

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035917**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.08.31

(51) Int. Cl. **H05B 3/22 (2006.01)**
F24H 3/04 (2006.01)

(21) Номер заявки
201400896

(22) Дата подачи заявки
2014.08.01

(54) ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ НАГРЕВАТЕЛЬ (ВАРИАНТЫ)

(43) **2016.02.29**

(74) Представитель:
Бабайлова Т.В. (RU)

(96) **2014000087 (RU) 2014.08.01**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:

**ВАЙГАНДТ ГЕННАДИЙ
ЯКОВЛЕВИЧ (RU)**

(56) RU-C2-2202747
RU-C2-2252369
RU-C1-2006187
WO-A1-2005091680
JP-A-2013160492

(57) Электрический нагреватель (варианты) относится к области резистивного нагрева и предназначен для нагревания газообразной или жидкой среды. Первый вариант (1) выполнен в виде спирали (2) трубчатой формы, состоящей из витков резистивной проволоки (3), и содержит по меньшей мере два слоя (4, 5) витков (3а, 3б) резистивной проволоки, при этом резистивная проволока снабжена собственной диэлектрической оболочкой (8), выполненной из нитей на основе минеральных волокон, спираль (2) выполнена с возможностью сохранения трубчатой формы при температуре накала спирали без использования опор, указанные слои (4, 5) витков (3а, 3б) нанесены вплотную друг на друга, а в каждом слое спирали (2) витки расположены вплотную друг к другу, при этом витки спирали спечены в одно целое друг с другом и с диэлектрической оболочкой (8) связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов. Второй вариант (1) выполнен в виде трубки (10) из диэлектрического материала, в стенке (11) которой расположена спираль (2), состоящая из витков резистивной проволоки (3) и содержащая по меньшей мере два слоя (4, 5) витков (3а, 3б) резистивной проволоки, при этом резистивная проволока (3) снабжена собственной диэлектрической оболочкой (8), выполненной из нитей на основе минеральных волокон, трубка (10) выполнена из спеченного в одно целое со спиралью (2) и с диэлектрической оболочкой (8) связующего на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов. Третий вариант (1) содержит внешнюю гильзу (12) и внутреннюю гильзу (13), вставленную во внешнюю гильзу, а также расположенный между указанными гильзами электрический нагревательный элемент, выполненный в виде спирали (2), состоящей из витков резистивной проволоки (3), нанесенной на внутреннюю гильзу и содержащей по меньшей мере два слоя (4, 5) витков резистивной проволоки (3а, 3б), причем резистивная проволока (3) снабжена собственной диэлектрической оболочкой (8), выполненной из нитей на основе минеральных волокон, слои спирали (2) нанесены вплотную друг на друга, а в каждом слое (4, 5) спирали витки (3а, 3б) расположены вплотную друг к другу и спечены в одно целое друг с другом и с диэлектрической оболочкой (8) связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов. Технический результат заключается в повышении эффективности и скорости нагрева окружающей жидкой или газообразной среды, в уменьшении габаритных размеров, в повышении надежности электрического нагревателя. Достижение технического результата в каждом из трех вариантов изобретения обусловлено, в частности, тем, что спираль, состоящая из витков резистивной проволоки, содержит не один, а несколько слоев витков с диэлектрической оболочкой на основе минеральных волокон, которые спечены в одно целое друг с другом и с диэлектрической оболочкой связующим. Выполнение спирали с количеством слоев витков более одного увеличивает концентрацию источников тепла, позволяет сократить длину нагревателя при сохранении общей длины резистивной проволоки и шага навивки спирали.

035917 B1

035917 B1

Предлагаемый электрический нагреватель относится к области резистивного нагрева и предназначен для нагревания газообразной или жидкой среды в промышленности, в сельском хозяйстве, в быту и в иных применениях.

Известны электрические нагреватели в виде спирали трубчатой формы, состоящей из витков резистивной проволоки. Такая спираль используется, например, в трубчатом электронагревателе по патенту СССР на изобретение SU 1787316 (МПК: H05B 3/42; опубл. 1993.01.07), содержащем также две гильзы различного диаметра, на меньшую из которых установлена спираль, и поверх нее надета гильза большего диаметра. Спираль выполнена из витков резистивной проволоки, расположенных в один слой. Недостатком нагревателя по патенту SU 1787316 является низкая скорость нагрева окружающей среды вследствие низкой пространственной концентрации витков резистивной проволоки. Спирали трубчатой формы используются в качестве детали, например, в некоторых моделях бытовых приборов, предназначенных для создания потока нагретого воздуха, электрофенов. Конструкция такого устройства обеспечивает передачу тепла окружающей среде как наружу от спирали трубчатой формы, так и внутрь, т.е. в объем, охватываемый спиралью. Такая спираль трубчатой формы выполнена однослойной из витков резистивной проволоки, не имеющей диэлектрической оболочки. Спираль может не иметь опорного каркаса либо может быть снабжена опорным каркасом простейшей конструкции. Например, на фиг. 1 и 2 к патенту FR 2515914 (МПК: H05B 3/24; опубл. 1983.05.16) изображен электрический нагреватель в виде спирали трубчатой формы, который вследствие простоты его конструкции выбран ближайшим аналогом первого варианта предлагаемого электрического нагревателя. Недостатками, ограничивающими реализацию назначения указанного ближайшего аналога первого варианта предлагаемого электрического нагревателя, являются отсутствие у проволоки собственной диэлектрической оболочки, отсутствие возможности сохранения трубчатой формы при повышении температуры без использования опор, а также низкая скорость нагрева окружающей среды вследствие низкой пространственной концентрации источников тепловыделения - витков резистивной проволоки, расположенных в один слой и с зазорами между витками. Условно говоря, в наружном направлении передается тепло только от наружной половины единственного слоя витков, и внутрь объема, охватываемого спиралью, также передается тепло только от другой, внутренней половины единственного слоя витков.

Задача, на решение которой направлен каждый из трех вариантов предлагаемого изобретения, заключается в повышении эффективности электрического нагревателя, в увеличении скорости нагрева окружающей жидкой или газообразной среды, в уменьшении его габаритных размеров и в повышении его надежности.

Решение указанной задачи в каждом из трех вариантов предлагаемого электрического нагревателя обусловлено, в частности, тем, что его спираль, состоящая из витков резистивной проволоки, содержит не один, а несколько слоев витков. В предпочтительных исполнениях каждого из трех вариантов слои витков спирали нанесены вплотную друг на друга, а в каждом слое спирали витки расположены вплотную друг к другу. Вплотную означает настолько близко, насколько позволяет собственная оболочка резистивной проволоки.

Указанная задача в первом варианте изобретения решается тем, что электрический нагреватель в виде спирали трубчатой формы, состоящей из витков резистивной проволоки, содержит по меньшей мере два слоя витков резистивной проволоки, при этом резистивная проволока снабжена собственной диэлектрической оболочкой, выполненной из нитей на основе минеральных волокон, спираль выполнена с возможностью сохранения трубчатой формы при температуре накала спирали без использования опор, указанные слои витков нанесены вплотную друг на друга, а в каждом слое спирали витки расположены вплотную друг к другу, при этом витки спирали спечены в одно целое друг с другом и с диэлектрической оболочкой связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов.

Общие с ближайшим аналогом существенные признаки первого варианта изобретения выражаются в том, что электрический нагреватель выполнен в виде спирали трубчатой формы, состоящей из витков резистивной проволоки.

