

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2856036

Блок твердооксидных топливных элементов с керамическими каркасными пластинами и герметичными металлическими топливораспределительными узлами

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипьяна Российской академии наук (ИФТТ РАН) (RU)*

Авторы: *Левин Марк Николаевич (RU), Бурмистров Илья Николаевич (RU), Ерилин Иван Сергеевич (RU)*

Заявка № 2025113789

Приоритет изобретения 23 мая 2025 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 10 февраля 2026 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 23 мая 2045 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат 00a570e4f7add8d531b4b8818e75f29506
Владелец **Зубов Юрий Сергеевич**
Действителен с 04.09.2025 по 28.11.2026

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(52) СПК
H01M 8/12 (2025.08)

(21)(22) Заявка: 2025113789, 23.05.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.05.2025

Дата регистрации:
10.02.2026

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 23.05.2025

(45) Опубликовано: 10.02.2026 Бюл. № 4

Адрес для переписки:
142432, Московская обл, г. Черноголовка, ул.
Академика Осипьяна, 2, ФГБУН "ИФТТ"
РАН, Колесников Николай Николаевич

(72) Автор(ы):

Левин Марк Николаевич (RU),
Бурмистров Илья Николаевич (RU),
Ерилин Иван Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт физики
твердого тела имени Ю.А. Осипьяна
Российской академии наук (ИФТТ РАН)
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2750394 C1, 28.06.2021. US
7585577 B2, 08.09.2009. US 8632924 B2,
21.01.2014. WO 2019161301 A1, 22.08.2019. JP
5221619 B2, 26.06.2013.

(54) Блок твердооксидных топливных элементов с керамическими каркасными пластинами и герметичными металлическими топливораспределительными узлами

(57) Формула изобретения

Блок твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ), включающий керамические каркасные пластины с функциями газораспределения, металлические катодные токосъемные элементы, обеспечивающие возможность коммутации ТОТЭ по монополярному типу, отличающийся тем, что собирается из металлических топливораспределительных узлов с парой мембранно-электродных блоков (МЭБ), образующих путем сварки единое герметичное анодное пространство для подачи топлива, при этом металлический топливораспределительный узел включает металлическую рамку, подводящие и отводящие газ патрубки, пару МЭБ, на поддерживающем металле вваренные в металлическую рамку катодной стороной наружу, керамическая каркасная пластина содержит продольные каналы для подачи окислителя к катодам МЭБ, с которых выведены металлические токосъемные элементы, выступ с обратной стороны пластины.



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H01M 8/12 (2025.08)

(21)(22) Заявка: 2025113789, 23.05.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.05.2025

Дата регистрации:
10.02.2026

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.05.2025

(45) Опубликовано: 10.02.2026 Бюл. № 4

Адрес для переписки:

142432, Московская обл, г. Черноголовка, ул.
Академика Осипьяна, 2, ФГБУН "ИФТТ"
РАН, Колесников Николай Николаевич

(72) Автор(ы):

Левин Марк Николаевич (RU),
Бурмистров Илья Николаевич (RU),
Ерилин Иван Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт физики
твердого тела имени Ю.А. Осипьяна
Российской академии наук (ИФТТ РАН)
(RU)

