкой проволоки, образующими сетку, позволяет снизить сопротивление упругого элемента деформированию в радиальном направлении и соответственно уменьшить возникающие силы трения.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Устройство для прессования изделий из порошка, содержащее матрицу, протяж-

ку с уступом, коническую формирующую дюзу и эластичную армированную втулку, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что, с целью снижения силовых затрат и повышения качества спрессованных изделий, армирующий элемент выполнен в виде сетки, расположенной по спирали, причем сетка выполнена из металлической проволоки с диаметром, в 3,4-6 раз меньшим шага сетки, а расстояние между витками спирали составляет 0,8-1,2 шага сетки.

2. Устройство по п.1, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что проволока выполнена из высокоупругой стали.

3. Устройство по п.1, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что объемное содержание металлической проволоки в эластичной втулке определяется выражением

$$C_{\text{общ}} = \frac{\pi d^2 (R + r_0 + a)}{2aP(R + r_0)} \cdot 100\%$$

где d – диаметр проволоки;

P – шаг сетки;

a – расстояние между витками спирали;

R – наружный радиус втулки;

r_0 – внутренний радиус втулки.

Т а б л и ц а 1

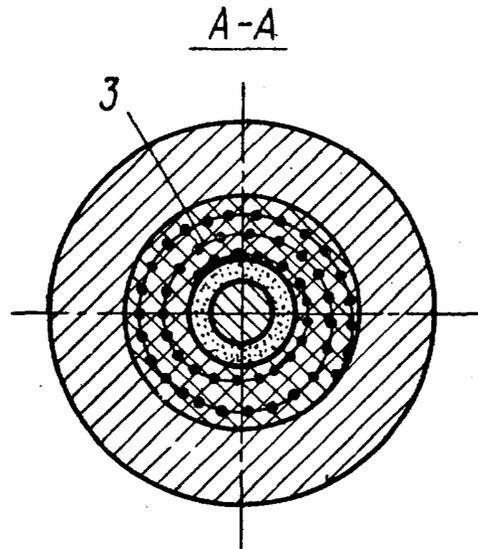
Опыт	Диаметр волокна, мм	Шаг сетки, мм	Расстоя- ние меж- ду вит- ками спирали, мм	Число витков спира- ли, шт	Общее содер- жание арми- рования, %	Конечная отно- сительная плотность спрессованно- го изделия	Усилие прессо- вания, кН	Качественный анализ прессуемого изделия
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,25	2,0	1,8	7	2,8	-	2,5...2,8	Изделие не прессуют, так как эластичная штулка теряет форму; продольные элементы сетки претерпевают пластический изгиб
2	0,3	0,5	0,5	25	57,1	0,45...0,48	12,2...14,3	Изделия по пп.2,3,4 и 9 получают со значительными силовыми затратами вслед- ствие высокой жесткости штулки, которая вызвана выбором армирующей сетки с малым шагом Р для данного диаметра проволоки ($P < 3,4 d$), или плотной укладкой сетки по спирали ($a < 0,8 P$). Здесь силовые затраты в 3-4 раза выше, чем в остальных случаях. Высокая жесткость штулки не обеспечивает передачу необ- ходимого давления на порошок и требуемое его уплотнение, поэтому изделия получают здесь малоуплотнительными
3	0,3	0,5	1,0	13	28,8	0,48...0,50	10,6...12,2	
4	0,3	1,0	0,6	22	23,8	0,50...0,52	7,5...7,8	
5	0,3	1,0	0,9	14	15,9	0,55...0,58	4,0...4,2	
6	0,3	1,0	1,0	13	14,4	0,63...0,65	3,0...3,3	
7	0,3	1,0	1,2	10	12,0	0,65...0,68	2,9...3,3	
8	0,3	1,0	2,0	6	7,3	0,48...0,50	2,2...2,5	
9	0,3	1,8	1,0	13	8,0	0,48...0,52	7,3...7,5	
10	0,3	1,8	1,5	8	5,4	0,60...0,62	4,0...4,4	
11	0,3	1,8	1,8	7	4,5	0,66...0,68	4,2...4,4	
12	0,3	1,8	2,2	6	3,7	0,66...0,70	3,8...4,0	
13	0,3	1,8	3,0	4	2,8	0,58...0,60	3,6...3,8	
14	0,3	2,5	2,5	5	2,4	0,46...0,48	2,6...2,8	
15	0,4	1,0	1,0	13	25,5	0,48...0,52	7,6...8,0	
16	0,4	1,4	0,5	24	36,1	0,48...0,50	10,2...10,6	
17	0,4	1,4	1,2	10	15,2	0,58...0,60	3,8...4,4	
18	0,4	1,4	1,4	9	13,1	0,63...0,65	3,2...3,5	
19	0,4	1,4	1,6	8	11,5	0,68...0,70	2,8...3,2	
20	0,4	1,4	2,5	5	7,5	0,60...0,62	3,0...3,2	
21	0,4	1,65	0,8	16	19,3	0,50...0,55	6,8...7,2	
22	0,4	1,65	1,4	9	11,1	0,66...0,68	2,8...3,2	
23	0,4	1,65	1,65	7	9,5	0,58...0,62	2,6...3,0	
24	0,4	1,65	2,2	6	7,2	0,50...0,52	2,3...2,5	
25	0,4	3,0	3,0	4	2,9	0,46...0,48	1,8...2,0	
26	0,5	1,5	1,5	8	17,9	0,48...0,50	8,9...11,3	Изделия по пп.15, 16 и 21 полу- чают малоуплотненные и непроч- ными вследствие высокого содер- жания армирования и значительной жесткости упругого элемента (штулки). Силовые затраты здесь в 2-3 раза превышают затраты остальных случаев. Аналогично, как и в предыдущих вариантах, высокая жесткость упругого эле- мента вызвана или выбором малого шага сетки Р, для данного диамет- ра проволоки d (п.15), или плот- ной укладкой ее по спирали(пп.16,20). В случае пп.20, 24 и 25 вследствие наблюдаемых эффектов перетекания эластичного материала ($P > 6 d$ п.25 и $a > 1,2 P$ - пп.20 и 24) наблюдается неравномерное (до 3- 4%) распределение плотности по длине.
27	0,5	2,1	0,8	16	23,7	0,52...0,54	7,4...7,6	
28	0,5	2,1	1,7	7	11,3	0,65...0,68	4,6...4,8	
29	0,5	2,1	2,0	6	9,7	0,50...0,52	3,0...3,2	
30	0,5	2,1	3,0	4	6,5	-	1,6...2,0	
31	0,5	2,5	1,5	8	10,7	0,58...0,60	6,2...6,8	
								Силовые затраты незначительны. Изделия по пп.17-19, 22, 23 полу- чают равноуплотненные по объему, достаточно плотные и прочные при относительно низких силовых за- тратах
								В случае пп.27 и 31 вследствие близкой укладки витков спирали повышается жесткость упругого элемента, силовые затраты в 3- 4,5 раз выше, чем в остальных случаях. Однако изделия здесь получают равномерно уплотненные по длине, без дефектов.

