

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В
СООТВЕТСТВИИ С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро

(43) Дата международной публикации
22 апреля 2021 (22.04.2021)



(10) Номер международной публикации
WO 2021/075992 A1

(51) Международная патентная классификация:
G21C 3/32 (2006.01)

(21) Номер международной заявки: PCT/RU2019/000735

(22) Дата международной подачи:
15 октября 2019 (15.10.2019)

(25) Язык подачи: Русский

(26) Язык публикации: Русский

(71) Заявитель: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ТВЭЛ"
(JOINT-STOCK COMPANY "TVEL") [RU/RU]; Ка-
ширское шоссе, 49, Москва, 115409, Moscow (RU).

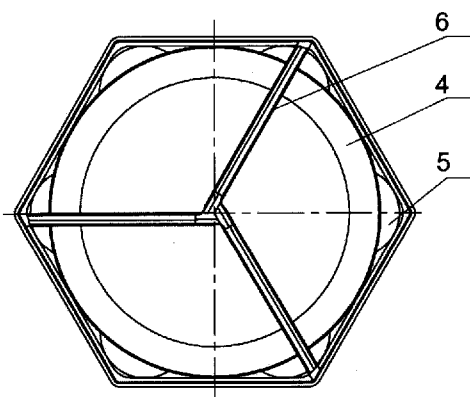
(72) Изобретатели: ИВАНОВ, Роман Сергеевич
(IVANOV, Roman Sergeevich); ул. Учительская, 50,
кв. 70, г. Новосибирск, 630110, g. Novosibirsk (RU).
ШУСТОВ, Мстислав Александрович (SHUSTOV,
Mstislav Aleksandrovich); ул. Бориса Богаткова, 194/6,
кв. 21, г. Новосибирск, 630017, g. Novosibirsk
(RU). ЕНИН, Анатолий Алексеевич (ENIN, Anatoly

Alekseevich); ул. Учительская, 44, кв. 13, г. Новоси-
бирск, 630110, g. Novosibirsk (RU). ПОЛЯКОВ, Дмит-
рий Леонидович (POLYAKOV, Dmitry Leonidovich);
ул. Рассветная, 1/1, кв. 43, г. Новосибирск, 630129, g.
Novosibirsk (RU). ЮРИН, Петр Михайлович (YURIN,
Petr Mikhailovich); ул. Гребенщикова, 14, кв. 156, г. Но-
восибирск, 630129, g. Novosibirsk (RU).

(81) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: BOTTOM NOZZLE OF NUCLEAR REACTOR FUEL ASSEMBLY

(54) Название изобретения: ХВОСТОВИК ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕЙ СБОРКИ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА



Фиг. 2

(57) Abstract: A bottom nozzle of a nuclear reactor fuel assembly comprises the following, interconnected coaxially: a support element, a dif-fuser and a hexagonal frame with ribs of variable height which are fastened in non-adjacent corners of the hexagonal frame with an offset from the plane of symmetry of the corners in such a manner that the end of one rib abuts the lateral surface of another rib. A profile of the ribs has a step on the lateral surface of the ribs and a tapering of the upper end of the ribs, the step serves for mounting the ring of an anti-debris filter, and the tapering for support in a support grid of a bundle of fuel elements. The tapering of the ribs can be in the form of teeth with flat tips. The technical result consists in increasing the reliability of a bottom nozzle and of a fuel assembly as a whole by reducing the hydraulic resistance of the bottom nozzle and the vibration loading of the fuel elements.

(57) Реферат: Хвостовик тепловыделяющей сборки ядерного реак-
тора содержит соосно соединенные между собой опорный элемент,
диффузор, шестигранную раму с ребрами переменной высоты, за-
крепленными в несмежные углы шестигранной рамы со смещени-
ем от плоскости симметрии углов таким образом, что торец одного
ребра сопряжен с боковой поверхностью другого ребра. Профиль ре-
бер выполнен с уступом на боковой поверхности ребер и утонени-
ем верхнего торца ребер, уступ служит для установки обода антиде-
брисного фильтра, а утонение - для упора в опорную решетку пуч-
ка тепловыделяющих элементов. Утонение ребер может быть выпол-
нено в виде зубьев с плоскими вершинами. Технический результат
- повышение надежности хвостовика и тепловыделяющей сборки в
целом за счет снижения гидравлического сопротивления хвостовика
и вибронагружения ТВЭЛОВ.