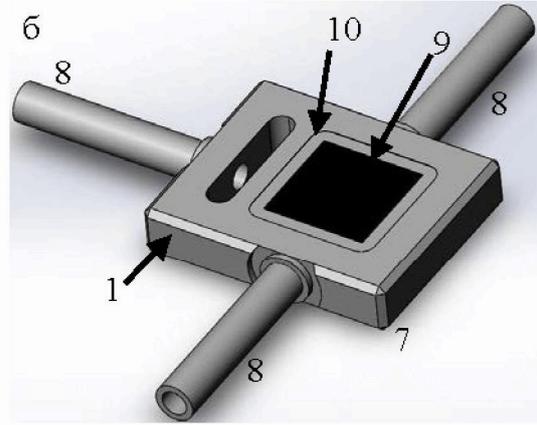
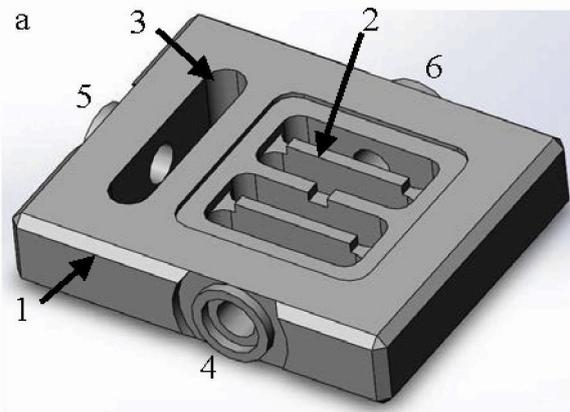
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2750394 C1, 28.06.2021. US
7585577 B2, 08.09.2009. US 8632924 B2,
21.01.2014. WO 2019161301 A1, 22.08.2019. JP
5221619 B2, 26.06.2013.

(54) Блок твердооксидных топливных элементов с керамическими каркасными пластинами и герметичными металлическими топливораспределительными узлами

(57) Реферат:

Изобретение относится к твердооксидным топливным элементам (ТОТЭ) с металл-поддерживаемыми слоями, а именно к блокам ТОТЭ, в которых металлические биполярные пластины заменены керамическими каркасными пластинами с функциями газораспределения и герметичными металлическими топливораспределительными узлами, а электрическая коммутация мембранно-

электродных блоков возможна монополярным способом. Устройство может быть использовано в качестве генератора электрической энергии малой мощности. Технический результат, на достижение которого направлено изобретение, заключается в повышении надежности и механической прочности блока ТОТЭ за счет отсутствия герметизируемых швов. 3 ил.



Фиг. 1

RU 2856036 C1

RU 2856036 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
H01M 8/12 (2025.08)

(21)(22) Application: **2025113789, 23.05.2025**

(24) Effective date for property rights:
23.05.2025

Registration date:
10.02.2026

Priority:

(22) Date of filing: **23.05.2025**

(45) Date of publication: **10.02.2026** Bull. № 4

Mail address:

**142432, Moskovskaya obl., g. Chernogolovka, ul.
Akademika Osipyana, 2, FGBUN "IFTT " RAN,
Kolesnikov Nikolaj Nikolaevich**

(72) Inventor(s):

**Levin Mark Nikolaevich (RU),
Burmistrov Ilia Nikolaevich (RU),
Erilin Ivan Sergeevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
uchrezhdenie nauki Institut fiziki tverdogo tela
imeni Iu.A. Osipiana Rossiiskoi akademii nauk
(IFTT RAN) (RU)**

(54) **STACK OF SOLID OXIDE FUEL CELLS WITH CERAMIC FRAME PLATES AND SEALED METAL FUEL DISTRIBUTION UNITS**

(57) Abstract:

FIELD: power engineering.

SUBSTANCE: invention relates to solid oxide fuel cells (SOFCs) with metal-supported layers, namely to SOFC stacks in which metal bipolar plates are replaced by ceramic frame plates with gas distribution and sealing functions and sealed metal fuel distribution units, and electrical commutation of membrane-

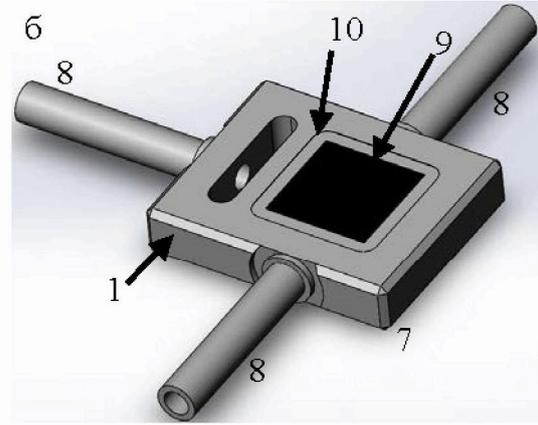
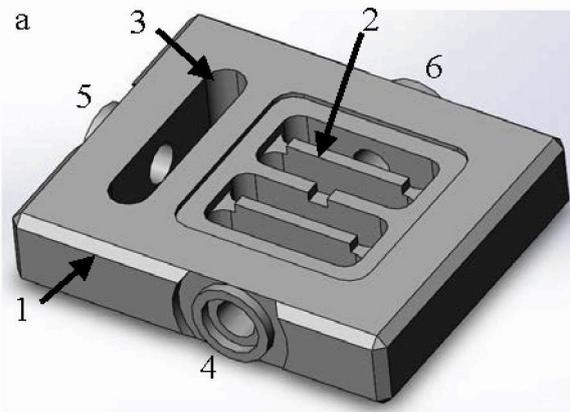
electrode assemblies is possible in a unipolar manner. The device can be used as a generator of electrical energy of low power.

