

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

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро

(43) Дата международной публикации
20 февраля 2020 (20.02.2020)



(10) Номер международной публикации
WO 2020/036509 A1

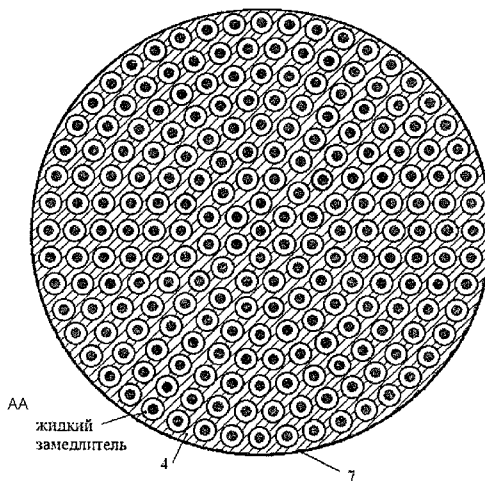
- (51) Международная патентная классификация :
G21C 1/12 (2006.01)
- (21) Номер международной заявки : PCT/RU20 18/000870
- (22) Дата международной подачи :
25 декабря 2018 (25.12.2018)
- (25) Язык подачи : Русский
- (26) Язык публикации : Русский
- (30) Данные о приоритете :
2018129925 16 августа 2018 (16.08.2018) RU
- (71) Заявители : АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ГО-
СУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОС-
СИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ - ФИЗИКО - ЭНЕРГЕТИ -
ЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ А.И. ЛЕЙПУН-

СКОГО" (JOINT STOCK COMPANY "STATE
SCIENTIFIC CENTRE OF THE RUSSIAN
FEDERATION - INSTITUTE FOR PHYSICS AND
POWER ENGINEERING NAMED AFTER A.I.
LEYPUNSKY") [RU/RU]; ил. Бондаренко, 1 Калужская
обл., Обнинск, 249033, Kaluzhskaya obl., Obninsk (RU).
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "НАУКА И ИННОВАЦИИ"
(JOINT STOCK COMPANY "SCIENCE
AND INNOVATIONS") [RU/RU]; Старомонетный
пер., 26 Москва, 119180, Moscow (RU).

(72) Изобретатели : ЛОГИНОВ, Николай Иванович
(LOGINOV, Nikolay Ivanovich); ул. Горького, 60, кв.
16 Калужская область, Обнинск, 249033, Kaluzhskaya
obl., Obninsk (RU). МИХЕЕВ, Александр Сергеевич
(MIKHEEV, Aleksandr Sergeevich); пр. Марк-
са, 73, кв. 30 Калужская область, Обнинск, 249034,

(54) Title: NUCLEAR REACTOR CORE

(54) Название изобретения : АКТИВНАЯ ЗОНА ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА



Фиг. 1

AA liquid moderator

(57) **Abstract:** A nuclear reactor core relates to the field of atomic energy. A nuclear reactor core comprises at least one module, a solid neutron moderator (4) and a liquid neutron moderator. The module comprises a housing (1), at least one heat pipe, at least one fuel element and thermal insulation (5). The heat pipe is in the form of a casing (2) having a wick (6), and comprises a reactor coolant. The fuel element is made from nuclear fuel (8) arranged in the evaporation zone of the heat pipe around its casing (2) and in thermal contact therewith, and is enclosed in a shell (3). Low-melting metals with a high boiling point, for example lithium, calcium, lead and silver, are used as the heat pipe coolant. The thermal insulation (5) is placed between the shell (3) and the module housing (1). The solid neutron moderator (4) has at least one opening in which at least one module is arranged. The space between the housing (1) and

Kaluzhskaya oblast', Obninsk (RU). КРОТОВ , Алек -
сей Дмитриевич (**KROTOV, Aleksey Dmitrievich**); пр-
т Ленина , 95, кв. 150 Калужская область , Обнинск ,
249038, Kaluzhskaya oblast', Obninsk (RU).