Первый вариант изобретения во всех случаях исполнения отличается от ближайшего аналога тем, что содержит по меньшей мере два слоя витков резистивной проволоки, при этом резистивная проволока снабжена собственной диэлектрической оболочкой, выполненной из нитей на основе минеральных волокон, спираль выполнена с возможностью сохранения трубчатой формы при температуре накала спирали без использования опор, указанные слои витков нанесены вплотную друг на друга, а в каждом слое спирали витки расположены вплотную друг к другу, при этом витки спирали спечены в одно целое друг с другом и с диэлектрической оболочкой связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов.

Наличие спирали, состоящей из витков резистивной проволоки, обеспечивает реализацию назначения предлагаемого устройства - нагрев жидкой или газообразной среды. Трубчатая форма предлагаемого нагревателя обеспечивает ему относительно высокую жесткость (например, по сравнению со спиралью дисковой формы). Выполнение спирали с количеством слоев витков более одного увеличивает концентрацию источников тепла, позволяет сократить длину нагревателя (измеренную

вдоль оси спирали) при сохранении общей длины резистивной проволоки и шага навивки спирали. В результате, условно говоря, в наружном направлении передается тепло от всего наружного слоя витков, а внутрь объема, охватываемого спиралью, передается тепло от всего внутреннего слоя витков, таким образом повышается эффективность нагрева (скорость нагрева) окружающей среды. Средние слои витков (при наличии) поддерживают и стабилизируют потоки тепла от крайних слоев витков в окружающую среду. Собственная диэлектрическая оболочка резистивной проволоки предотвращает случайные короткие замыкания между слоями витков спирали, т.е. обеспечивает высокую надежность электрического нагревателя.

Спираль первого варианта предлагаемого электрического нагревателя может иметь форму трубы круглого сечения или трубы, имеющей в сечении многоугольник или овал и т. д.

Нанесение слоев витков резистивной проволоки вплотную друг на друга, в совокупности с расположением витков в каждом слое спирали вплотную друг к другу, обеспечивает максимальную плотность тепловыделения на единицу длины нагревателя (измеренную вдоль оси спирали), что обеспечивает максимальную эффективность нагревателя при одной общей длине резистивной проволоки и одном внешнем диаметре нагревателя. Для удержания слоев витков и витков каждого слоя вплотную друг к другу нагреватель может дополнительно содержать каркас или, например, стяжки из диэлектрических нитей. Резистивная проволока снабжена собственной диэлектрической оболочкой из вышеуказанных нитей, предпочтительно, чтобы оболочка была скреплена с проволокой в одно целое спеченным связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов. Таким образом, спеченная оболочка обладает большей теплопроводностью, чем не спеченная оболочка из нитей.

В частном случае первого варианта изобретения указанная задача дополнительно решается тем, что собственная диэлектрическая оболочка резистивной проволоки выполнена из нитей на основе минеральных волокон кремнезема, или базальта, или стекла, или кварца, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных минеральных волокон.

Выполнение оболочки резистивной проволоки из нитей на основе минеральных волокон кремнезема, или базальта, или стекла, или кварца, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных минеральных волокон обеспечивает сохранность диэлектрической оболочки при высоких температурах, так как указанные виды волокон относятся к жаростойким видам. В результате выбором минерального волокна обеспечивается надежность нагревателя при наиболее высоких температурах, допустимых для того типа резистивной проволоки, который используется в спирали нагревателя в конкретном исполнении.

Первый вариант предлагаемого электрического нагревателя не только предназначен для использования как самостоятельное устройство, но также может быть использован в качестве нагревательного элемента в составе другого, более сложного нагревательного устройства.

Вышеупомянутый трубчатый электронагреватель по патенту СССР на изобретение SU 1787316 является также аналогом второго варианта предлагаемого изобретения. Этот нагреватель-аналог выполнен в виде трубки из диэлектрического материала, образованной двумя гильзами различного диаметра, при этом в стенке указанной трубки (т.е. в пространстве между гильзами) расположена спираль, состоящая из витков резистивной проволоки, расположенных в один слой. Недостатком нагревателя по патенту SU 1787316 является низкая скорость нагрева окружающей среды вследствие низкой пространственной концентрации витков резистивной проволоки. В материалах патента РФ на изобретение RU 2171550 (МПК: H05B 3/40; опубл. 2001.07.27) раскрыто устройство для нагрева текучей среды, выбранное ближайшим аналогом второго варианта предлагаемого изобретения. Устройство выполнено в виде трубки из диэлектрического материала, в стенке которой расположена спираль, состоящая из витков резистивной проволоки. Согласно формуле изобретения RU 2171550 "нагревательный элемент выполнен в виде винтовой спиральной обмотки, размещенной в канавках, образованных в наружной поверхности полого стержня из полимерного материала, и герметично инкапсулированной посредством покрытия из высокотемпературного полимерного материала". Конструкция этого устройства обеспечивает нагрев окружающей среды как через внутреннюю поверхность трубки из диэлектрического материала (т.е. через указанный полый стержень), так и через наружную поверхность трубки из диэлектрического материала (т.е. через указанное покрытие из высокотемпературного полимерного материала). Это устройство может содержать две спирали, однако витки обеих спиралей составляют один слой спиральной обмотки. Расположение всех витков в одном слое не обеспечивает достаточной концентрации источников тепловыделения на единицу длины устройства, не обеспечивает стабильного режима нагрева текучей среды в случае колебаний скорости потока. Кроме того, материалы полого стержня и высокотемпературного полимерного покрытия не позволяют использовать весь диапазон температур, в котором может эксплуатироваться резистивная проволока спирали. Более интенсивные режимы нагрева окружающей среды требуют применения более жаростойких материалов, чем полимерные (органические) материалы.

Указанная выше задача решается во втором варианте предлагаемого изобретения тем, что электрический нагреватель выполнен в виде трубки из диэлектрического материала, в стенке которой расположена спираль, состоящая из витков резистивной проволоки и содержащая по меньшей мере два слоя витков резистивной проволоки, при этом резистивная проволока снабжена собственной диэлектрической

оболочкой, выполненной из нитей на основе минеральных волокон, трубка выполнена из спеченного в одно целое со спиралью и с диэлектрической оболочкой связующего на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов.

Общие с ближайшим аналогом существенные признаки второго варианта изобретения выражаются в том, что электрический нагреватель выполнен в виде трубки из диэлектрического материала, в стенке которой расположена спираль, состоящая из витков резистивной проволоки.

Второй вариант изобретения во всех случаях исполнения отличается от ближайшего аналога тем, что спираль содержит по меньшей мере два слоя витков резистивной проволоки, при этом резистивная проволока снабжена собственной диэлектрической оболочкой, выполненной из нитей на основе минеральных волокон, трубка выполнена из спеченного в одно целое со спиралью и с диэлектрической оболочкой связующего на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов.

Выполнение электрического нагревателя в виде трубки обеспечивает ему относительно высокую механическую прочность (например, по сравнению пластиной).

Наличие спирали, состоящей из витков резистивной проволоки, обеспечивает реализацию назначения предлагаемого устройства - нагрев жидкой или газообразной среды. Выполнение электрического нагревателя из диэлектрического материала предотвращает короткие замыкания между витками спирали, в случае если витки спирали расположены с зазором по отношению друг к другу. Расположение спирали в стенке диэлектрической трубки предохраняет спираль от случайного повреждения и деформации, в результате повышается надежность электрического нагревателя. Выполнение спирали с количеством слоев витков более одного увеличивает концентрацию источников тепла, позволяет сократить длину нагревателя (измеренную вдоль оси спирали) при сохранении общей длины резистивной проволоки и шага навивки спирали. В результате, условно говоря, в наружном направлении передается тепло от всего наружного слоя витков, а внутрь объема, охватываемого спиралью, передается тепло от всего внутреннего слоя витков, таким образом повышается эффективность нагрева (скорость нагрева) окружающей среды. Средние слои витков (при наличии) поддерживают и стабилизируют потоки тепла от крайних слоев витков в окружающую среду.

