



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2009133292/09, 04.09.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.09.2009

(45) Опубликовано: 27.09.2010 Бюл. № 27

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: WO 03026050 A2, 27.03.2003. RU 2084053
С1, 10.07.1997. JP 63207054 А, 26.08.1988. JP
2068863 А, 08.03.1990.

Адрес для переписки:

456770, Челябинская обл., г. Снежинск, ул.
Васильева, 13, ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ им.
академ. Е.И. Забабахина", Отдел
интеллектуальной собственности, а/я 245,
Г.В. Бакалову

(72) Автор(ы):

Чухарев Владимир Федорович (RU),
Кулаев Валерий Васильевич (RU),
Бочков Борис Михайлович (RU),
Закутнев Алексей Дмитриевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

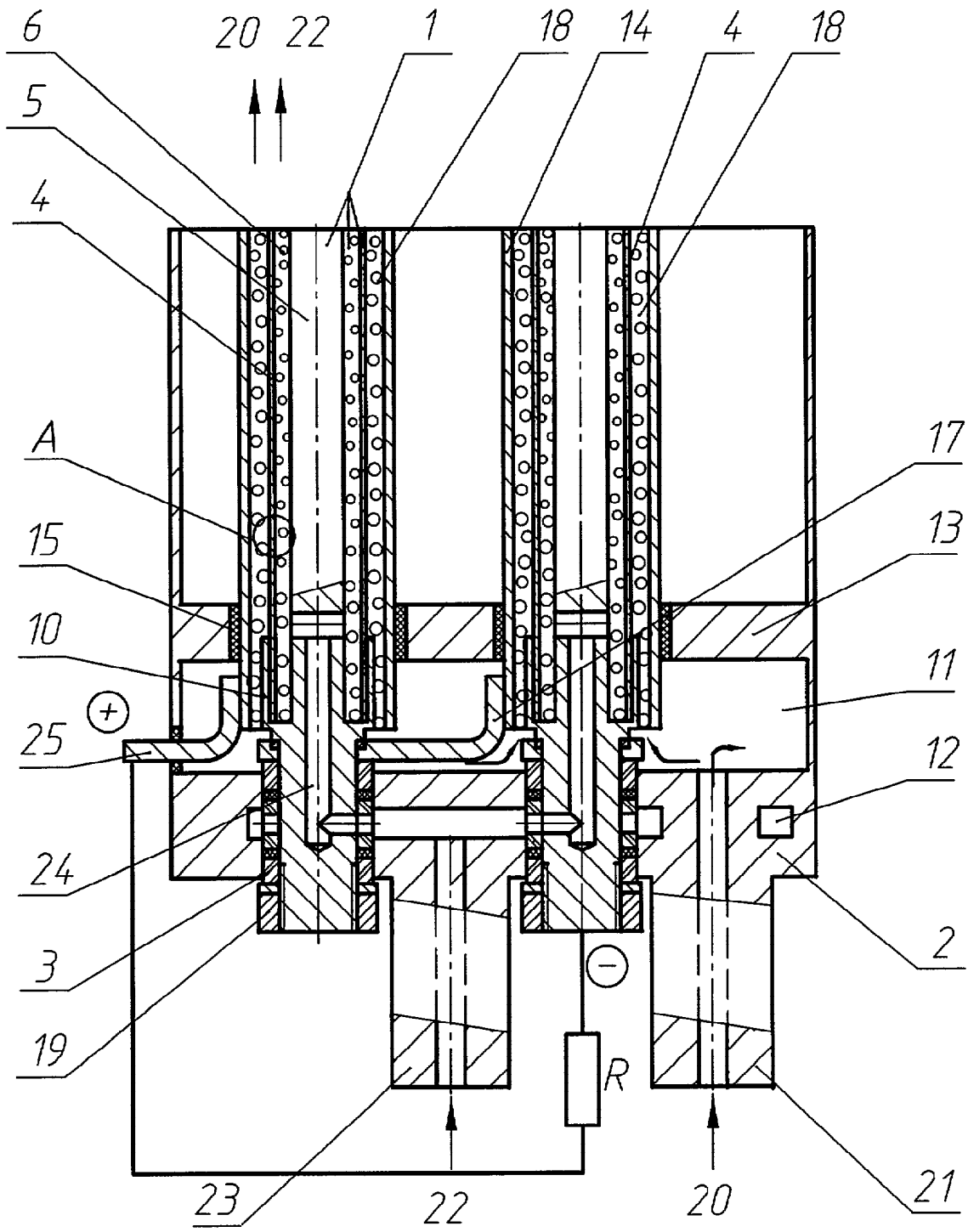
Федеральное государственное унитарное
предприятие "Российский Федеральный
Ядерный Центр-Всероссийский Научно-
Исследовательский Институт Технической
Физики имени академика Е.И. Забабахина"
(ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ им. акад. Е.И.
Забабахина") (RU)