(74) Агент : ЧЕРНЫХ , Илья Владимирович
(**CHERNYKH, Ilya Vladimirovich**); Госкорпорация
"Росатом ", Блок по управлению инновациями , Черных
И.В. ул. Большая Ордынка , 24 Москва , 119017, Moscow
(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 .

(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)

the solid neutron moderator (4) is filled with the liquid neutron moderator. The technical result is to increase the efficiency of reactor plants and to broaden the field of use of a reactor core.

(57) Реферат : Активная зона ядерного реактора относится к области атомной энергетики . Активная зона ядерного реактора включает по меньшей мере один модуль , твердый (4) и жидкий замедлители нейтронов . Модуль содержит корпус (1), по меньшей мере одну тепловую трубу , по меньшей мере один тепловыделяющий элемент и теплоизоляцию (5). Тепловая труба выполнена в виде корпуса (2), снабженного фитилем (6), и содержит теплоноситель . Тепловыделяющий элемент выполнен из ядерного топлива (8), расположенного в зоне испарения тепловой трубы вокруг ее корпуса (2) в тепловом контакте с ним , и заключенного в оболочку (3). В качестве теплоносителя тепловой трубы используют легкоплавкие металлы с высокой температурой кипения , например , литий , кальций , свинец , серебро . Менаду оболочкой (3) и корпусом (1) модуля помещена теплоизоляция (5). В твердом замедлителе (4) нейтронов выполнено по меньшей мере одно отверстие , в котором размещен по меньшей мере один модуль . Пространство менаду корпусом (1) модуля и твердым замедлителем (4) нейтронов заполнено жидким замедлителем нейтронов . Технический результат - повышение коэффициента полезного действия реакторных установок и расширение области применения активной зоны .

Активная зона ядерного реактора

Изобретение относится к области ядерной энергетики и может быть использовано в реакторах с прямым преобразованием тепловой энергии в электрическую за пределами активной зоны, в частности, с термо фотоэлектрическим.

Известна активная зона с тепловыми трубами [Заявка на изобретение США «Мобильный быстрый реактор, охлаждаемый тепловыми трубами» US № 2016/0027536 А 1, опубликована 22.01.2016].

Активная зона реактора по указанной заявке содержит массивы стержневых тепло-выделяющих элементов и тепловых труб, заключенных в металлический блок. Тепловые выделяющие элементы содержат ядерное топливо, верхний и нижний отражатели нейтронов и газовые полости, расположенные выше и ниже отражателей. Тепловые трубы содержат герметичный корпус, заполненный испаряющимся теплоносителем, и фитиль. Тепловые трубы расположены так, чтобы передавать тепло за пределы активной зоны газообразному теплоносителю - рабочему телу газовой турбины (воздух, или CO_2). Максимальная температура рабочего тела (воздух) на входе в турбину около 1100 К.

Недостатком указанного технического решения является относительно низкая температура теплоносителя на выходе из активной зоны, не позволяющая использовать прямое преобразование тепловой энергии в электрическую.

Наиболее близкой по технической сущности к заявляемому техническому решению является активная зона быстрого реактора SAIRS [M.S. El-Genk, J-M.P. Tournier, "SAIRS" - Scalable AMTEC Integrated Reactor Space Power System// Progress in Nuclear Energy, Vol. 45, No.1, pp. 25-34, 2004].

Активная зона включает 60 модулей, состоящих из тепловой трубы и 3-х тепловыделяющих элементов. Модули расположены вплотную друг к другу и образуют треугольную упаковку. Оболочки тепловыделяющих элементов припаяны к корпусу тепловой трубы через рениевые трехгранные вкладыши, передающие тепло к тепловой трубе за счёт теплопроводности. Каждый тепловыделяющий элемент имеет газовую полость с одного конца. В качестве топлива используются таблетки нитрида урана с обогащением 83,7%.