Трубка из диэлектрического материала, а также спираль второго варианта предлагаемого электрического нагревателя могут иметь форму трубы круглого сечения или трубы, имеющей в сечении многоугольник или овал и т. д.

Выполнение трубки из спеченного связующего на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов обеспечивает сохранность трубки при высоких температурах, так как указанные спеченные связующие относятся к огнеупорным видам. В результате дополнительно обеспечивается надежность нагревателя при наиболее высоких температурах резистивной проволоки.

Снабжение резистивной проволоки собственной диэлектрической оболочкой предотвращает случайные короткие замыкания между слоями витков спирали, т.е. обеспечивает высокую надежность электрического нагревателя, в случае если слои витков спирали расположены вплотную друг на друге.

В частном случае второго варианта изобретения указанная задача дополнительно решается тем, что собственная диэлектрическая оболочка резистивной проволоки выполнена из нитей на основе минеральных волокон кремнезема, или базальта, или стекла, или кварца, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных минеральных волокон.

Выполнение оболочки резистивной проволоки из нитей на основе минеральных волокон кремнезема, или базальта, или стекла, или кварца, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных минеральных волокон обеспечивает сохранность диэлектрической оболочки при высоких температурах, так как указанные виды волокон относятся к жаростойким видам. В результате обеспечивается надежность нагревателя при наиболее высоких температурах резистивной проволоки. Резистивная проволока снабжена собственной диэлектрической оболочкой из вышеуказанных нитей, предпочтительно, чтобы оболочка была скреплена с проволокой и с трубкой из диэлектрического материала в одно целое спеченным связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов. Таким образом, спеченная оболочка обладает большей теплопроводностью, чем не спеченная оболочка из нитей.

Второй вариант предлагаемого электрического нагревателя не только предназначен для использования как самостоятельное устройство, но также может быть использован в качестве нагревательного элемента в составе другого, более сложного нагревательного устройства.

Известен трубчатый электронагреватель, раскрытый в материалах патента СССР на изобретение SU 1787316 (МПК: H05B 3/42; опубл. 1993.01.07) и являющийся ближайшим аналогом третьего варианта предлагаемого изобретения. Трубчатый электронагреватель представляет собой две гильзы различного диаметра из слюдосодержащего материала, на меньшую из которых намотана нагревательная спираль и надета гильза большего диаметра. Витки нагревательной спирали нанесены в один слой, между витками имеются промежутки (пустоты). Конструкция электронагревателя обеспечивает нагрев окружающей среды как через внешнюю гильзу, так и через внутреннюю гильзу. Расположение всех витков в одном

слое не обеспечивает достаточной концентрации источников тепловыделения на единицу длины электронагревателя, не обеспечивает стабильного режима нагрева окружающей среды в случае ее течения с переменной скоростью. Кроме того, гильзы из слюдосодержащего материала не обладают высокой механической прочностью, поэтому нагреватель-аналог не может быть использован для нагревания быстро текущей жидкой или газообразной среды без значительной доработки конструкции.

Указанная выше задача решается в третьем варианте предлагаемого изобретения тем, что электрический нагреватель содержит внешнюю гильзу и внутреннюю гильзу, вставленную во внешнюю гильзу, а также расположенный между указанными гильзами электрический нагревательный элемент, выполненный в виде спирали, состоящей из витков резистивной проволоки, нанесенной на внутреннюю гильзу, и содержащей по меньшей мере два слоя витков резистивной проволоки, причем резистивная проволока снабжена собственной диэлектрической оболочкой, выполненной из нитей на основе минеральных волокон, слои спирали нанесены вплотную друг на друга, а в каждом слое спирали витки расположены вплотную друг к другу и спечены в одно целое друг с другом и с диэлектрической оболочкой связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов.

Общие с ближайшим аналогом существенные признаки третьего варианта изобретения выражаются в том, что электрический нагреватель содержит внешнюю гильзу и внутреннюю гильзу, вставленную во внешнюю гильзу, а также расположенный между указанными гильзами электрический нагревательный элемент, выполненный в виде спирали, состоящей из витков резистивной проволоки, нанесенной на внутреннюю гильзу.

Третий вариант изобретения во всех случаях исполнения отличается от ближайшего аналога тем, что спираль содержит по меньшей мере два слоя витков резистивной проволоки, причем резистивная проволока снабжена собственной диэлектрической оболочкой, выполненной из нитей на основе минеральных волокон, слои спирали нанесены вплотную друг на друга, а в каждом слое спирали витки расположены вплотную друг к другу и спечены в одно целое друг с другом и с диэлектрической оболочкой связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов.

В первом частном случае третьего варианта изобретения указанная задача дополнительно решается тем, что собственная диэлектрическая оболочка резистивной проволоки выполнена из нитей на основе минеральных волокон кремнезема, или базальта, или стекла, или кварца, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных минеральных волокон.

В дальнейшем уточнении первого частного случая третьего варианта изобретения указанная задача дополнительно решается тем, что обе гильзы и спираль скреплены в одно целое спеченным связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов.

В следующем уточнении первого частного случая третьего варианта изобретения указанная задача дополнительно решается тем, что между спиралью и по меньшей мере одной из гильз дополнительно расположен по меньшей мере один слой диэлектрической ткани на основе минеральных волокон кремнезема, или базальта, или стекла, или кварца, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных минеральных волокон, неподвижно скрепленной с ними в одно целое указанным спеченным связующим.

Во втором частном случае третьего варианта изобретения указанная задача дополнительно решается тем, что между внутренней и внешней гильзами расположена трубка из диэлектрического материала, неподвижно скрепленная по меньшей мере с одной из гильз, а спираль расположена в стенке указанной трубки из диэлектрического материала.

В уточнении второго частного случая третьего варианта изобретения указанная задача дополнительно решается тем, что трубка из диэлектрического материала спечена из связующего на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов.

В следующем уточнении второго частного случая третьего варианта изобретения указанная задача дополнительно решается тем, что между трубкой из диэлектрического материала и по меньшей мере одной из гильз дополнительно расположен по меньшей мере один слой диэлектрической ткани на основе минеральных волокон кремнезема, или базальта, или стекла, или кварца, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных минеральных волокон.

В предпочтительной реализации упомянутых частных случаев третьего варианта изобретения дополнительно решается задача повышения прочности и долговечности электрического нагревателя тем, что внутренняя и внешняя гильзы выполнены из металла.

В уточнении упомянутой предпочтительной реализации решаются дополнительные задачи повышения механической жесткости и обеспечения простоты сборки электрического нагревателя тем, что на каждом из двух торцов внутренней гильзы выполнены отгибы в наружном направлении, а внешняя гильза установлена на указанные отгибы внутренней гильзы.

В усовершенствованном уточнении упомянутой предпочтительной реализации указанные дополнительные задачи повышения механической жесткости и обеспечения простоты сборки электрического

нагревателя решаются тем, что отгибы в наружном направлении на каждом из торцов внутренней гильзы выполнены в виде фланца.

В дальнейшем усовершенствовании уточнения предпочтительной реализации третьего варианта изобретения задачи повышения механической жесткости и обеспечения простоты сборки электрического нагревателя дополнительно решаются тем, что на одном из торцов внешней гильзы выполнены отгибы в наружном направлении в виде фланца, при этом один из указанных фланцев внутренней гильзы выполнен большего размера, чем размер другого ее фланца, и примыкает к указанному фланцу внешней гильзы.