(54) СМЕННЫЙ МОДУЛЬ ГЕНЕРАТОРА НА ТВЕРДООКСИДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

(57) Реферат:

Изобретение относится к электрохимическим устройствам и применяется в источниках электрической энергии на основе высокотемпературных твердооксидных топливных элементов. Согласно изобретению сменный модуль содержит корпус с камерой раздачи топлива, установленный на основании. Внутри основания имеется полость подачи газа окислителя. Внутри корпуса закреплены электрически соединенные трубчатые единичные ячейки, катодные токовыводы, окруженные анодными токосъемами. Катодный токовывод герметично соединен с

трубчатой единичной ячейкой втулкой, нижняя часть токовывода поджата к электрической шине, соединяющей катодный токовывод с анодным токосъемом соседней единичной ячейки. Катодные токовыводы выполнены в виде прутка или трубки с заглушенным верхним концом и отверстиями в боковой поверхности. Трубчатые единичные ячейки выполнены в виде трубок. Техническим результатом является снижение электрических потерь внутри модуля и повышение прочности конструкции и ресурса его работы. 3 з.п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
H01M 8/12 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2009133292/09, 04.09.2009**

(24) Effective date for property rights:
04.09.2009

(45) Date of publication: **27.09.2010 Bull. 27**

Mail address:

456770, Cheljabinskaja obl., g. Snezhinsk, ul. Vasil'eva, 13, FGUP "RFJaTs-VNIITF im. akadem. E.I. Zababakhina", Otdel intellektual'noj sobstvennosti, a/ja 245, G.V. Bakalovu

(72) Inventor(s):

Chukharev Vladimir Fedorovich (RU), Kulaev Valerij Vasil'evich (RU), Bochkov Boris Mikhajlovich (RU), Zakutnev Aleksej Dmitrievich (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe predpriyatje "Rossijskij Federal'nyj Jadernyj Tsentr-Vserossijskij Nauchno-Issledovatel'skij Institut Tekhnicheskij Fiziki imeni akademika E.I. Zababakhina" (FGUP "RFJaTs-VNIITF im. akad. E.I. Zababakhina") (RU)

(54) GENERATOR PLUG-IN MODULE BUILT AROUND SOLID OXIDE FUEL ELEMENTS

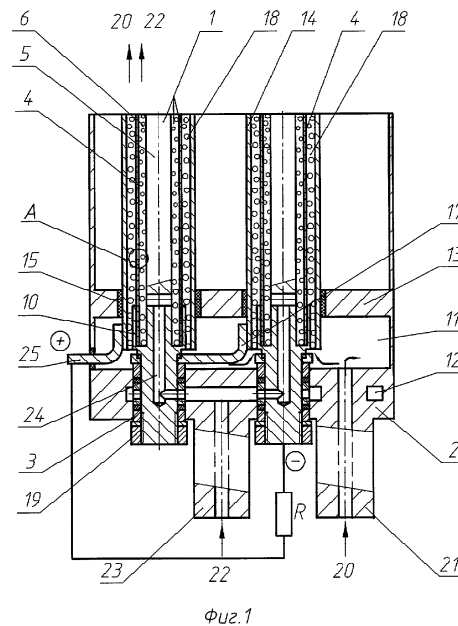
(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: proposed module comprises housing with fuel distribution chamber mounted on the base. Said base houses oxidiser gas feed chamber. Said housing accommodates tubular single electrically-connected cells, cathode terminals surrounded by current collectors. Cathode current terminal is tightly connected with tubular single cell by sleeve. Current terminal lower part is pressed to electric bus that connects cathode current terminal with anode current collector of adjacent single cell. Cathode current terminals represents a bar, or a tube with blanked off top end and holes in lateral surface. Tubular single cells represent tubes.