WO 2021/075992 A1

(84) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Опубликована:

— с отчётом о международном поиске (статья 21.3)

НАЗВАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Хвостовик тепловыделяющей сборки ядерного реактора

5

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Изобретение относится к атомной технике, а именно - к тепловыделяющим сборкам ядерных энергетических реакторов с водой под давлением.

10

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Для повышения надежности тепловыделяющей сборки и её защиты в процессе эксплуатации от повреждений дебрис-частицами в хвостовик тепловыделяющей сборки устанавливают антидебрисный фильтр, располагая его между ребрами хвостовика в наибольшее проходное сечение хвостовика с целью уменьшения гидравлического сопротивления. Как правило, современные антидебрисные фильтры состоят из фильтрующего элемента и обода, с помощью которого фильтр соединяется с хвостовиком.

Известен хвостовик тепловыделяющей сборки ядерного реактора (патент РФ № 2079170, опубл. 10.05.1997), снабженный ребрами, прилегающими своими торцами к нижней плоскости нижней опорной решетки между рядами отверстий для тепловыделяющих элементов (ТВЭЛОВ), недостатком которого является частичное перекрытие отверстий для прохода теплоносителя сквозь нижнюю опорную решетку, а также отсутствие возможности выравнивания поля скоростей потока теплоносителя по сечению в хвостовике.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к предлагаемому техническому решению является хвостовик тепловыделяющей сборки ядерного реактора (патент РФ № 2325714, опубл. 10.12.2007), содержащий соединенные между собой соосно цоколь, опорный элемент, диффузор, шестигранную раму с закрепленными

на упомянутой раме ребрами звездообразной формы для установки опорной решетки пучка ТВЭЛов тепловыделяющей сборки.

Недостатком данного хвостовика тепловыделяющей сборки является уменьшение его проходного сечения при установке антидебрисных 5 фильтров, наличие в месте соединения ребер затененного участка для протока теплоносителя, возникновение турбулентности потока теплоносителя в месте соединения ребра хвостовика с ободом антидебрисного фильтра и, как следствие, повышение коэффициента гидравлического сопротивления, приводящего к повышенному 10 вибронагружению ТВЭЛов.

Предлагаемая конструкция хвостовика тепловыделяющей сборки ядерного реактора устраняет указанные недостатки.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

15 Технической задачей изобретения является повышение надежности хвостовика и, соответственно, тепловыделяющей сборки в целом.

Для решения поставленной задачи необходимо создать конструкцию хвостовика, позволяющую исключить уменьшение проходного сечения, минимизировать затененный центральный участок, влияющие на проток 20 теплоносителя, исключить турбулентность потока теплоносителя в местах контакта ребер хвостовика с ободом устанавливаемого антидебрисного фильтра и сохранить прочностные свойства хвостовика.

Повышенный коэффициент гидравлического сопротивления активной зоны приводит к снижению расхода теплоносителя через реактор и, как 25 следствие, к ухудшению охлаждения активной зоны в номинальном режиме и режимах с нарушением нормальной эксплуатации. Увеличение перепада давления на активной зоне, вызванное увеличением ее коэффициента гидравлического сопротивления, приводит к снижению запаса до всплытия тепловыделяющей сборки.

Техническим результатом изобретения является снижение гидравлического сопротивления хвостовика и, как следствие, вибронагружения твэлов.

Технический результат достигается тем, что:

- 5 - хвостовик тепловыделяющей сборки ядерного реактора содержит соосно соединенные между собой опорный элемент, диффузор и шестигранную раму, на которой закреплены ребра переменной высоты;
- закрепленные на шестигранной раме ребра установлены в несмежные углы рамы со смещением от плоскости симметрии углов таким образом, что
- 10 торец одного ребра сопрягается с боковой поверхностью другого ребра;
- на боковой поверхности закрепленных на шестигранной раме ребер выполнен уступ, на верхнем торце этих ребер выполнено утонение, уступ служит для установки обода антидебрисного фильтра, а утонение - для упора в опорную решетку пучка твэлов;
- 15 - при выполнении утонения закрепленных на шестигранной раме ребер верхние кромки ребер изготавливаются в виде зубьев с плоскими вершинами, взаимодействующими с перемычками между проливными отверстиями опорной решетки пучка твэлов.