В одном развитии упомянутой в предыдущем абзаце реализации третьего варианта изобретения дополнительно решается задача повышения удобства использования электрического нагревателя тем, что на большем из двух указанных фланцев внутренней гильзы выполнены по меньшей мере два отверстия, в которые запрессованы клепальные гайки.

В другом развитии той же упомянутой реализации третьего варианта изобретения дополнительно решаются задачи повышения удобства и надежности подведения электропитания к электрическому нагревателю при его эксплуатации тем, что электрический нагреватель дополнительно содержит керамические изоляторы вывода и крепления контактной группы электропитания, при этом на большем из двух указанных фланцев внутренней гильзы выполнены по меньшей мере два отверстия многоугольной формы, в которых смонтированы указанные керамические изоляторы.

В предпочтительном исполнении раскрытой в предыдущем абзаце реализации третьего варианта изобретения задачи повышения удобства и надежности подведения электропитания к электрическому нагревателю дополнительно решаются тем, что контактная группа электропитания снабжена токовыводящими резьбовыми винтами с гайками, каждый из указанных керамических изоляторов содержит две части, которые выполнены с возможностью склеивания их между собой при монтаже связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов, стягивания гайкой на токовыводящем резьбовом винте контактной группы электропитания и последующего спекания.

В частном случае упомянутой выше предпочтительной реализации третьего варианта изобретения, характеризующейся выполнением внутренней и внешней гильз из металла, дополнительно решается задача повышения эффективности электрического нагревателя при использовании его для нагревания газообразной среды тем, что по меньшей мере одна из гильз выполнена перфорированной.

В частном случае предпочтительной реализации третьего варианта изобретения, характеризующейся выполнением внутренней и внешней гильз из металла, дополнительно решается задача повышения механической прочности и долговечности электрического нагревателя тем, что в местах стыка гильз между собой они скреплены спеченным связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов.

В частном случае предпочтительной реализации третьего варианта изобретения, характеризующейся выполнением внутренней и внешней гильз из металла, дополнительно решается задача повышения надежности электрического нагревателя при использовании его для нагревания жидкой среды тем, что в местах стыка гильзы скреплены между собой сплошными водонепроницаемыми сварными швами.

Внешняя гильза в совокупности со вставленной в нее внутренней гильзой обеспечивает механическую жесткость и прочность электрического нагревателя, обеспечивает возможность построения корпуса, в котором может располагаться электрический нагревательный элемент. Наличие внутренней гильзы также облегчает изготовление электрического нагревателя, так как внутренняя гильза может служить шаблоном для нанесения спирали. Электрический нагревательный элемент, выполненный в виде спирали, состоящей из витков резистивной проволоки, обеспечивает реализацию назначения электрического нагревателя - нагрев жидкой или газообразной среды. Расположение электрического нагревательного элемента между гильзами обеспечивает его защиту от внешних воздействий и обеспечивает передачу тепла через обе гильзы. Выполнение спирали с количеством слоев витков более одного увеличивает концентрацию источников тепла, позволяет сократить длину электрического нагревателя (измеренную вдоль оси гильз и спирали) при сохранении общей длины резистивной проволоки и шага навивки спирали. В результате, условно говоря, через внешнюю гильзу передается тепло от всего наружного слоя витков, а через внутреннюю гильзу передается тепло от всего внутреннего слоя витков, таким образом повышается эффективность нагрева (скорость нагрева) окружающей среды. Средние слои витков (при наличии) поддерживают и стабилизируют потоки тепла от крайних слоев витков в окружающую среду через обе гильзы.

Гильзы и спираль третьего варианта предлагаемого электрического нагревателя могут иметь форму трубы круглого сечения или трубы, имеющей в сечении многоугольник или овал и т.д.

Снабжение резистивной проволоки собственной диэлектрической оболочкой предотвращает случайные короткие замыкания между слоями витков спирали, т.е. обеспечивает высокую надежность электрического нагревателя, в случае если слои витков спирали расположены вплотную друг к другу.

Выполнение оболочки резистивной проволоки из нитей на основе минеральных волокон кремнезема, или базальта, или стекла, или кварца, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных мине-

ральных волокон обеспечивает сохранность диэлектрической оболочки при высоких температурах, так как указанные виды волокон относятся к жаростойким видам. В результате обеспечивается надежность нагревателя при наиболее высоких температурах резистивной проволоки.

Нанесение слоев спирали вплотную друг на друга, в совокупности с расположением в каждом слое спирали витков вплотную друг к другу, обеспечивает максимальную плотность тепловыделения на единицу длины нагревателя (измеренную вдоль оси гильз и спирали), что обеспечивает максимальную эффективность нагревателя при одной общей длине резистивной проволоки и одном диаметре внутренней гильзы. Скрепление обеих гильз и спирали в одно целое спеченным связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов исключает наличие пустот в пространстве между гильзами. Вследствие этого создаются наиболее благоприятные условия для передачи тепла от нагревательного элемента к гильзам. Кроме того, указанные материалы выдерживают высокие температуры, являются огнестойкими, и вследствие этого обеспечивается высокая надежность и долговечность электрического нагревателя при высоких температурах резистивной проволоки. При этом указанная диэлектрическая оболочка образует с проволокой и гильзами одно спеченное целое. Таким образом, спеченная оболочка обладает большей теплопроводностью, чем не спеченная оболочка из нитей.

Слои диэлектрической ткани на основе минеральных волокон кремнезема, или базальта, или стекла, или кварца, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных минеральных волокон, расположенные между спиралью и по меньшей мере одной из гильз и неподвижно скрепленные с ними в одно целое указанным спеченным связующим, являются армирующими, укрепляющими элементами вышеуказанного спеченного целого. На этапе изготовления нагревателя указанные слои ткани улучшают условия пропитки спирали связующим. Спеченные слои указанной диэлектрической ткани обладают большей теплопроводностью, чем не спеченные слои. В случае если гильзы изготовлены из электропроводящего материала, слои диэлектрической ткани предотвращают электрическое замыкание на гильзы в крайних слоях витков спирали. Кроме того, слои указанной диэлектрической ткани могут быть расположены между соседними слоями витков спирали (в этом случае нанесение слоев вплотную друг на друга означает нанесение настолько близко, насколько позволяют оболочка проволоки и слои ткани). Слои указанной диэлектрической ткани являются дополнительным средством электрической изоляции резистивной проволоки, предотвращающим короткие замыкания в случае недостаточности уровня электрической изоляции, обеспечиваемого диэлектрической оболочкой резистивной проволоки.

Расположение между внутренней и внешней гильзами трубки из диэлектрического материала, неподвижно скрепленной по меньшей мере с одной из гильз, в совокупности с расположением спирали в стенке указанной трубки создает матрицу для размещения витков спирали, предотвращает смещения витков спирали, если витки не полностью заполняют пространство между гильзами.

Выполнение указанной трубки из диэлектрического материала спечением из связующего на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов обеспечивает сохранность трубки при высоких температурах, так как указанные спеченные связующие относятся к огнеупорным видам. В результате дополнительно обеспечивается надежность нагревателя при наиболее высоких температурах резистивной проволоки.

Расположение между трубкой из диэлектрического материала и по меньшей мере одной из гильз дополнительно по меньшей мере одного слоя диэлектрической ткани на основе минеральных волокон кремнезема, или базальта, или стекла, или кварца, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных минеральных волокон создает на этапе изготовления нагревателя упругие слои из ткани между трубкой и гильзами, что способствует неподвижному скреплению трубки с гильзами путем посадки с натягом. Предпочтительно указанные слои диэлектрической ткани скреплены с трубкой и с гильзами в одно целое спеченным связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов. Таким образом, спеченные слои диэлектрической ткани обладают большей теплопроводностью, чем не спеченные слои. Указанная основа диэлектрической ткани обеспечивает ее сохранность при высоких температурах. Неподвижное скрепление трубки по меньшей мере с одной из гильз предотвращает смещения трубки внутри нагревателя при транспортировке, установке и эксплуатации нагревателя, продлевает срок службы нагревателя.