EFFECT: reduced electrical losses inside module, higher structural strength and longer life.

4 cl, 4 dwg



RU 2 4 0 0 8 7 0 C 1

RU 2 4 0 0 8 7 0 C 1

Область техники

Изобретение относится к электрохимическим устройствам, а более конкретно к источникам электрической энергии, выполненным на основе высокотемпературных твердооксидных топливных элементов.

Предшествующий уровень техники

Известно много вариантов выполнения модуля генератора на твердооксидных топливных элементах, например фирмы Вестингауз, рассмотренных в книге «Топливные элементы и электрохимические энергоустановки», М., МЭИ, 2005 г. В данных аналогах трубчатые единичные элементы в виде пробирок, которые соединены между собой последовательно-параллельно. Соединения выполнены неразъемными путем припекания никелевого войлока к поверхности единичного твердооксидного топливного элемента (ТОТЭ). Таким образом, модуль представляет собой неразборный моноблок.

Недостатком такой конструкции является то, что токи идут по катодному электроду, имеющему большую протяженность и сопротивление. Это приводит к потерям электрической мощности внутри модуля. Кроме того, топливные элементы обладают большой сложностью в изготовлении и высокой стоимостью. В дополнении к этому соединение трубчатых элементов в модуле неразъемное и при любых неисправностях хотя бы одного топливного элемента необходима полная замена всего моноблока модуля.

В качестве прототипа был выбран сменный модуль генератора на твердооксидных топливных элементах, описанный в заявке RU №2009114110 от 13.04.2009, Н01М 8/12, авторы Чухарев В.Ф., Кулаев В.В., Бочков Б.М., Закутнев А.Д., содержащий корпус, установленный на основании, внутри которого выполнена полость подачи окислителя и жестко закреплены электрически соединенные трубчатые единичные ячейки, катодные токовыводы, окруженные анодными токосъемами.

За счет применения шликерного литья и выполнения токовыводов отдельными деталями упростилась и стала дешевле технология изготовления модуля генератора.

Недостатком этого модуля генератора можно считать то, что из-за соединения единичных топливных элементов параллельно внутри модуля происходит суммирование токов при постоянном напряжении. Это приводит к большим электрическим потерям внутри модуля, для уменьшения которых требуется увеличить площадь сечения коммутирующих элементов и использовать металлоемкие проводники для межмодульных соединений, что приводит к увеличению габаритов конструкции. При этом невозможно объединить топливные элементы в моноблок и уменьшить размеры модуля. Кроме того, коммутирующие элементы находятся в воздушной среде, которая при высокой температуре работающего генератора окисляет и разрушает их. В дополнении к сказанному, при выходе из строя одного топливного элемента технологически трудно его заменить, не разрушив соседние элементы.

Раскрытие изобретения

Задачей заявляемого изобретения является снижение электрических потерь внутри модуля, уменьшение габаритных размеров, повышение его конструкционной прочности и ресурса работы.

Технический результат заключается в суммировании напряжений последовательно соединенных единичных топливных ячеек при малой величине тока и использовании топливной среды в качестве защиты коммутирующих элементов от окисления и разрушения.

Этот результат достигается тем, что в сменном модуле генератора на твердооксидных топливных элементах, содержащем корпус, установленный на основании, внутри которого выполнена полость подачи окислителя и жестко закреплены электрически соединенные трубчатые единичные ячейки, катодные токовыводы, окруженные анодными токосъемами согласно изобретению, внутри корпуса параллельно основанию выполнена перегородка, образующая вместе со стенками корпуса и основанием камеру раздачи топлива, в перегородке жестко закреплены и электрически изолированы анодные токосъемы, катодный токовывод герметично соединен с трубчатой единичной ячейкой посредством втулки, нижняя часть токовывода поджата к электрической шине, соединяющей катодный токовывод с анодным токосъемом соседней единичной ячейки.