EFFECT: increase in the reliability and mechanical strength of the SOFC stack due to the absence of sealed seams.

1 cl, 3 dwg

RU 2 856 036 C1

RU 2 856 036 C1



Фиг. 1

RU 2856036 C1

RU 2856036 C1

Изобретение относится к твердооксидным топливным элементам (ТОТЭ) с металл-поддерживаемыми слоями, а именно к блокам ТОТЭ, в которых металлические биполярные пластины заменены керамическими каркасными пластинами с функциями газораспределения и герметичными металлическими топливораспределительными узлами, а электрическая коммутация мембранно-электродных блоков (МЭБ) возможна монополярным способом.

Известен блок топливных элементов (ТЭ) из повторяемых элементов в виде картриджей с МЭБ. В патенте US7585577B2 (Sep.8, 2009) Monopolar fuel cell stack coupled together without use of top or bottom cover plates or the roos/ Narayanan, et al. предложено собирать блок ТЭ из одинаковых предварительно сформированных картриджей, каждый из которых содержит по паре планарных МЭБ с обращенными друг к другу анодами, образующими общее анодное пространство для подачи топлива, причем конструкция картриджей обеспечивает при сборе их в блок формирование общей газораспределительной системы и электрическую коммутацию МЭБ по монополярному типу. Недостатками являются большое количество герметизируемых швов, сложность конструкции, а также то, что предложенное в данном патенте техническое решение применимо только к блокам ТЭ с открытым катодом.

Также известен блок ТОТЭ, в котором используются каркасные керамические пластины, чередующиеся с МЭБ. В патенте US8632924 B2 (Jan. 21, 2014) Solid Oxide Fuel Cells and Manufacturing Method Thereof/ Shin, et al. предложен блок ТОТЭ с монополярной коммутацией с керамическими пластинами для электрической изоляции соседних МЭБ, создания газораспределительных каналов и формирования монолитного блока ТОТЭ без использования биполярных пластин. Монолитность керамического каркаса блока ТОТЭ обеспечивается спеканием каркасных керамических пластин с электролитами МЭБ. Монополярная электрическая коммутация МЭБ осуществляется по боковым поверхностям батареи ТОТЭ сплавами благородных металлов. Недостатками способа являются высокая сложность изготовления, применимость только к ТОТЭ с несущим электролитом и низкая эффективность токосъема.

В качестве прототипа, предлагаемого нами монополярного блока ТОТЭ, принимается блок ТОТЭ с напечатанными на 3D-принтере керамическими каркасными пластинами и монополярной коммутацией, представленный в патенте RU2750394 (22.03.2021). Согласно прототипу, металлические биполярные пластины в блоке планарных ТОТЭ выполнены в виде напечатанных на 3D принтере керамических пластин, которые образуют газораспределительные каналы, формируют каркас блока ТОТЭ и обеспечивают возможность монополярной коммутации МЭБ тонкими металлическими листами. Недостатками прототипа является большое количество снижающих надежность и механическую прочность герметизируемых швов.

Технический результат, на достижение которого направлено заявляемое изобретение, заключается в повышении надежности и механической прочности блока ТОТЭ за счет отсутствия герметизируемых швов.

