



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ  
ВЕДОМСТВО СССР  
(ГОСПАТЕНТ СССР)

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

2

(21) 4789405/07

(22) 08.02.90

(46) 23.06.93. Бюл. № 23

(71) Белорусский политехнический институт

(72) А.В. Степаненко, В.И. Пилипенко, В.И. Любимов, В.А. Варавин и В.А. Хлебцевич

(56) Патент Швейцарии № 641290, кл. H 01 F 7/22, 1984.

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ КАТУШЕК

(57) Использование: технология изготовления электропроводящих катушек из порошковых материалов, в частности из

сверхпроводников. Сущность изобретения: корпус катушки собирают из двух втулок, выполненных соответственно из мягкого и твердого материалов, которые монтируют коаксиально. Желоб выполняют на поверхности сопряжения втулки из твердого материала. В качестве материала токопроводящей жилы используют порошковую шихту. Затем катушку помещают в матрицу и осуществляют ее раздачу в радиальном направлении до образования механического сцепления между выступами желоба и поверхностью сопрягаемой втулки. 3 ил.

Изобретение относится к области производства устройств для получения магнитных полей и может быть использовано при изготовлении электропроводящих катушек из порошковых материалов и, в частности, из сверхпроводников.

Цель изобретения состоит в упрощении технологии изготовления катушки за счет совмещения операций формовки токоведущей жилы и ее размещения на катушке. Цель изобретения состоит так же в повышении качества путем исключения разуплотнения и растрескивания токоведущей жилы.

На фиг. 1 представлена схема осуществления способа (слева от оси симметрии — начальная стадия, справа от оси симметрии — промежуточная стадия процесса); на фиг. 2, 3 — соответственно продольный разрез и вид готовой катушки.

Способ осуществляют следующим образом.

Две втулки из твердого "Т" и мягкого "М" материалов собирают коаксиально, причем на поверхности сопряжения "П" втулки из твердого материала "Т" предварительно выполняют желоб "Ж" по винтовой линии (фиг. 1). При сборке втулок между их сопрягаемыми поверхностями "П" размещают порошковую шихту "Ш" (фиг. 1). Подготовленную таким образом составную заготовку катушки 1 помещают в матрицу 2 и дорном 3 осуществляют ее раздачу в радиальном (перпендикулярно оси катушки X-X) направлении (фиг. 1,4). После завершения процесса раздачи готовое изделие извлекают из матрицы 2.

В процессе раздачи происходит пластическое увеличение диаметра внутренней втулки. При этом, выступы желоба "Ж", выполненного на поверхности сопряжения втулки "Т" из твердого материала, раздвигают порошковую шихту "Ш", передавливают

ее и внедряются в стенку втулки из мягкого материала "М" (фиг. 1). При вдавливании выступов желоба "Ж" втулки "Т" в стенку втулки "М" происходит следующее. Во-первых, уменьшается величина зазора "h" между дном желоба "Ж" и стенкой втулки "М", что приводит к уплотнению порошковой шихты "Ш" и к формированию из нее токоведущей жилы "Жл" (фиг. 1). Токоведущая жила "Жл" будет расположена по винтовой линии в соответствии с расположением желоба "Ж" (фиг. 2,3). Витки токоведущей жилы "Жл" будут отделены один от другого выступами желоба "Ж" и защищены от атмосферного воздействия стенками втулок "Т" и "М" (фиг. 2,3).

Во-вторых, выступы желоба "Ж" втулки "Т" из твердого материала, вдавливаясь в стенки втулки "М" из мягкого материала образуют прочное механическое соединение втулок "Т" и "М" (фиг. 2,3).

Совмещение операций уплотнения порошковой шихты с ее формированием в витки катушки позволяет с одной стороны, упростить технологию, отказавшись от предварительного изготовления токоведущей жилы, с другой стороны, избежать разуплотнения и растрескивания токоведущей жилы при ее укладке на катушку и тем самым повысить качество последней. При осуществлении способа желоб может выполняться либо на наружной поверхности внутренней втулки, либо на внутренней поверхности наружной втулки. Т.е. втулка из твердого материала может быть расположена снаружи, а втулка из мягкого материала изнутри и наоборот.

Пример осуществления способа. Предлагаемый способ опробован в лабораторных условиях при изготовлении цилиндрических электропроводящих катушек. Наружный диаметр катушки составлял 30 мм, внутренний – 22 мм, высота – 35 мм. Шаг расположения токоведущей жилы – 3 мм, сечение токоведущей жилы  $1,5 \text{ мм}^2$ . Корпус катушки выполняли составным из двух коаксиально расположенных втулок, на наружной поверхности внутренней втулки выполняли желоб V-образного профиля по винтовой линии с шагом 2 мм и глубиной 2 мм. Наружный диаметр наружной втулки составил 30 мм, внутренний диаметр внутренней втулки – 16 мм. Наружную втулку изготавливали из отожженной меди ( $\sigma_T = 210 \text{ МПа}$ ), внутреннюю – из никеля ( $\sigma_T = 400 \text{ МПа}$ ), в качестве материала токоведущей жилы использовали порошковую шихту из оксидной керамики соединения  $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$ .

Пакет из коаксиально расположенных втулок и размещенной между ними порош-

ковой шихтой помещали в цилиндрическую матрицу диаметром 30 мм и подвергали радиальной раздаче за три перехода без промежуточных отжигов дорнами с диаметрами 18,20 и 22 мм. Готовое изделие извлекали из матрицы и подвергали нагреву до  $900^\circ\text{C}$  с выдержкой в течение 4 ч.  $910^\circ\text{C}$  в течение 9 ч и  $940^\circ\text{C}$  в течение 4 ч.