Выполнение внутренней и внешней гильз из металла обеспечивает оптимальное соотношение теплопроводности, прочности и легкости гильз, при этом позволяет выполнить гильзы с дополнительными конструктивными элементами, например крепежными отверстиями или выступами.

Выполнение на каждом из двух торцов внутренней гильзы отгибов в наружном направлении, в совокупности с установкой внешней гильзы на указанные отгибы внутренней гильзы, обеспечивает простоту скрепления гильз между собой, обеспечивает тем самым получение корпуса нагревателя, обеспечивает защиту нагревательного элемента от внешних механических воздействий.

Выполнение отгибов в наружном направлении на каждом из торцов внутренней гильзы в виде фланца обеспечивает замкнутость пространства между гильзами, дополнительно обеспечивает защиту нагревательного элемента от внешних механических воздействий с торцов электрического нагревателя.

Выполнение на одном из торцов внешней гильзы отгибов в наружном направлении в виде фланца, в

совокупности с выполнением одного из указанных фланцев внутренней гильзы большего размера, чем размер другого ее фланца, и примыкающей к указанному фланцу внешней гильзы обеспечивает точность посадки внешней гильзы на внутреннюю, и этим облегчает изготовление электрического нагревателя.

Выполнение на большем из двух фланцев внутренней гильзы по меньшей мере двух отверстий, в совокупности с запрессовкой в них клепальных гаек, обеспечивает возможность крепления электрического нагревателя к внешней опоре с помощью стандартных крепежных деталей - болтов и т.п.

Керамические изоляторы вывода и крепления контактной группы электропитания, смонтированные в отверстиях многоугольной формы, выполненных на большем из двух указанных фланцев внутренней гильзы, обеспечивают возможность надежного и безопасного подвода электропитания на нагревательный элемент, предотвращают электрическое замыкание линий питания и нагревательного элемента на гильзы электрического нагревателя.

Снабжение контактной группы электропитания токовыводящими резьбовыми винтами с гайками, выполнение керамического изолятора из двух частей с возможностью склеивания их между собой при монтаже связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов, стягивания гайкой на токовыводящем резьбовом винте контактной группы электропитания и последующего спекания обеспечивает дополнительное удобство монтажа и дополнительную надежность крепления указанных изоляторов.

Выполнение по меньшей мере одной из гильз перфорированной улучшает теплообмен нагревательного элемента с окружающей средой. Перфорированные гильзы предназначены для применения нагревателя в диэлектрической среде, например в газообразной среде.

Скрепление гильз между собой в местах стыка спеченным связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов, обеспечивает прочность и газонепроницаемость стыков, в т. ч. при высоких температурах резистивной проволоки.

Скрепление гильз между собой в местах стыка сплошными водонепроницаемыми сварными швами обеспечивает защиту от короткого замыкания нагревательного элемента на гильзы и на окружающую среду в случае, если электрический нагреватель используется в электропроводящей среде.

Спираль нагревательного элемента может быть выполнена навивкой нескольких отрезков параллельных резистивных проволок (например, плоский пучок, сформированный из трех одинаковых отрезков проволоки, нанесенный в виде многослойной спирали на внутреннюю гильзу). Технический результат в этом случае заключается в соответствующем кратном увеличении мощности электрического нагревателя при неизменных значениях длины одного отрезка резистивной проволоки, ее марки, диаметра и неизменном значении питающего напряжения.

Варианты предлагаемого технического решения поясняются на примерах осуществления с привлечением следующих упрощенных чертежей.

Фиг. 1. Первый вариант, двухслойная спираль. Вид А-А в продольном разрезе и вид Б с торца.

Фиг. 2. Первый вариант, трехслойная спираль. Вид А-А в продольном разрезе и вид Б с торца.

Фиг. 3. Первый вариант, двухслойная спираль из двух отрезков проволоки. Вид А-А в продольном разрезе и вид Б с торца.

Фиг. 4. Второй вариант. Вид в продольном разрезе.

Фиг. 5. Третий вариант. Вид в продольном разрезе.

Фиг. 6. Третий вариант. Лучшее исполнение. Круглая форма поперечного сечения. Вид А-А в продольном разрезе и вид Б с торца.

Фиг. 7. Третий вариант. Лучшее исполнение. Квадратная форма поперечного сечения. Вид А-А в продольном разрезе и вид Б с торца.

Фиг. 8. Изолятор. Разобранный вид.

Фиг. 9. Схема сравнительного испытания одного аналога третьего варианта и двух исполнений третьего варианта.

Примеры первого варианта электрического нагревателя (см. фиг. 1-3).

Электрический нагреватель 1 выполнен в виде спирали 2 трубчатой формы, состоящей из витков резистивной проволоки 3. Спираль 2 электрического нагревателя, изображенного на фиг. 1, содержит слой 4 из восьми витков 3а меньшего диаметра и слой 5 из восьми витков 3б большего диаметра резистивной проволоки 3. Спираль 2 электрического нагревателя, изображенного на фиг. 2, содержит три слоя 4, 5, 6 из витков возрастающего диаметра соответственно 3а, 3б, 3в резистивной проволоки. Спираль электрического нагревателя 2, изображенного на фиг. 3, содержит два слоя 4, 5 витков 3а, 3б резистивной проволоки, причем спираль выполнена навивкой пары 7 параллельных отрезков 3₁, 3₂ резистивной проволоки 3. Резистивная проволока 3 нагревателей, изображенных на фиг. 1-3, выполнена из сплава Х23Ю5Т (фехраль) и снабжена диэлектрической оболочкой 8 из кремнеземных нитей. Внутренние диаметры (D₂, D₃) спиралей равны 60 мм (пропорции на фиг. 1-5, 9 искажены для удобства изображения мелких деталей), диаметр проволоки составляет 0,6 мм, толщина диэлектрической оболочки составляет 0,7 мм. В поперечном сечении спирали имеют форму окружностей, но возможна иная форма, в том числе переменная форма по длине нагревателя. Для наглядности на фиг. 3 сечения диэлектрических оболочек 8

отрезков 3₁, 3₂ резистивной проволоки 3 в паре 7 отличаются тоном точечной штриховки. На фиг. 1-3 представлены предпочтительные исполнения первого варианта изобретения: слои витков спирали нанесены вплотную друг на друга, а в каждом слое спирали витки расположены вплотную друг к другу (т.е. разделены только диэлектрической оболочкой резистивной проволоки). При этом пространственная концентрация источников тепловыделения, т.е. витков резистивной проволоки, при подключении электропитания пропорциональна количеству слоев витков в спирали (при одинаковой длине резистивной проволоки и одинаковом диаметре спирали). Пропорционально количеству слоев витков спирали уменьшается длина электрического нагревателя. Электрические нагреватели снабжены контактными группами (контакты 9а, 9б, 9в, 9г), служащими для подключения электропитания. При использовании электрические нагреватели могут быть установлены на каркас, на подставку, на подвес и т.п.

Пример второго варианта электрического нагревателя (см. фиг. 4).