Для достижения названного технического результата в предлагаемом устройстве, включающем общие с прототипом напечатанные на 3D-принтере керамические каркасные пластины с функциями газораспределения, металлические катодные токосъемные элементы, позволяющие коммутировать ТОТЭ по монополярному типу, устройство дополняется металлическими топливораспределительными узлами с вваренными в них металл-поддерживаемыми ТОТЭ, что обеспечивает отсутствие герметизируемых швов.

На Фиг. 1а представлена металлическая рамка (1) с топливораспределительными

каналами (2), каналом для подачи окислителя (3) и отверстиями под вварку патрубков для подвода топлива (4), окислителя (5) и вывода продуктов реакции (6). Фиг. 1б демонстрирует металлический топливораспределительный узел (7), включающий металлическую рамку (1), подводящие и отводящие газ патрубки (8), пары МЭБ (9) ТОТЭ на поддерживающем металле (10). МЭБ на поддерживающем металле 5 ввариваются в металлическую рамку (1) катодной стороной наружу. Таким образом формируется герметически плотная анодная полость без требующих герметизации швов с подачей в нее газообразного топлива через отверстие (4), его равномерным распределением по площади МЭБ за счет прохождения по каналам (2), и выхлопом 10 через выходное отверстие (6). Канал (3) предназначен для подачи окислителя к катодам через каналы описываемых ниже керамических каркасных пластин. В собранном блоке ТОТЭ каналы (3) формируют топливный трубопровод вдоль всего блока. Кроме того, металлический топливораспределительный узел (7) предназначен для использования в качестве анодного токосъема. Металлический топливораспределительный узел 15 изготавливается из нержавеющей сталей с высоким содержанием хрома.

На Фиг. 2 изображена керамическая каркасная пластина (11). Продольные каналы (12) предназначены для равномерной подачи окислителя к катодам МЭБ. В собранном блоке ТОТЭ окислитель поступает в продольные каналы (12) через ортогонально расположенный канал (3) металлического топливораспределительного узла (7). 20 Поперечный внутренний паз (13) на границе рабочей области МЭБ с одного конца каналов предназначен для механической фиксации и крепления катодного токосъемного элемента. Поперечный паз (14) с другого конца каналов имеет выходы на противоположные грани керамической каркасной пластины и предназначен для вывода электрических контактных площадок для внешней коммутации ТОТЭ в блоке. Выступ 25 (15) с обратной стороны пластины предназначен для формирования жесткого каркаса блока ТОТЭ и повышения технологичности его сборки.

На Фиг. 3 приведен пример конечного объекта изобретения - блок ТОТЭ из чередующихся наборов металлического топливораспределительного узла (7) и керамических каркасных пластин (11), примыкающих к катодам каждого МЭБ. С 30 катодов МЭБ выведены металлические токосъемные элементы (16) для внешней коммутации МЭБ. На Фиг. 3 также показаны концевые плиты (17) с пазом (18) для фиксации передающего внешнее сдавливающее усилие устройства (на изображении не приводится). Показанный блок содержит две пары параллельно соединенных МЭБ. В блоке данной конструкции доступны контакты как к анодным, так и к катодным 35 электродам, что позволяет коммутировать пары МЭБ соседних металлических топливораспределительных узлов как последовательно, так и параллельно, в зависимости от требуемого соотношения тока и напряжения блока при заданной мощности.

Работа блока твердооксидных топливных элементов с керамическими каркасными 40 пластинами и герметичными металлическими топливораспределительными узлами осуществляется следующим образом. Устройство помещается в теплоизолированное пространство, где поддерживается его рабочая температура (550 - 750°C). Топливо (водород, природный газ, синтез-газ) подается через отверстие (4) в металлическую рамку (1), где с помощью каналов (2) распределяется по анодной стороне МЭБ (9). 45 Через отверстие (5) на керамические каркасные пластины (11) поступает окислитель (кислород, воздух), где через продольные каналы (12) распределяется по катодной стороне МЭБ (9). В результате электрохимической реакции между топливом и окислителем генерируется электрический ток, который перетекает с металлических

токосъемных элементов (16) на металлические топливораспределительные узлы (7) через внешнюю нагрузку (не приводится на изображениях), в результате генерируется электрическая энергия. Продукты реакции выводятся через отверстие (6). Пары МЭБ, вваренные в топливораспределительный узел, коммутируются между собой
5 последовательно или параллельно в зависимости от требуемых напряжения и силы тока.