Продолжение табл. 1

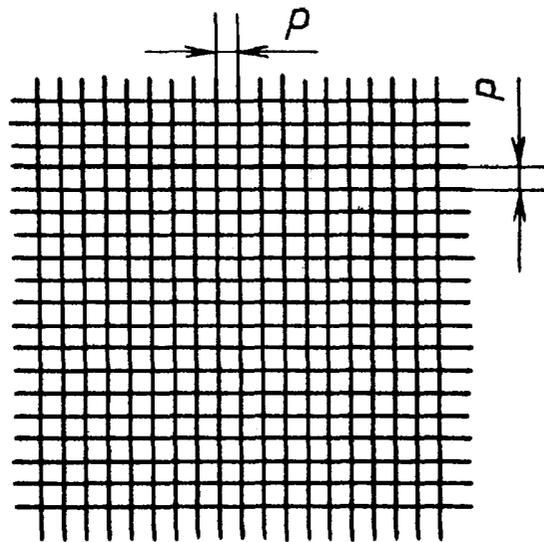
1	2	3	4	5	6	7	8	9
32	0,5	2,5	2,0	6	8,1	0,60...0,62	2,8...3,0	<p>В случае пп.30, 35 силовые затраты незначительны, но спрессовать изделие не удалось из-за значительных эффектов перетекания эластичного материала и невозможности передачи давления на поронок</p> <p>В случае п.34 по той же причине ($\alpha > 1,2P$) получают малоуплотненные изделия с градиентом плотности 5-7%.</p> <p>Изделия по пп.28, 29,32,33 имеют достаточную плотность, равномерно распределенную по длине. Силовые затраты незначительны</p>
33	0,5	2,5	3,0	4	5,5	0,64...0,68	2,5...2,9	
34	0,5	2,5	4,0	3	4,2	0,48...0,52	2,2...2,6	
35	0,5	4,0	4,0	3	2,6	-	1,8...2,0	
36	2,0	7,0	6,0	2	16,5	0,43...0,48	18,5...20,0	<p>Изделия по пп.26, 36 получают малоуплотненные со значительными силовыми затратами из-за высокой жесткости упругого элемента. Здесь (п.36) выбрана проволока с $d > 0,5$ мм и низкий шаг (п.26) сетки $P \leq 3,4 d$ для данного диаметра проволоки</p>

Таблица 2

Вид армирования	Усилие процесса, кН	Конечная относительная плотность изделия	Качественный анализ прессуемого изделия
Пруток металлический из стали 40X диаметром 4 мм. Общее содержание армирования 6% (12 прут.)	16,8-18,8	0,48-0,52	Наблюдается перетекание эластичного материала между прутками. В результате чего изделия получают с градиентом плотности по длине 8-10%. На поверхности наблюдаются отдельные трещины
То же, но общее содержание армирования 18% (36 прут.)	19,3-22,8	0,45-0,48	Возросло усилие процесса, однако плотность изделия снизилась. Несколько уменьшился градиент плотности по длине до 2-5%. Трещин не наблюдается



Фиг. 2



Фиг.3

Редактор Н.Рогович Составитель И.Киянский Корректор М.Максимишинец
Техред М.Моргентал

Заказ 2789 Тираж 495 Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101