Закрепление ребер в несмежных углах рамы со смещением

20 и сопряжением торца одного ребра с боковой поверхностью другого обеспечивает минимальное затенение для теплоносителя центральной части хвостовика без потери необходимой прочности конструкции и увеличение проходного сечения хвостовика с установленным антидебрисным фильтром. При этом снижается гидравлическое сопротивление хвостовика

25 и, как следствие, вибронагружение твэлов.

Выполнение ребер с уступом на боковой поверхности ребер, утонением верхнего торца ребер и их соединение друг с другом посредством сопряжения торца одного ребра с боковой поверхностью другого, исключаящее необходимость наличия центрального соединительного узла,

позволяет уменьшить металлоемкость изделия, а также номенклатуру и количество используемых при изготовлении изделия деталей.

Краткое описание чертежей

5 Сущность изобретения поясняется чертежами, на которых представлены:

фиг. 1 – тепловыделяющая сборка, общий вид;

фиг. 2 – хвостовик с ребрами, вид сверху;

10 фиг. 3 – хвостовик с установленными опорной решеткой и антидебрисным фильтром, вертикальный разрез;

фиг. 4 – ребро хвостовика, вид в двух проекциях;

фиг. 5 – ребро хвостовика с выполнением верхней кромки в виде зубьев с плоскими вершинами, главный вид.

15 Хвостовик 1 тепловыделяющей сборки 2 ядерного реактора содержит соединенные между собой соосно опорный элемент 3, диффузор 4, шестигранную раму 5. В несмежные углы шестигранной рамы 5 закреплены со смещением от плоскости симметрии углов ребра 6 переменной высоты. На ребрах 6 выполнены уступы 7 и утонения 8. В уступы 7 устанавливается обод антидебрисного фильтра 9. Утонение 8 контактирует с перемычками между
20 проливными отверстиями опорной решетки 10 пучка твэлов. Верхнее утонение ребра 6 может быть выполнено в виде зубьев 11 с плоскими вершинами.

Работа хвостовика осуществляется следующим образом.

25 Теплоноситель входит в хвостовик 1, снабженный антидебрисным фильтром 9, установленным своим ободом в уступы 7 профиля ребра 6, попадает в диффузор 4, свободно растекается также в радиальных направлениях вдоль ребер 6 и подходит к опорной решетке 10 пучка твэлов.

30 Закрепление ребер 6 в несмежные углы шестигранной рамы 5 со смещением от плоскости симметрии углов таким образом, что торец

одного ребра сопрягается с боковой поверхностью другого ребра, создает условия для выравнивания поля скоростей теплоносителя при прохождении диффузора 4.

Опора на утонение 8 профиля ребра 6 опорной решетки 10 пучка твэлов 5 перемычками между проливными отверстиями исключает перекрытие части проливных отверстий для прохода теплоносителя и создает возможность для перетечек теплоносителя для выравнивания локальных неоднородностей потока между смежными полостями, ограниченными общими ребрами 6.

Вывоженный по скоростям в поперечном сечении поток имеет меньшие 10 горизонтальные составляющие скоростей после прохождения опорной решетки 10 пучка твэлов, следовательно, создает меньшие вибродинамические нагрузки на твэлы и узлы их крепления в опорной решетке 10 пучка твэлов. Обеспечивается повышение надежности хвостовика 1 и тепловыделяющей сборки 2 в целом.

15

Промышленная применимость

Таким образом, применение предлагаемой конструкции хвостовика тепловыделяющей сборки ядерного реактора позволяет решить поставленную задачу повышения надежности хвостовика за счет снижения 20 гидравлического сопротивления хвостовика и вибронагружения твэлов и целесообразно для использования в тепловыделяющих сборках ядерных энергетических реакторов с водой под давлением.

25

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Хвостовик тепловыделяющей сборки ядерного реактора, содержащий соосно соединенные между собой опорный элемент, диффузор, 5 шестигранную раму, на которой закреплены ребра, отличающийся тем, что ребра выполнены переменной высотой и установлены в несмежные углы шестигранной рамы со смещением от плоскости симметрии углов таким образом, что торец одного ребра сопряжен с боковой поверхностью другого ребра, при этом профиль ребер выполнен с уступом на боковой поверхности 10 ребер и утонением верхнего торца ребер, уступ служит для установки обода антидебрисного фильтра, а утонение - для упора в опорную решетку пучка тепловыделяющих элементов.