Недостатком этого технического решения является относительно низкая температура теплоносителя (1200К) на выходе из активной зоны, что не позволяет эффективно использовать термоэлектрические, термоэмиссионные и термофотоэлектрические преобразования энергии.

Задача изобретения состоит в исключении указанного недостатка , а именно , в повышении температуры теплоносителя на выходе из активной зоны .

Технический результат - повышение коэффициента полезного действия ядерных энергетических установок и расширение области применения активной зоны , в частности ,
5 для реакторов с термофотоэлектрическим преобразованием энергии .

Для исключения указанного недостатка в активной зоне ядерного реактора , включающей автономные модули , тепловыделяющие элементы и тепловые трубы , предлагается :

- активную зону ядерного реактора дополнительно снабдить твёрдым замедлителем нейтронов с отверстиями ;

10 - модули активной зоны снабдить корпусами и расположить в отверстиях твёрдого замедлителя нейтронов ;

- тепловые трубы и тепловыделяющие элементы расположить внутри корпусов модулей ;

15 - тепловыделяющий элемент выполнить из ядерного топлива , расположенного в зоне испарения тепловой трубы вокруг её корпуса в тепловом контакте с ним , и заключённого в оболочку ;

- в пространстве между оболочкой тепловыделяющего элемента и корпусом модуля поместить теплоизоляцию ;

- пространство между модулями и твёрдым замедлителем нейтронов дополнительно заполнить жидким замедлителем нейтронов .

20 В частных случаях исполнения активной зоны ядерного реактора предлагается :

- во-первых , в корпусе модуля создать вакуум ;

- во-вторых , в другом частном случае , заполнить модуль инертным газом с низкой теплопроводностью , например , ксеноном ;

- в-третьих , в качестве жидкого замедлителя нейтронов использовать воду ;

25 - в-четвёртых , в другом частном случае , в качестве жидкого замедлителя нейтронов использовать жидкость не замерзающую , по крайней мере до -40°C , например , водный раствор спирта ;

- в-пятых , в качестве теплоносителя тепловой трубы использовать легкоплавкие металлы с высокой температурой кипения , например , литий , кальций , свинец , серебро .

30 Сущность изобретения поясняется на чертежах , где на фиг. 1 представлено поперечное сечение одного из вариантов исполнения активной зоны ядерного реактора , на фиг. 2

- продольный разрез одного из вариантов исполнения модуля активной зоны ядерного реактора , на фиг. 3 - поперечное сечение одного из вариантов исполнения модуля активной зоны ядерного реактора . На фигурах приняты следующие позиционные обозначения :

1—корпус модуля ; 2—корпус тепловой трубы ; 3—оболочка тепловыделяющего элемента ;
4 - твёрдый замедлитель нейтронов ; 5 - теплоизоляция ; 6 - фитиль тепловой трубы ; 7 -
чехол твёрдого замедлителя ; 8 - ядерное топливо .

Сущность изобретения состоит в следующем .

5 Активная зона ядерного реактора , включает по меньшей мере один модуль активной зоны , твёрдый замедлитель 4 нейтронов и жидкий замедлитель нейтронов .

Модуль активной зоны содержит по меньшей мере одну тепловую трубу , по меньшей мере один тепловыделяющий элемент и теплоизоляцию 5.

10 Модуль активной зоны выполнен в виде корпуса 1 из слабо поглощающего нейтроны материала , например , циркониевого сплава . В частном случае исполнения в корпусе 1 модуля активной зоны создан вакуум . В другом частном случае он заполнен инертным газом , имеющим низкую теплопроводность , например , ксеноном .

Вакуум или инертный газ обеспечивают защиту от коррозии материалов корпуса 1 модуля активной зоны , корпуса 2 тепловой трубы и теплоизоляции 5.

15 Тепловая труба выполнена в виде корпуса 2, снабжённого фитилём 6, и содержит теплоноситель - легкоплавкий металл с высокой температурой кипения .

В частных случаях исполнения в качестве теплоносителя тепловой трубы используют литий , кальций , свинец , серебро .