Электрический нагреватель 1 выполнен в виде трубки 10 круглого поперечного сечения с внутренним диаметром D₃, равным 60 мм, спеченной из диэлектрического материала - связующего на основе кремнезоля. В стенке 11 трубки 10 расположена спираль 2, состоящая из витков возрастающего диаметра 3а, 3б, 3в резистивной проволоки и содержащая три слоя 4, 5, 6 витков резистивной проволоки. Спираль 2 запечена в стенке 11 трубки 10. Для уменьшения механических напряжений в трубке 10 при нагреве резистивная проволока может быть снабжена оболочкой из жаростойких, например кремнеземных, нитей. Резистивная проволока выполнена из сплава Х23Ю5Т (фехраль), диаметр 0,6 мм. Пространственная концентрация источников тепловыделения, т.е. витков резистивной проволоки, превышает соответствующую концентрацию ближайшего аналога по меньшей мере втрое только вследствие выполнения спирали трехслойной. Соответственно, длина электрического нагревателя уменьшается по меньшей мере втрое. Электрический нагреватель снабжен контактной группой (контакты 9а, 9б), служащей для подключения электропитания. При использовании электрический нагреватель может быть установлен на каркас, на подставку, на подвес и т.п.

Примеры третьего варианта электрического нагревателя (см. фиг. 5-7).

Электрический нагреватель 1 содержит внешнюю гильзу 12 и внутреннюю гильзу 13, вставленную во внешнюю гильзу 12. Между гильзами 12, 13 расположен электрический нагревательный элемент, выполненный в виде спирали 2, состоящей из витков резистивной проволоки, нанесенной на внутреннюю гильзу 13 и содержащей несколько слоев витков резистивной проволоки.

Электрический нагревательный элемент электрического нагревателя 1, представленного на фиг. 5, выполнен в виде спирали 2, содержащей три слоя 4, 5, 6 из витков возрастающего диаметра соответственно 3а, 3б, 3в резистивной проволоки. Его гильзы 12, 13 выполнены из стали; между гильзами расположена трубка 10, сформованная из диэлектрического материала (связующего на основе кремнезоля) и неподвижно спеченная с внешней гильзой 12. Трубка 10 может быть выполнена составной, склеенной и спеченной из нескольких полуцилиндров разного диаметра. Спираль 2 расположена в стенке 11 трубки 10. Внутренняя гильза 13 с внутренним диаметром D₃, равным 60 мм, обернута непроводящим кремнеземным полотном 14 и с натягом установлена внутрь трубки 10, так что между гильзой 13 и спиралью 2 расположен только слой диэлектрической ткани - кремнеземного полотна 14. Пространственная концентрация источников тепловыделения, т.е. витков резистивной проволоки, превышает соответствующую концентрацию ближайшего аналога по меньшей мере втрое только вследствие выполнения спирали трехслойной. Соответственно, длина электрического нагревателя уменьшается по меньшей мере втрое. Электрический нагреватель снабжен контактной группой (контакты 9а, 9б), служащей для подключения электропитания. При использовании электрический нагреватель может быть установлен на каркас, на подставку, на подвес и т.п.

Электрический нагреватель 1, представленный на фиг. 6, содержит внешнюю гильзу 12 и внутреннюю гильзу 13, вставленную во внешнюю гильзу, а также расположенный между указанными гильзами электрический нагревательный элемент, выполненный в виде спирали 2 трубчатой формы, состоящей из витков возрастающего диаметра 3а, 3б, 3в, 3г резистивной проволоки, нанесенной на внутреннюю гильзу 13, и содержащей соответственно четыре слоя 4, 5, 6, 15 витков. Резистивная проволока снабжена диэлектрической оболочкой 8, выполненной в виде оплетки из кремнеземных нитей. Диаметр резистивной проволоки равен 0,6 мм. Толщина оболочки 8 равна 0,7 мм. Диаметр внутренней гильзы 13 равен 60 мм. Слои 4, 5, 6, 15 спирали 2 нанесены вплотную друг на друга. В каждом слое спирали витки расположены вплотную друг к другу. Пространственная концентрация источников тепловыделения, т.е. витков резистивной проволоки, превышает соответствующую концентрацию ближайшего аналога по меньшей мере вчетверо только вследствие выполнения спирали четырехслойной. Соответственно, длина электрического нагревателя уменьшается по меньшей мере вчетверо. Между спиралью 2 и гильзами 12, 13 расположены слои диэлектрической ткани 14, выработанной на основе кремнеземных нитей. Обе гильзы, оба слоя ткани и спираль, включая оболочку ее проволоки, скреплены в одно целое спеченным связующим на основе кремнезоля. При изготовлении нагревателя 1 проволоку в оболочке наматывают с натягом полой на гильзу 13, предварительно обернутую лентой кремнеземной ткани, пропитывая при этом разведенным в воде связующим. Концы резистивной проволоки 16, 17 зачищают и закрепляют в предварительно установленных в квадратных отверстиях 18 фланца 19 гильзы 13 разъемных керамических изоля-

торах 20 с контактной группой 9а, 9б. Парные части 21, 22 (см. фиг. 8) изоляторов 20, предварительно склеенные между собой связующим, стягивают гайками 23, 24, установленными на резьбовые стержни 25 контактной группы. Поверх нанесенной спирали накладывают слой кремнеземной ткани. По достижении пропитки нанесенной спирали и слоев ткани связующим (т.е. после заполнения пустот связующим) на спираль, обернутую слоем кремнеземной ткани, устанавливают с натягом гильзу 12. Скрепляют гильзы 12, 13 между собой, промазывая при этом места стыковки связующим. Затем по известным методам производят сушку и спекание связующего. При эксплуатации электрического нагревателя контакты 9а, 9б подключают к внешнему источнику электропитания (не показан). Крепят нагреватель 1 к внешней опоре (не показана) с помощью клепальных гаек 26, запрессованных во фланец 19 гильзы 13.

Электрический нагреватель, представленный на фиг. 7, отличается от электрического нагревателя, представленного на фиг. 6, только формой поперечных сечений спирали и гильз. Гильзы 12, 13 электрического нагревателя, представленного на фиг. 7, имеют поперечное сечение квадратной формы. Сторона квадрата, соответствующего поперечному сечению гильзы 13, равна 60 мм. Витки спирали электрического нагревателя, представленного на фиг. 7, имеют квадратную форму. Обозначения позиций на фиг. 6, 7 совпадают.

На фиг. 8 представлен чертеж составного изолятора 20, использованного в исполнениях электрического нагревателя, представленных на фиг. 6 и 7. Квадратная форма (со сглаженными углами) хвостовика 27 обеспечивает неподвижную посадку элемента 21 в квадратном отверстии 18 фланца 19 гильзы 13 и в углублении 28 элемента 22.

На фиг. 9 представлен схематичный чертеж, поясняющий сравнение эффективности третьего варианта предлагаемого электрического нагревателя с эффективностью ближайшего аналога. Для сравнения эффективности электрические нагреватели устанавливались в "воздушную тепловую пушку" 29, содержащую диффузор 30 и вентилятор 31, установленный на входе диффузора. Слева показан вид сбоку, справа - вид с выходного торца. Диаметр D диффузора составляет 210 мм. Длина L диффузора составляет 300 мм. Производительность вентилятора составляет 300 м³/ч. Температура окружающего воздуха равна 20°C. Вентилятор подает окружающий воздух на четыре электрических нагревателя мощностью по 750 Вт, установленных в диффузоре и подключенных к сети переменного напряжения 220 В. Диаметры (D_1 , D_2 , D_4) внутренней гильзы всех сравниваемых электрических нагревателей одинаковы и равны 60 мм. Условной мерой эффективности электрических нагревателей является температура воздуха на выходе диффузора.

В качестве одного исполнения предлагаемого нагревателя использовался нагреватель, представленный на фиг. 6, спираль которого содержит четыре слоя витков резистивной проволоки. Длина L_4 этого нагревателя с фланцами составляет 65 мм. Диаметр наружной гильзы 76 мм. Схема "тепловой пушки", оснащенной такими нагревателями 1₄, представлена в нижней части фиг. 9.