2. Хвостовик по п. 1, отличающийся тем, что утонения ребер выполнены в виде зубьев с плоскими вершинами.

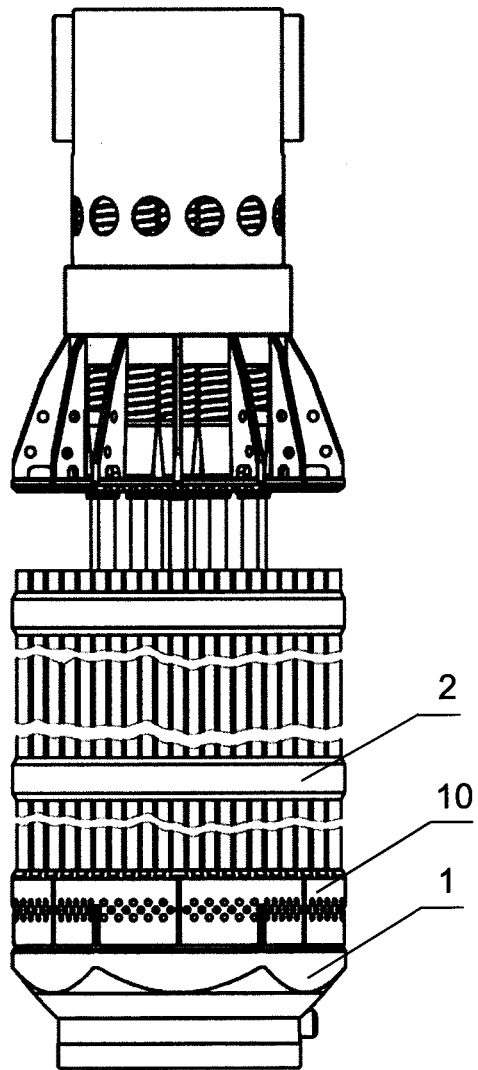
15

20

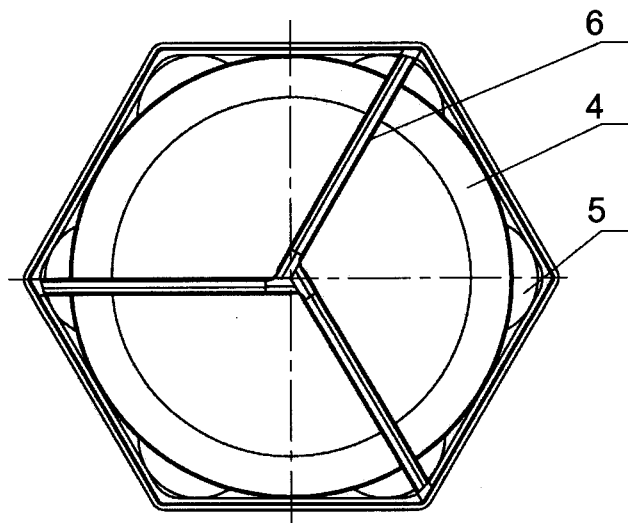
25

30

1/3

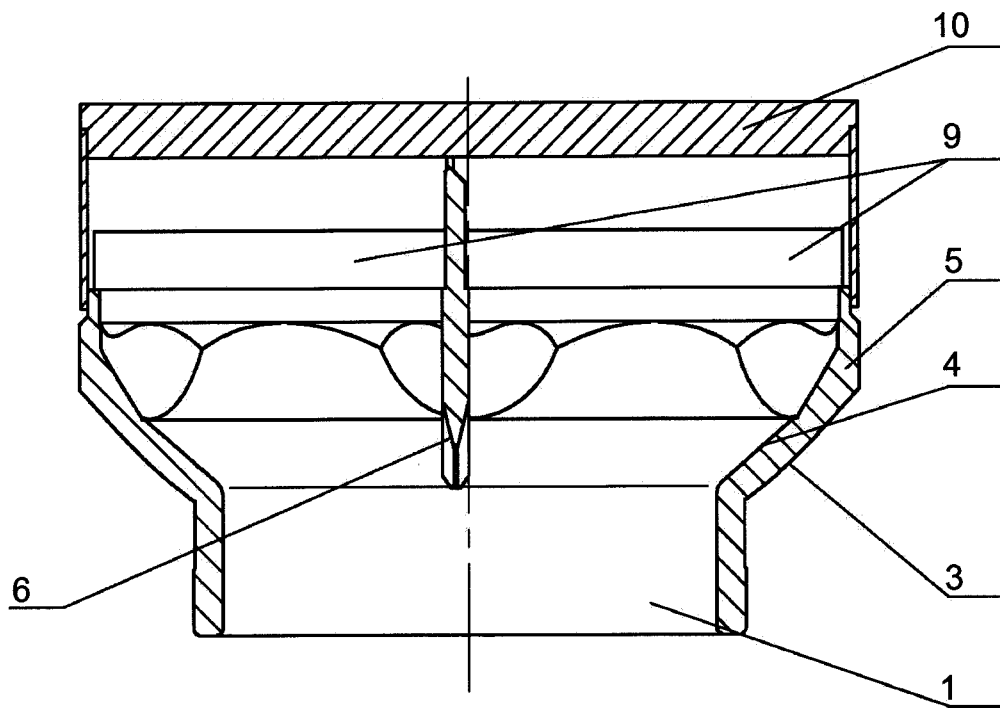


Фиг. 1

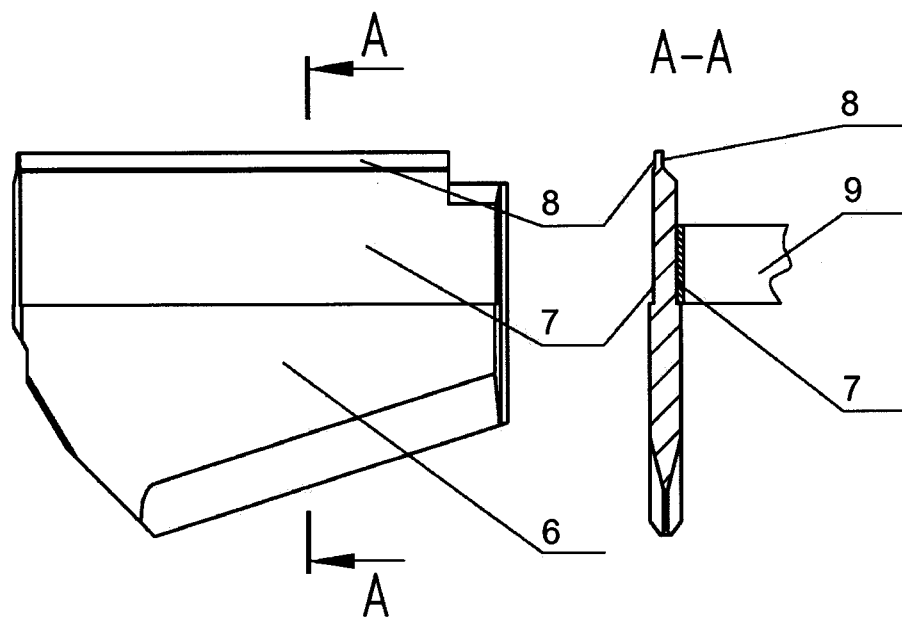


Фиг. 2

2/3

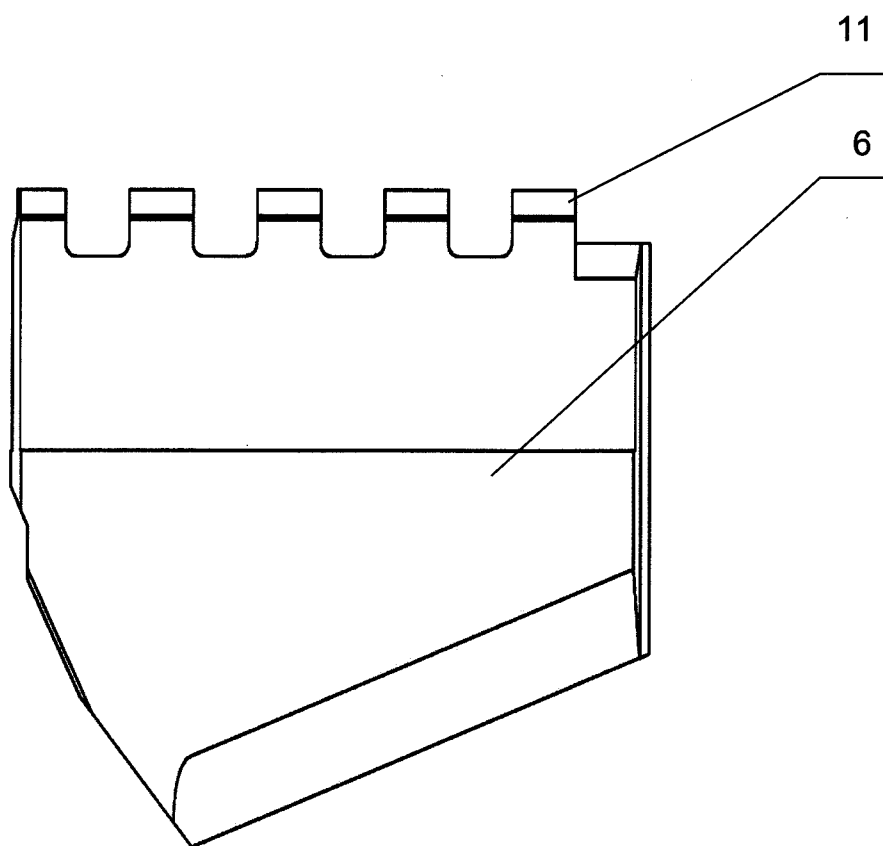


Фиг. 3



Фиг. 4

3/3



Фиг.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 2019/000735

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G21C3/32 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G21C 3/00, 3/02, 3/04, 3/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

PatSearch (RUPTO Internal), USPTO, PAJ, Espacenet, Information Retrieval System of FIPS

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	RU 2325714 C2 (OTKRYTOE AKTSIONERNOE OBSHCHESTVO «NOVOSIBIRSKII ZAVOD KHIMKONTSENTRATOV») 27.05.2008	1-2
A	RU 52512 U1 (OTKRYTOE AKTSIONERNOE OBSHCHESTVO "MASHINOSTROITELNYI ZAVOD" et al.) 27.03.2006	1-2
A	RU 2410771 C1 (OTKRYTOE AKTSIONERNOE OBSHCHESTVO "TVEL" et al.) 27.01.2011	1-2
A	RU 2312413 C1 (PANIUSHKIN ALBERT KONSTANTINOVICH) 10.12.2007	1-2