20 Корпус 2 и фитиль 6 тепловой трубы изготовлены из тугоплавкого материала , например , молибдена .

Тепловая труба предназначена для отвода тепла , образующегося в тепловыделяющих элементах , за пределы активной зоны ядерного реактора .

25 Тепловыделяющий элемент выполнен из ядерного топлива 8, расположенного в зоне испарения тепловой трубы вокруг её корпуса 2 в тепловом контакте с ним , и заключённого в оболочку 3;

Оболочка 3 тепловыделяющего элемента выполнена из тугоплавкого материала , например , молибдена .

30 В качестве делящегося материала ядерного топлива 8 используются изотопы урана или плутония в виде оксидов , нитридов , карбидов с содержанием делящегося изотопа не более 20%.

Назначение тепловыделяющих элементов - получение тепла за счёт ядерных реакций , протекающих в ядерном топливе 8.

Теплоизоляция 5 помещена внутри модуля активной зоны между его корпусом 1 и оболочкой 3 тепловыделяющего элемента. Теплоизоляция 5 выполнена в виде многослойного теплового экрана из фольги тугоплавких металлов, например, молибдена.

Назначение теплоизоляции 5 - предотвращение утечки тепла через корпус 1 модуля активной зоны в жидкий замедлитель нейтронов.

Твёрдый замедлитель 4 нейтронов выполнен из замедляющего нейтроны материала, например, бериллия, в виде цилиндра или многогранника с отверстиями. Весь замедляющий нейтроны материал заключён в чехол 7 твёрдого замедлителя 4. В отверстиях твёрдого замедлителя 4 нейтронов помещены модули активной зоны. Пространство между модулями активной зоны и твёрдым замедлителем 4 нейтронов заполнено жидким замедлителем нейтронов.

В частных случаях в качестве жидкого замедлителя нейтронов используют воду или жидкости не замерзающие при понижении температуры по меньшей мере до минус 40°C, например, растворы спиртов.

Твёрдый замедлитель 4 нейтронов и жидкий замедлитель предназначены для получения теплового спектра нейтронов. Кроме того, жидкий замедлитель нейтронов выполняет функцию теплоносителя, охлаждающего твёрдый замедлитель 4 нейтронов и корпус 1 модуля.

Чехол 7 твёрдого замедлителя предназначен для защиты твёрдого замедлителя 4 нейтронов от коррозионного воздействия жидкого замедлителя нейтронов.

Активная зона ядерного реактора работает следующим образом.

В ядерном топливе 8 тепловыделяющих элементов происходит реакция деления с выделением тепла. Образующееся тепло передаётся через корпус 2 тепловой трубы к теплоносителю, заполняющему фитиль 6 тепловой трубы. Теплоноситель испаряется из фитиля 6, пар теплоносителя заполняет внутреннее пространство корпуса 2 тепловой трубы, уносит теплоту парообразования за пределы активной зоны ядерного реактора к преобразователю энергии, конденсируется там и возвращается по фитилю 6 в зону испарения тепловой трубы. Перенос тепла испаряющимся теплоносителем происходит практически без перепада температуры между источником тепла и его потребителем, что позволяет получить относительно высокую (1500-1800K) температуру теплоносителя не только на выходе из активной зоны ядерного реактора, но и на входе в преобразователи энергии. Это обеспечивает более высокий коэффициент полезного действия ядерной энергетической установки и расширяет область применения таких установок.

Твёрдый замедлитель 4 нейтронов совместно с жидким замедлителем нейтронов обеспечивают возможность ядерной реакции деления на тепловых нейтронах в низкообо-

гащённом ядерном топливе 8. Жидкий замедлитель нейтронов дополняет функцию твёрдого замедлителя 4 и выполняет также функцию теплоносителя, охлаждающего твёрдый замедлитель 4 нейтронов.

Благодаря теплоизоляции 5 утечки тепла через корпус модуля 1 сводятся к минимуму, поэтому жидкий замедлитель нейтронов имеет низкую температуру. Это позволяет использовать в качестве жидкого замедлителя воду или водные растворы спирта при атмосферном давлении.