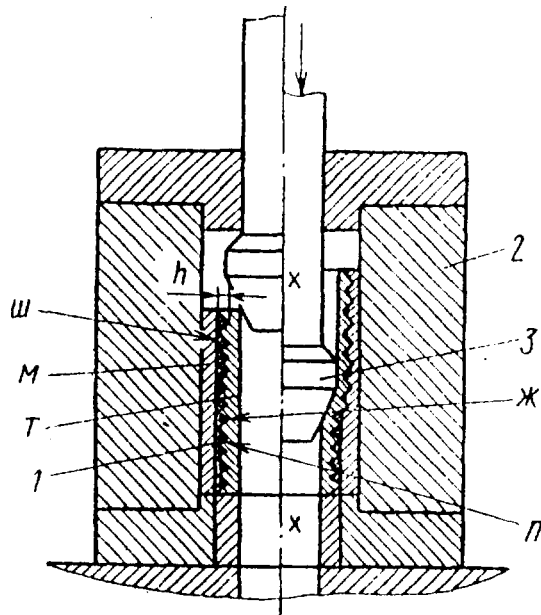
Готовое изделие обладало прочным соединением слоев. При охлаждении полученной катушки до температуры жидкого азота и подключении к источнику постоянного тока Б5-21 она создавала магнитное поле с максимальной напряженностью  $\sim 2,5 \text{ мТ}$ .

Электропроводящие катушки таких же геометрических размеров получали по способу принятому за прототип. Токопроводящую жилу с поперечным сечением  $1,5 \text{ мм}^2$  получали волочением за 12 переходов с 3-мя промежуточными отжигами трубчатой заготовки из меди с исходными размерами 6 мм x 4 мм с засыпанной внутри порошковой шихтой соединения  $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$ . Полученную композитную проволоку укладывали в желобе, выполненном на боковой поверхности втулки из никеля. Полученную катушку подвергали такой же термообработке как и в предыдущих экспериментах. Готовая катушка после охлаждения до температуры жидкого азота и подключения к источнику постоянного тока Б5-21 создавала магнитное поле с максимальной напряженностью  $\sim 0,5 \text{ мТ}$ .

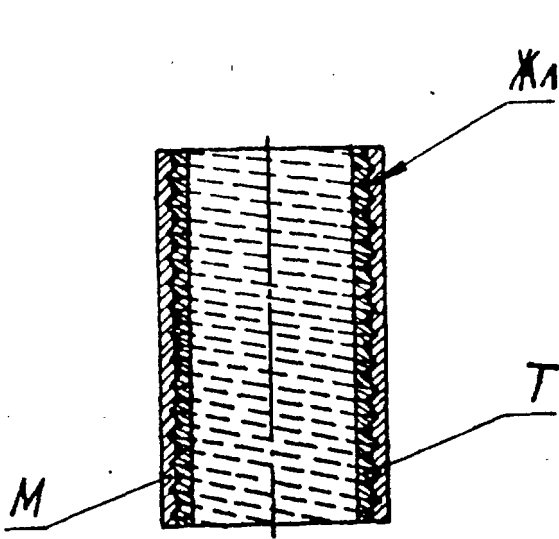
Таким образом, заявляемый способ позволяет существенно упростить технологию путем исключения нескольких технологических переходов и операций, а также повысить качество изделий за счет улучшения их функциональных свойств, прочности и долговечности.

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

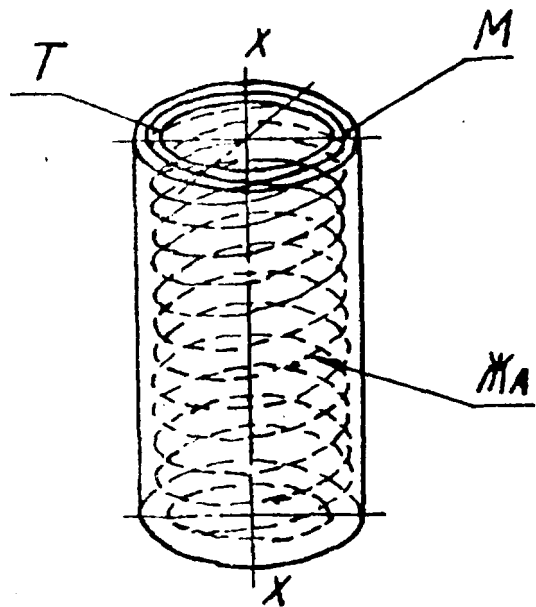
Способ изготовления цилиндрических электропроводящих катушек, включающий коаксиальную сборку корпуса из втулок, на одной из поверхностей сопряжения которых в винтовом желобе размещают проводник, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения качества катушек путем исключения разуплотнения и распрессования токоведущей жилы и упрощения технологии путем совмещения операций формовки и размещения токоведущей жилы, после сборки корпуса осуществляют его радиальную раздачу до пластической деформации выступами винтового желоба одной из втулок противоположающей стенки другой втулки, при этом в качестве проводника используют порошковую шихту.



Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3

Редактор Т.Иванова

Составитель А.Степаненко  
Техред М. Моргентал

Корректор М.Самборская

Заказ 2180

Тираж

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