A	WO 1992/010839 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.) 25.06.1992	1-2



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 June 2020 (05.06.2020)

Date of mailing of the international search report

02 July 2020 (02.07.2020)

Name and mailing address of the ISA/

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Номер международной заявки

PCT/RU 2019/000735

A. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ G21C 3/32 (2006.01)		
Согласно Международной патентной классификации МПК		
B. ОБЛАСТЬ ПОИСКА Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации) G21C 3/00, 3/02, 3/04, 3/32		
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки		
Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины) PatSearch (RUPTO Internal), USPTO, PAJ, Espacenet, Information Retrieval System of FIPS		
C. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:		
Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	RU 2325714 C2 (ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НОВОСИБИРСКИЙ ЗАВОД ХИМКОНЦЕНТРАТОВ») 27.05.2008	1-2
A	RU 52512 U1 (ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД" и др.) 27.03.2006	1-2
A	RU 2410771 C1 (ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ТВЭЛ" и др.) 27.01.2011	1-2
A	RU 2312413 C1 (ПАНЮШКИН АЛЬБЕРТ КОНСТАНТИНОВИЧ) 10.12.2007	1-2
A	WO 1992/010839 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.) 25.06.1992	1-2
☐ последующие документы указаны в продолжении графы C. ☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении		
* "А" "Е" "L" "O" "P"	Особые категории ссылочных документов: документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано) документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д. документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета	"Т" более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение "Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности "У" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста "&" документ, являющийся патентом-аналогом
Дата действительного завершения международного поиска 05 июня 2020 (05.06.2020)		Дата отправки настоящего отчета о международном поиске 02 июля 2020 (02.07.2020)
Наименование и адрес ISA/RU: Федеральный институт промышленной собственности, Бережковская наб., 30-1, Москва, Г-59, ГСП-3, Россия, 125993 Факс: (8-495) 531-63-18, (8-499) 243-33-37		Уполномоченное лицо: М. Щеголева Телефон № 8(495) 531-64-81