В качестве второго исполнения предлагаемого нагревателя использовался нагреватель, который отличался от нагревателя, представленного на фиг. 6, тем, что его спираль содержит два слоя витков резистивной проволоки. Длина L_2 этого нагревателя 1₂ с фланцами составляет 95 мм. Диаметр наружной гильзы 71 мм. Схема "тепловой пушки", оснащенной такими нагревателями, представлена в средней части фиг. 9.

В качестве известного аналога использовался нагреватель, который отличался от нагревателя, представленного на фиг. 6, тем, что его спираль содержит один слой витков резистивной проволоки. Длина L_1 этого нагревателя 1_А с фланцами составляет 170 мм. Диаметр наружной гильзы 65 мм. Схема "тепловой пушки", оснащенной такими нагревателями, представлена в верхней части фиг. 9.

По результатам проведенных испытаний температура воздуха на выходе диффузора "тепловой пушки", составила:

42°C - для электрических нагревателей-аналогов, спираль которых содержит один слой витков резистивной проволоки;

64°C - для предлагаемых электрических нагревателей, спираль которых содержит два слоя витков резистивной проволоки;

80°C - для предлагаемых электрических нагревателей, спираль которых содержит четыре слоя витков резистивной проволоки.

Предлагаемый электрический нагреватель может быть применен во всех областях народного хозяйства, в которых в настоящее время применяются известные нагреватели - аналоги предлагаемого нагревателя. Предлагаемый электрический нагреватель может быть изготовлен на существующих производственных предприятиях электротехнической промышленности с использованием известных исходных материалов.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Электрический нагреватель (1) в виде спирали (2) трубчатой формы, состоящей из витков резистивной проволоки (3), отличающийся тем, что содержит по меньшей мере два слоя (4, 5) витков (3а, 3б) резистивной проволоки, при этом резистивная проволока снабжена собственной диэлектрической оболочкой (8), выполненной из нитей на основе минеральных волокон, спираль (2) выполнена с возможностью сохранения трубчатой формы при температуре накала спирали без использования опор, указанные слои (4, 5) витков (3а, 3б) нанесены вплотную друг на друга, а в каждом слое спирали (2) витки расположены вплотную друг к другу, при этом витки спирали спечены в одно целое друг с другом и с диэлектрической оболочкой связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов.

2. Электрический нагреватель (1) по п.1, отличающийся тем, что собственная диэлектрическая оболочка (8) резистивной проволоки (3) выполнена из нитей на основе минеральных волокон кремнезема, или базальта, или стекла, или кварца, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных минеральных волокон.

3. Электрический нагреватель (1), выполненный в виде трубки (10) из диэлектрического материала, в стенке (11) которой расположена спираль (2), состоящая из витков резистивной проволоки (3), отличающийся тем, что указанная спираль содержит по меньшей мере два слоя (4, 5) витков (3а, 3б) резистивной проволоки, при этом резистивная проволока (3) снабжена собственной диэлектрической оболочкой (8), выполненной из нитей на основе минеральных волокон, трубка (10) выполнена из спеченного в одно целое со спиралью (2) и с диэлектрической оболочкой (8) связующего на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов.

4. Электрический нагреватель (1) по п.3, отличающийся тем, что собственная диэлектрическая оболочка (8) резистивной проволоки (3) выполнена из нитей на основе минеральных волокон кремнезема, или базальта, или стекла, или кварца, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных минеральных волокон.

5. Электрический нагреватель (1), содержащий внешнюю гильзу (12) и внутреннюю гильзу (13), вставленную во внешнюю гильзу, а также расположенный между указанными гильзами электрический нагревательный элемент, выполненный в виде спирали (2), состоящей из витков резистивной проволоки (3), нанесенной на внутреннюю гильзу, отличающийся тем, что указанная спираль содержит по меньшей мере два слоя (4, 5) витков (3а, 3б) резистивной проволоки, причем резистивная проволока (3) снабжена собственной диэлектрической оболочкой (8), выполненной из нитей на основе минеральных волокон, слои спирали (2) нанесены вплотную друг на друга, а в каждом слое (4, 5) спирали витки (3а, 3б) расположены вплотную друг к другу и спечены в одно целое друг с другом и с диэлектрической оболочкой (8) связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов.

6. Электрический нагреватель (1) по п.5, отличающийся тем, что собственная диэлектрическая оболочка (8) резистивной проволоки (3) выполнена из нитей на основе минеральных волокон кремнезема, или базальта, или стекла, или кварца, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных минеральных волокон.

7. Электрический нагреватель (1) по п.6, отличающийся тем, что обе гильзы (12, 13) и спираль (2) скреплены в одно целое спеченным связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов.

8. Электрический нагреватель (1) по п.7, отличающийся тем, что между спиралью (2) и по меньшей мере одной из гильз (12, 13) дополнительно расположен по меньшей мере один слой диэлектрической ткани (14) на основе минеральных волокон кремнезема, или базальта, или стекла, или кварца, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных минеральных волокон, неподвижно скрепленной с ними в одно целое указанным спеченным связующим.

9. Электрический нагреватель (1) по п.5, отличающийся тем, что между внутренней и внешней гильзами (12, 13) расположена трубка (10) из диэлектрического материала, неподвижно скрепленная по меньшей мере с одной из гильз, а спираль (2) расположена в стенке (11) указанной трубки из диэлектрического материала.

10. Электрический нагреватель (1) по п.9, отличающийся тем, что указанная трубка (10) из диэлектрического материала спечена из связующего на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов.

11. Электрический нагреватель (1) по п.10, отличающийся тем, что между трубкой (10) из диэлектрического материала и по меньшей мере одной из гильз (12, 13) дополнительно расположен по меньшей мере один слой диэлектрической ткани (14) на основе минеральных волокон кремнезема, или базальта, или стекла, или кварца, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных минеральных волокон.

12. Электрический нагреватель (1) по любому из пп.5-11, отличающийся тем, что внутренняя и

внешняя гильза (12, 13) выполнены из металла.

13. Электрический нагреватель (1) по п.12, отличающийся тем, что на каждом из двух торцов внутренней гильзы (13) выполнены отгибы в наружном направлении, а внешняя гильза (12) установлена на указанные отгибы внутренней гильзы (13).

14. Электрический нагреватель (1) по п.13, отличающийся тем, что отгибы в наружном направлении на каждом из торцов внутренней гильзы выполнены в виде фланца.

15. Электрический нагреватель (1) по п.14, отличающийся тем, что на одном из торцов внешней гильзы (12) выполнены отгибы в наружном направлении в виде фланца, при этом один (19) из указанных фланцев внутренней гильзы (13) выполнен большего размера, чем размер другого ее фланца, и примыкает к указанному фланцу внешней гильзы (12).

16. Электрический нагреватель (1) по п.15, отличающийся тем, что на большем (19) из двух указанных фланцев внутренней гильзы (13) выполнены по меньшей мере два отверстия, в которые запрессованы клепальные гайки (26).

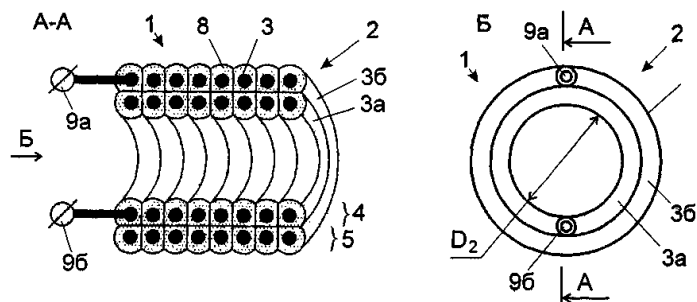
17. Электрический нагреватель (1) по п.15, отличающийся тем, что дополнительно содержит керамические изоляторы (20) вывода и крепления контактной группы (9а, 9б, 9в, 9г) электропитания, при этом на большем (19) из двух указанных фланцев внутренней гильзы (13) выполнены по меньшей мере два отверстия многоугольной формы (18), в которых смонтированы указанные керамические изоляторы.