(57) Формула изобретения

Блок твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ), включающий керамические
10 каркасные пластины с функциями газораспределения, металлические катодные токосъемные элементы, обеспечивающие возможность коммутации ТОТЭ по монополярному типу, отличающийся тем, что собирается из металлических топливораспределительных узлов с парой мембранно-электродных блоков (МЭБ), образующих путем сварки единое герметичное анодное пространство для подачи
15 топлива, при этом металлический топливораспределительный узел включает металлическую рамку, подводящие и отводящие газ патрубки, пару МЭБ, на поддерживающем металле вваренные в металлическую рамку катодной стороной наружу, керамическая каркасная пластина содержит продольные каналы для подачи окислителя к катодам МЭБ, с которых выведены металлические токосъемные элементы,
20 выступ с обратной стороны пластины.

25

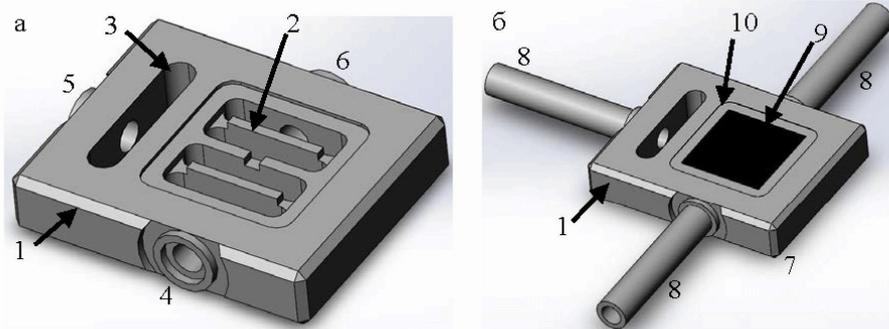
30

35

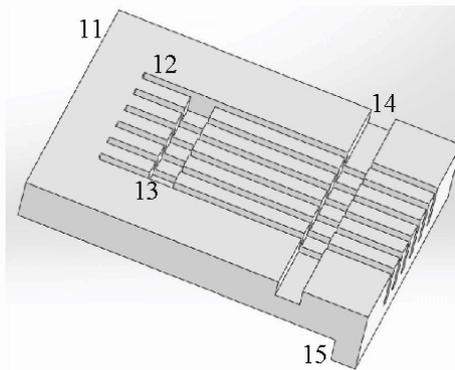
40

45

1

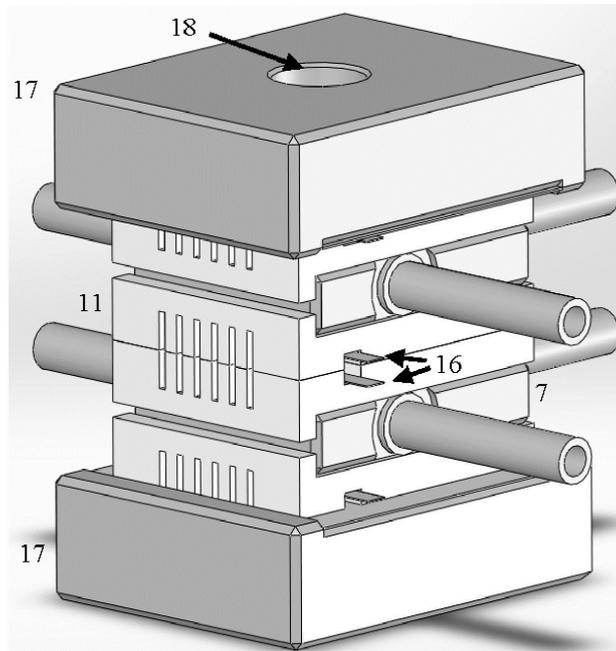


Фиг. 1



Фиг. 2

2



Фиг. 3