Конкретный вариант исполнения активной зоны ядерного реактора.

Твёрдый замедлитель 4 нейтронов выполнен из нескольких бериллиевых дисков диаметром 760 мм и суммарной высотой около 700 мм с 217 отверстиями диаметром 40 мм. Бериллиевые диски полностью окружены чехлом 7, изготовленным из циркониевого сплава Э110. В отверстиях твёрдого замедлителя 4 нейтронов размещены модули активной зоны. В качестве жидкого замедлителя нейтронов используется вода. Отверстия в твёрдом замедлителе 4 нейтронов с модулями расположены по концентрическим окружностям с минимальным расстоянием между центрами модулей 42 мм.

Модуль активной зоны ядерного реактора выполнен в виде цилиндрического корпуса 1 с диаметром около 35 мм и толщиной стенки 1,5 мм, изготовленного из циркониевого сплава Э110. Внутри корпуса 1 модуля расположена тепловая труба.

Корпус 2 тепловой трубы с внешним диаметром около 14 мм, выполнен из молибдена. На внутренней поверхности корпуса 2 тепловой трубы смонтирован фитиль 6 тепловой трубы, изготовленный из двух слоёв молибденовой сетки с размером квадратной ячейки около 40 мкм. Фитиль 6 тепловой трубы заполнен жидким литием. Зона испарения тепловой трубы вместе с ядерным топливом 8 заключена в наружную оболочку 3 тепловыделяющего элемента. Между оболочкой 3 тепловыделяющего элемента и корпусом модуля 1 помещена теплоизоляция 5, выполненная в виде многослойного теплового экрана изготовленного из четырёх слоёв молибденовой и пяти слоёв циркониевой фольги. В корпусе 1 модуля создан вакуум с давлением остаточных газов не более 10^{-4} Па.

Внешняя оболочка 3 тепловыделяющего элемента с наружным диаметром 20 мм и толщиной стенки 1 мм, изготовлена из молибдена, заполнена таблетками ядерного топлива 8 из диоксида урана с обогащением 19,75 %. Высота топливного столба около 500 мм. Между топливными таблетками и оболочкой 3 тепловыделяющего элемента создан кольцевой зазор (на рисунке не показан) для отвода газообразных продуктов деления в расположенную над ядерным топливом 8 полость. Общее число тепловыделяющих элементов в активной зоне равно числу модулей. При тепловой мощности активной зоны 1200 кВт средняя мощность одного тепловыделяющего элемента составляет около 5,7 кВт. Расчёт

ная температура внешней оболочки 3 тепловыделяющего элемента составляет 1525 К. В качестве теплоносителя тепловых труб используется Li^7 , в качестве жидкого замедлителя – вода при атмосферном давлении.

- 5 Преимущества предлагаемой активной зоны ядерного реактора по сравнению с наиболее близким техническим решением заключаются в повышении температуры теплоносителя на выходе из активной зоны с 1200 К до 1500 К и выше, что приводит к повышению коэффициента полезного действия ядерных энергетических установок. Кроме того, это позволяет расширить область применения активной зоны, в частности, для реакторов с термофотозлектрическим преобразованием энергии.