Катодные токовыводы могут быть выполнены в виде прутка или трубки с заглушенным верхним концом и отверстиями в стенках трубки.

Трубчатые единичные ячейки могут быть выполнены в виде трубок.

При последовательном соединении единичных топливных ячеек общее напряжение модуля суммируется из напряжений каждой ячейки в модуле. Общий ток модуля при этом равен току на одной ячейке. За счет этого снижается падение напряжения на коммутирующих шинах внутри модуля по сравнению с модулем, в котором единичные топливные ячейки соединены параллельно.

При организации последовательного соединения единичных топливных ячеек непосредственно в модуле коммутирующие элементы оказываются в камере раздачи топлива, в которой для проводников присутствует восстановительная атмосфера. Такой вид монтажа увеличивает ресурс работы и уменьшает деградацию электрических характеристик модуля.

Для выделения и герметизации камеры раздачи топлива применяется втулка. Эта же втулка упрочняет нижнюю часть единичного топливного элемента, что увеличивает прочность всего модуля в целом.

В предлагаемом техническом решении совокупность существенных признаков приводит к тому, что снижаются электрические потери в модуле, а значит, увеличивается выходная мощность модуля, при этом повышается прочность модуля и продляется ресурс его работы.

Краткое описание фигур и чертежей

На фиг.1 показан модуль генератора с катодным токовыводом в виде прутка.

На фиг.2 изображена стенка пробирки в разрезе.

На фиг.3 показан единичный ТОТЭ с катодным токовыводом в виде трубки.

На фиг.4 представлена таблица экспериментальных показателей испытания модуля при параллельном и последовательном соединении единичных ТОТЭ.

Варианты осуществления изобретения

Как показано на фиг.1, сменный модуль генератора содержит единичные ячейки 1, максимальное количество которых обуславливается конструкцией и необходимой выходной мощностью модуля. Ячейки 1 жестко зафиксированы в основании 2 посредством диэлектрического уплотнения 3.

Единичная топливная ячейка 1 состоит из трубки 4, катодного токовывода 5 и гранул засыпки 6. Как показано на фиг.2, трубка 4 содержит электролит 7, анод 8 и катод 9. Трубка 4 жестко скреплена с катодным токовыводом 5 посредством гранул засыпки 6, которые проводят электрический ток. С другой стороны трубка 4 зафиксирована во втулке 10. Фиксирование единичной ячейки 1 в модуле является жестким, но разъемным. При выходе из строя какой-либо ячейки 1 ее можно

демонтировать, и поставить на ее место работающую ячейку 1. Втулка 10 придает дополнительную прочность при работе и при ремонте модуля. Это дополнительно улучшит ремонтпригодность модуля в целом, сэкономит время и материалы на изготовление модуля.

5 Над основанием 2 модуля расположена камера раздачи топлива 11. Внутри основания 2 расположена полость подачи окислителя 12. Камера раздачи топлива 11 сверху ограничена перегородкой 13, через которую проходят анодные токосъемы 14, герметично изолированные от перегородки 13 диэлектрическими уплотнениями 15.

10 Катодный токовывод 5 может быть выполнен в виде прутка, как показано на фиг.1, или в виде трубки с заглушенным верхним концом и отверстиями 16 по боковой поверхности, как показано на фиг.3. Нижняя часть токовывода 5 поджата к коммутирующей шине 17, которая соединяет его с анодным токосъемом 14 соседней ячейки 1. Таким образом, организуется последовательное соединение единичных топливных ячеек 1 в модуле.

15 В предлагаемой конструкции коммутирующие шины 17 находятся в камере раздачи топлива 11. Топливо в этом случае играет роль защитной водородной среды для коммутирующих шин 17. Это позволяет предотвратить окисление контактных поверхностей коммутирующих шин 17 и обеспечивает их стабильную работу в течение всего срока эксплуатации модуля. В неразъемных контактах материалов, окислы которых восстанавливаются в среде водорода, например никель, происходит диффузия материалов контактирующих элементов или диффузионная сварка. Это дополнительно укрепляет неразъемные соединения внутри модуля.