18. Электрический нагреватель (1) по п.17, отличающийся тем, что контактная группа (9а, 9б, 9в, 9г) электропитания снабжена токовыводящими резьбовыми винтами с гайками, каждый из указанных керамических изоляторов (20) содержит две части (21, 22), которые выполнены с возможностью склеивания их между собой при монтаже связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов, стягивания гайкой (23, 24) на токовыводящем резьбовом винте (25) контактной группы (9а, 9б) электропитания и последующего спекания.

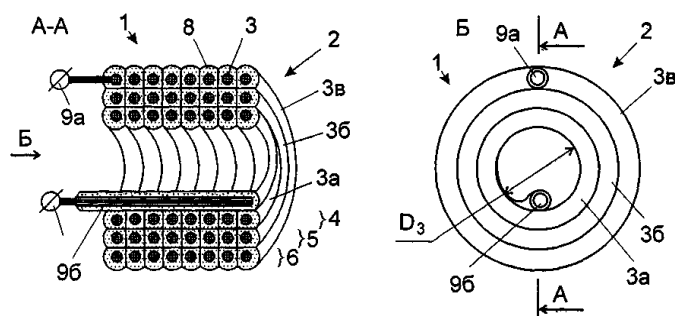
19. Электрический нагреватель (1) по п.12, отличающийся тем, что по меньшей мере одна из гильз (12, 13) выполнена перфорированной.

20. Электрический нагреватель (1) по любому из пп.13-19, отличающийся тем, что в местах стыка гильз (12, 13) между собой они скреплены спеченным связующим на основе силикатов, или кремнезоля, или керамического шликера, или смеси по меньшей мере из двух видов указанных материалов.

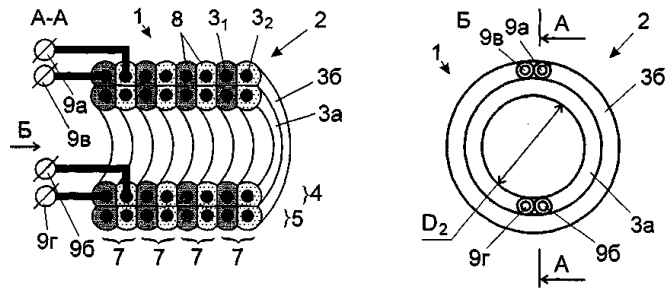
21. Электрический нагреватель (1) по любому из пп.14-18, отличающийся тем, что в местах стыка гильзы (12, 13) скреплены между собой сплошными водонепроницаемыми сварными швами.



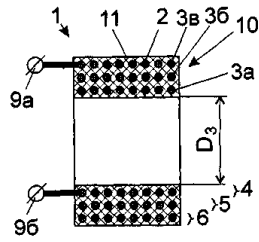
Фиг. 1



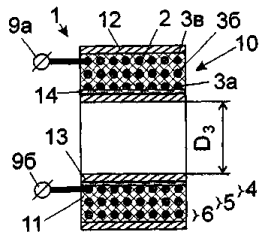
Фиг. 2



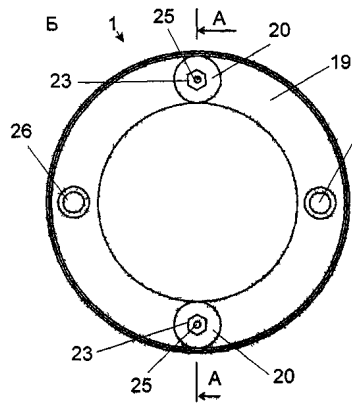
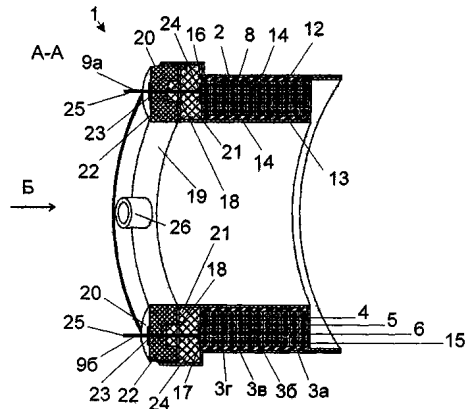
Фиг. 3



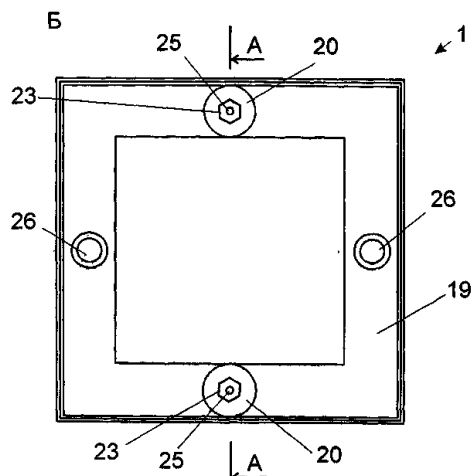
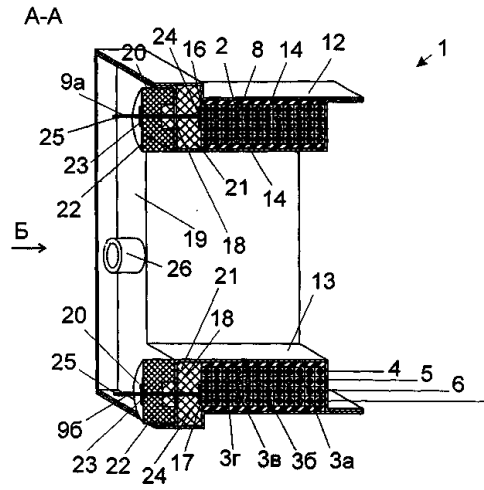
Фиг. 4



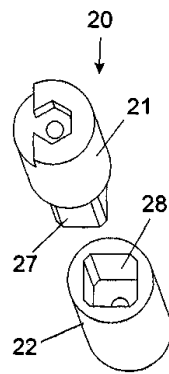
Фиг. 5



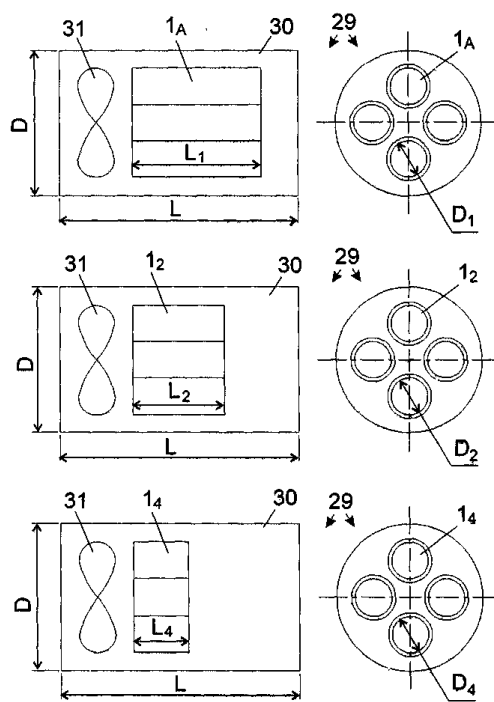
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