Список терминов

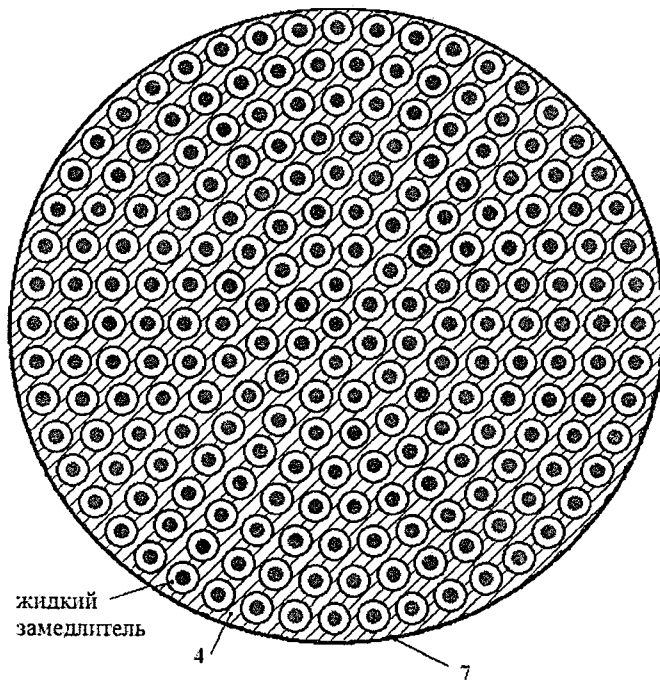
Активная зона ядерного реактора

- 5 1. Корпус модуля
2. Корпус тепловой трубы
3. Оболочка тепловыделяющего элемента
4. Твердый замедлитель нейтронов
5. Теплоизоляция
- 10 6. Фитиль тепловой трубы
7. Чехол твердого замедлителя
8. Ядерное топливо
- + Вода (на рис не нумеруются)
- 15 + Жидкий теплоноситель
+ пар теплоносителя
+ жидкий замедлитель нейтронов
- Активная зона = твердый замедлитель нейтронов + модуль а.з. + жидкий замедлитель нейтронов .
- 20 Модуль а.з. = корпус модуля + тепловая труба + твэлы + теплоизоляция
Тепловая труба = корпус тепловой трубы + фитиль тепловой трубы + теплоноситель .
Твэл = топливо + оболочка

25

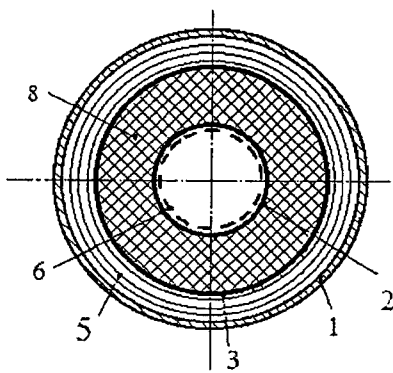
Формула изобретения

1. Активная зона ядерного реактора, включающая по меньшей мере один модуль, по меньшей мере одну тепловую трубу, содержащую корпус, фитиль, и теплоноситель, и по меньшей мере один тепловыделяющий элемент, состоящий из ядерного топлива и оболочки, отличающаяся тем, что активная зона дополнительно снабжена твёрдым замедлителем нейтронов с по меньшей мере одним отверстием, в котором размещён по меньшей мере один модуль, снабжённый корпусом, тепловая труба помещена внутри корпуса модуля, тепловыделяющий элемент выполнен из ядерного топлива, расположенного в зоне испарения тепловой трубы вокруг её корпуса в тепловом контакте с ним, и заключённого в оболочку, между оболочкой и корпусом модуля помещена теплоизоляция, а пространство между корпусом модуля и твёрдым замедлителем нейтронов заполнено жидким замедлителем нейтронов.
2. Активная зона ядерного реактора по п. 1, отличающаяся тем, что в корпусе модуля создан вакуум.
3. Активная зона ядерного реактора по п. 1, отличающаяся тем, что корпус модуля заполнен инертным газом с низкой теплопроводностью, например, ксеноном.
4. Активная зона ядерного реактора по п. 1, отличающаяся тем, что в качестве теплоносителя тепловой трубы используют легкоплавкие металлы с высокой температурой кипения, например, литий, кальций, свинец, серебро.
5. Активная зона ядерного реактора по п. 1, отличающаяся тем, что в качестве жидкого замедлителя нейтронов используют воду.
6. Активная зона ядерного реактора по п. 1, отличающаяся тем, что в качестве жидкого замедлителя нейтронов используют жидкости не замерзающие, по крайней мере, до минус 40°С, например, водный раствор спирт