25 Анодный токосъем 14 в виде никелевой трубки жестко закреплен в перегородке 13 диэлектрическим уплотнителем 15. Полость между анодным токосъемом 14 и трубкой 4 заполнена гранулами засыпки 18 из никель-кермета. Отработанные топливо и воздух выходят в верхней части трубки 4 и анодного токосъема 14 в окружающую атмосферу. Катодный токовывод 5 закреплен внутри основания 2 посредством герметизирующего диэлектрического уплотнения 3, фиксируемого в основании 2 гайкой 19.

30 В нижней части модуля между основанием 2 и перегородкой 13 организована камера раздачи топлива 11. Для подвода топлива 20 служит хвостовик 21. Внутри основания 2 организована полость 12 подачи окислителя 22. Для подвода окислителя 22 служит хвостовик 23. Хвостовики 21 и 23 герметично вмонтированы в основание 2.

35 Работа модуля осуществляется следующим образом. Топливо 20 через хвостовик 21 поступает в камеру 11, оттуда между гранулами засыпки 18 проходит к трубке 4 со стороны анода 8 (на фиг.2). Отработанное топливо 20 выходит в верхней части модуля наружу.

40 Окислитель 22 через хвостовик 23 попадает в полость подачи окислителя 12. Оттуда он попадает во внутреннюю полость каждой единичной ячейки 1 через канал 24. Если катодный токовывод 5 выполнен в виде трубки (на фиг.3) с заглушенным верхним концом и отверстиями 16 в боковой стенке, то окислитель 12 из канала 23 проходит внутрь трубки токовывода 5 и выходит через отверстия 16 в пространство, заполненное засыпкой 6. Окислитель 22 проходит между гранулами засыпки 6 к трубке 4 со стороны катода 9 (на фиг.2). Избыток окислителя 22 выходит в верхней части модуля наружу.

50 Топливо 20, поступающее к аноду 8 (на фиг.2), взаимодействует с ионами кислорода из окислителя 22, поступающими через электролит 7 от катода 9 (фиг.2).

При их взаимодействии образуются свободные электроны и пары воды. Пары воды удаляются с выхлопом отработанного топлива 20, а электроны поступают через электропроводный материал гранул засыпки 18 к анодному токосъему 14. По нему электроны поступают на коммутирующую шину 17, которая соединяет последовательно анодный токосъем 14 одной ячейки и катодный токовывод 5 соседней ячейки. Для соединения модуля с внешней нагрузкой служат одна из втулок 10 и анодный выход 25, соединенный с анодным токосъемом 14. Для работы генератора необходимо, чтобы электрическая цепь была замкнута через цепь нагрузки R. С анодного выхода 25 электроны поступают в цепь нагрузки R, далее на втулку 10, на катодный токовывод 5, который через гранулы засыпки 6 контактирует с катодом 9 (на фиг.2) трубки 4. На катоде 9 происходит ионизация кислорода и последующая диффузия его через электролит 7 к аноду 8 трубки 4. На аноде 8 ионы кислорода соединяются с водородом из топлива 20 с образованием электронов и воды. Водяной пар через засыпку 18 удаляется через верхнюю часть генератора как выхлоп топлива 20. Электроны поступают на анодный токосъем 14 и далее на анодный выход 25.

В предлагаемой конструкции модуля генератора катодное пространство, где находится засыпка 6 каждой единичной ячейки 1, герметично изолировано от камеры раздачи топлива 11, служащей для подачи топлива 20 в анодное пространство с засыпкой 18, что позволяет расположить коммутирующие шины 17 в общей полости камеры раздачи топлива 11. Это позволяет соединить катодный токовывод 5 одного единичного элемента с анодным токосъемом 14 соседнего единичного элемента. Катодный токовывод 5 герметично соединен с трубкой 4 втулкой 10, нижняя часть которой уплотняется в основании 2 и внутри которой проходит канал 24. Это дает возможность вывести нижнюю часть катодного токовывода 5 в камеру раздачи топлива 11, куда выходят и анодные токосъемы 14, чтобы осуществить последовательную коммутацию единичных ячеек 1 в модуле.

Последовательное соединение единичных ячеек 1 в модуле ведет к снижению электрических потерь за счет увеличения выходного напряжения на модуле, уменьшения величины и пути прохождения тока. В соответствии с этим возрастает электрическая мощность модуля в целом, как показано на фиг.4. Конструктивно последовательное соединение ячеек выполнено с помещением коммутирующих шин в защитной водородной среде, а использование втулки позволило герметизировать камеру раздачи топлива и усилить механическую прочность единичной ячейки. Это все повысило конструкционную прочность и ресурс работы модуля в целом. При последовательном соединении ячеек ТОГЭ отпадает необходимость набирать ячейки группами и изолировать группы друг от друга, как при параллельном соединении, так как небольшая величина тока позволяет соединять ячейки в блоки без возрастания потерь в коммутирующих шинах. Это позволяет уменьшить габариты модуля, не теряя мощность генератора. Были проведены длительные испытания модуля, подтвердившие увеличение электрической мощности. Результаты испытаний приведены в таблице на фиг.4.

Промышленная применимость

Изобретение может быть использовано в системах, где требуется работа в агрессивной среде, при повышенной температуре, неравномерно распределенной температуре, вибрации, например при создании энергоустановок на твердооксидных топливных элементах. Изготовлен опытный образец генератора, испытания которого подтвердили описанный технический результат.

Формула изобретения

5 1. Сменный модуль генератора на твердооксидных топливных элементах, содержащий корпус, установленный на основании, внутри которого выполнена полость подачи окислителя и жестко закреплены электрически соединенные трубчатые единичные ячейки, катодные токовыводы, окруженные анодными токосъемами, отличающийся тем, что внутри корпуса параллельно основанию выполнена перегородка, образующая вместе со стенками корпуса и основанием 10 камеру раздачи топлива, в перегородке жестко закреплены и электрически изолированы анодные токосъемы, катодный токовывод герметично соединен с трубчатой единичной ячейкой посредством втулки, нижняя часть токовывода поджата к электрической шине, соединяющей катодный токовывод с анодным токосъемом соседней единичной ячейки.

15 2. Сменный модуль генератора по п.1, отличающийся тем, что катодные токовыводы выполнены в виде прутков.

3. Сменный модуль генератора по п.1, отличающийся тем, что катодные токовыводы выполнены в виде трубок с заглушенными верхними концами и 20 отверстиями в боковых поверхностях.

4. Сменный модуль генератора по п.1, отличающийся тем, что трубчатые единичные ячейки выполнены в виде трубок.