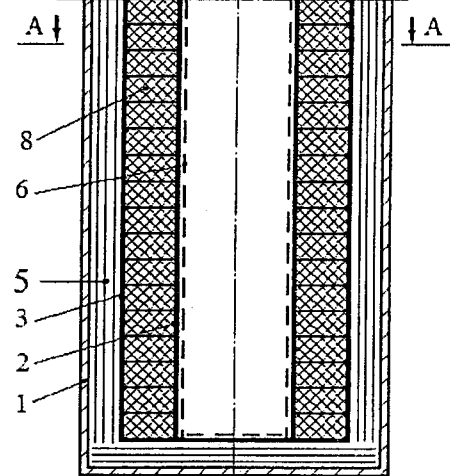
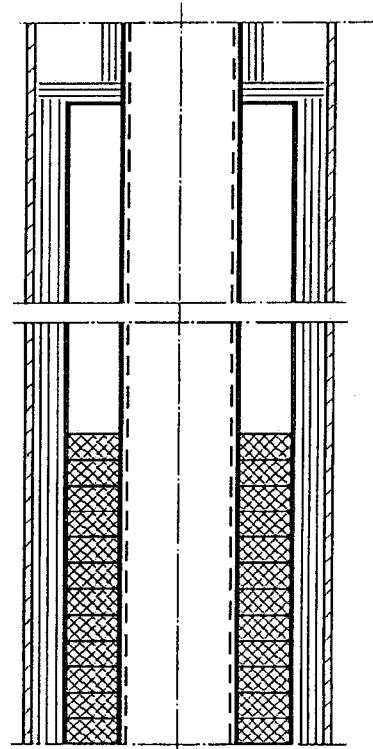


Фиг. 1

A - A



Фиг. 3



Фиг. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 2018/000870

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G21C 1/12 (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 1/12, 1/00

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, Esp@cenet, 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.
D, A	US 2016/0027536 A1 (LOS ALAMOS NATIONAL SECURITY, LLC) 28.01.2016	1-6
D, A	MOHAMED S EL-GENK et al. "SAIRS" - Scalable AMTEC Integrated Reactor Space Power System. Progress in Nuclear Energy, Vol.45, No. 1, pp.25-34, 2004	1-6
A	RU 2328042 C2 (FGUP OPYTNOE KONSTRUKTORSKOE BJURO "GIDROPPRESS") 27.06.2008	1-6



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

13 September 2019 (13.09.2019)

Date of mailing of the international search report

26 September 2019 (26.09.2019)

Name and mailing address of the ISA/

RU

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Номер международной заявки

PCT/RU 2018/000870

A. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ <i>G21C 1/12 (2006.01)</i>		
Согласно Международной патентной классификации МПК		
B. ОБЛАСТЬ ПОИСКА		
Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации)		
G21C 1/12, 1/00		
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, Esp@cenet, Information Retrieval System of FIPS		
C. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:		
Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
D, A	US 2016/0027536 A1 (LOS ALAMOS NATIONAL SECURITY, LLC) 28.01.2016	1-6
D, A	MOHAMED S EL-GENK et al. "SAIRS" - Scalable AMTEC Integrated Reactor Space Power System. Progress in Nuclear Energy, Vol.45, No. 1, pp.25-34, 2004	1-6
A	RU 2328042 C2 (ФГУП ОПЫТНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО "ГИДРОПРЕСС") 27.06.2008	1-6
☐ последующие документы указаны в продолжении графы C. ☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении		
* Особые категории ссылочных документов:	"Т" более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания <u>принципа</u> 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	
"А" документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным		
"Е" более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее		
"L" 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)		
"O" документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.		
"P" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета		
Дата действительного завершения международного поиска	Дата отправки настоящего отчета о международном поиске	
13 сентября 2019 (13.09.2019)	26 сентября 2019 (26.09.2019)	
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: Иваненко Т.В. Телефон № (495) 531-64-81	