25

30

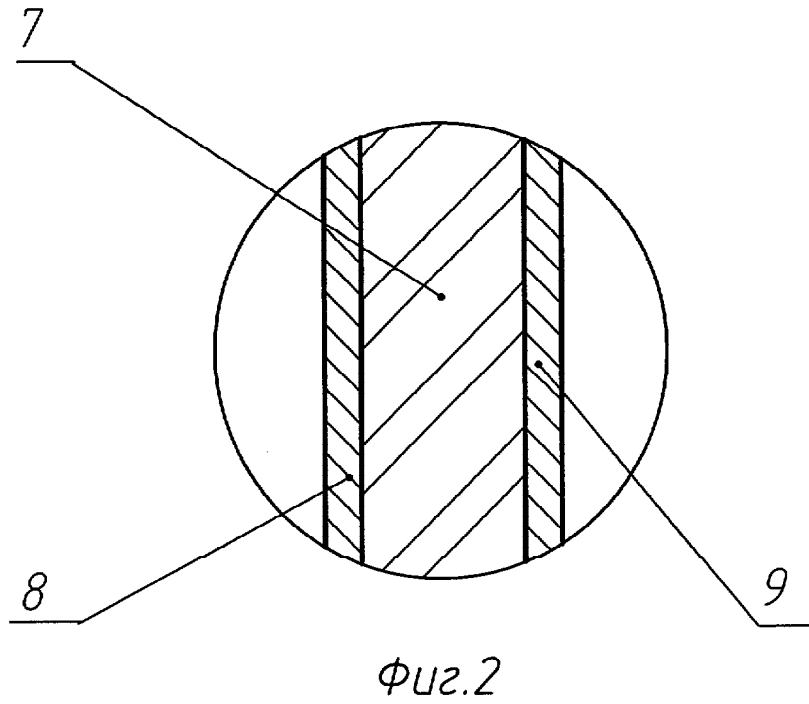
35

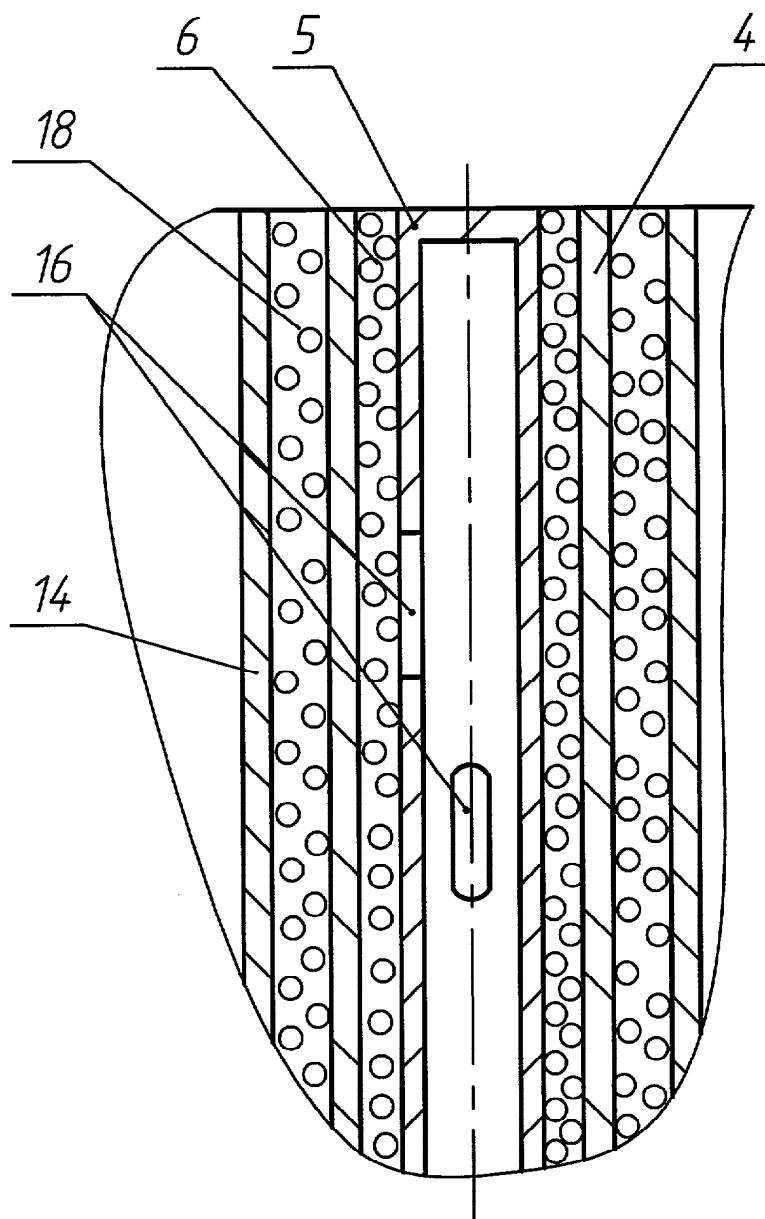
40

45

50

A





Фиг. 3

Вид соединения	Температура, °С	Режим работы	P, Вт	P _{уд} , мВт/см ²	P _{ком} , Вт	Δ, %	Напряжение на модуле, В
Параллельное	950	P _{max}	66,9	248	55,5	17,0	0,5
	950	P _{nom}	57,6	213	47,8	16,0	0,7
Последовательное	950	P _{max}	66,9	248	65,4	2,2	4,5
	950	P _{nom}	57,6	213	56,3	2,1	6,3

Фиг.4