



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007100765/06, 09.01.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.01.2007

(43) Дата публикации заявки: 20.07.2008

(45) Опубликовано: 27.03.2009 Бюл. № 9

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2265900 C2, 27.01.2004. RU 2155998
C2, 10.09.2000. US 3890196 A, 17.06.1975. US
3457140 A, 22.07.1969.

Адрес для переписки:

630110, г.Новосибирск, ул. Б. Хмельницкого,
94, ОАО "Новосибирский завод
химконцентратов", патентно-информационный
отдел

(72) Автор(ы):

Чиннов Александр Владимирович (RU),
Липухин Николай Александрович (RU),
Зарубин Михаил Григорьевич (RU)

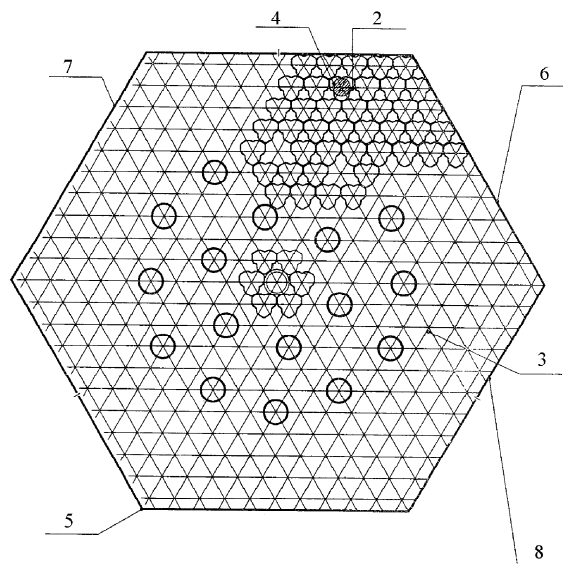
(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество
"Новосибирский завод химконцентратов" (RU)

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДИСТАНЦИОНИРУЮЩЕЙ РЕШЕТКИ ТЕПЛО ВЫДЕЛЯЮЩЕЙ СБОРКИ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА

(57) Реферат:

Изобретение относится к атомной энергетике и может найти применение на предприятиях, изготавливающих тепло выделяющие сборки (ТВС) для энергетических ядерных реакторов. Перед операцией штамповки ячеек определяют толщину стенки фигурной ячейки конкретной плавки-партии по формуле. Проводят подбор инструмента прессования в зависимости от размера «под ключ» S_m фигурной ячейки, размера T_m фигурной ячейки, равного длине отрезка, проходящего через центр окружности, вписанной в ячейку, в направлении, перпендикулярном отрезку, соответствующему размеру «под ключ», и от толщины стенки S фигурной ячейки конкретной плавки-партии в соответствии с расчетной формулой. Упрощается процесс определения толщины стенки заготовки, повышается точность подбора пресс-инструмента. Минимизируются напряжения при сборке ТВС. 2 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
G21C 3/34 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2007100765/06, 09.01.2007**

(24) Effective date for property rights: **09.01.2007**

(43) Application published: **20.07.2008**

(45) Date of publication: **27.03.2009 Bull. 9**

Mail address:

**630110, g.Novosibirsk, ul. B. Khmel'nitskogo,
94, OAO "Novosibirskij zavod
khimkontsentratov", patentno-informatsionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Chinnov Aleksandr Vladimirovich (RU),
Lipukhin Nikolaj Aleksandrovich (RU),
Zarubin Mikhail Grigor'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo
"Novosibirskij zavod khimkontsentratov" (RU)**

(54) **METHOD OF MAKING REMOTE FUEL ASSEMBLY GRID OF NUCLEAR REACTOR**

(57) Abstract:

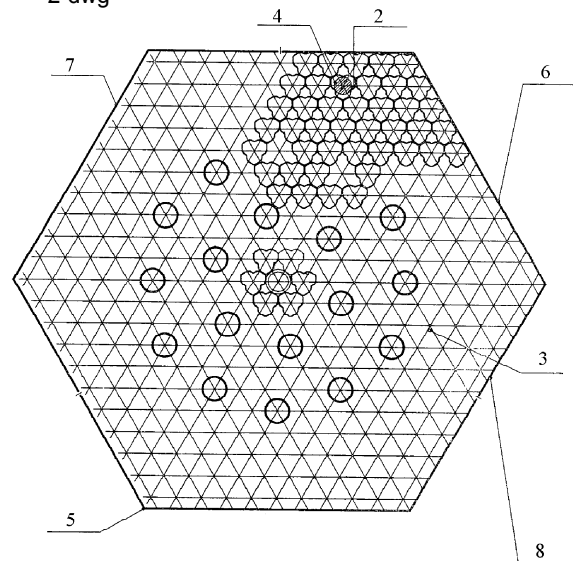
FIELD: physics, nuclear physics.

SUBSTANCE: invention relates to atomic energetics and can be used at plants, which make fuel assemblies for energy nuclear reactors. Before stamping of cells, the thickness of the figured cells of a specific melting-batch is determined with the formula. Pressing instruments are selected depending on the size "ready-to-operate" S_M figured cells, size T_M figured cells, equal to the length of the section, corresponding to the size "ready-to-operate", and from the thickness of the walls S figured cells of a specific melting-batch corresponding with the design formula. There is simplification of the process of determining the thickness of the walls of the work piece, increase in the precision of the selection of the press -instrument. Minimum voltage is used when making the fuel assembly.

EFFECT: simplification of the process of determining the thickness of the walls of the work piece, increase in the precision of the

selection of the press - instrument, minimisation of voltage used in making the fuel assembly.

2 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к атомной энергетике и может найти применение на предприятиях, изготавливающих тепловыделяющие сборки (ТВС) для энергетических ядерных реакторов.

Известен способ изготовления дистанционирующей решетки тепловыделяющей сборки ядерного реактора ВВЭР-1000, включающий набор поля фигурных ячеек в шестигранном обода для размещения в них тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ) и закрепление набранного поля ячеек точечной сваркой к ободу (см. «Разработка, производство и эксплуатация тепловыделяющих элементов энергетических реакторов» под ред. Ф.Г.Решетникова, кн.1. - М.: Энергоатомиздат, 1995 г., табл.7.1. на стр.184 и 187).

Известно, что фигурные ячейки из сплава циркония, изготавливаемые из тонкостенных трубок, имеют колебания по толщине стенок. Это приводит к тому, что набранное поле фигурных ячеек с допуском на изготовление, равным двум допускам по толщине стенки на каждую ячейку, входит в обод либо с прослаблением, либо с натягом, но в том и в другом случаях такие колебания отрицательно сказываются на качестве дистанционирующей решетки и производительности по причине дополнительных трудозатрат.

В случае ввода набранного поля ячеек с прослаблением требуется перед точечной сваркой обода к периферийным ячейкам осуществлять поджатие обода к периферийным ячейкам, что приводит к деформации средней части граней обода, тогда как в углах обода зазоры остаются, а увеличенный зазор между ободом и полем фигурных ячеек приводит к прожогу периферийных ячеек при точечной сварке. В случае ввода набранного поля ячеек с натягом происходит деформация периферийных фигурных ячеек, потеря установленного шага между фигурными ячейками, ведущая к непроходимости отверстий фигурных ячеек для тепловыделяющих элементов во время сборки тепловыделяющей сборки.

Известен способ изготовления дистанционирующей решетки тепловыделяющей сборки ядерного реактора, включающий изготовление ячеек из тонкостенных трубок из сплава циркония, набор и точечную сварку фигурных ячеек между собой с образованием поля фигурных ячеек для прохождения через них тепловыделяющих элементов, изготовление составных частей шестигранного обода дистанционирующей решетки и закрепление их точечной сваркой к периферийным ячейкам набранного поля (см.патент RU №2155998, МПК⁷ G21C 3/34, опубл. 10.09.2000 г.). Выполнение обода составным из трех частей позволит устранить недостатки известного способа изготовления дистанционирующей решетки и позволит исключить брак по точечной сварке составных частей обода к периферийным фигурными ячейкам набранного поля при его превышении или уменьшении, то есть при этом не потребуется поджимать составные части обода к периферийным ячейкам и наоборот, что имело место ранее в известном способе. Однако, как указывалось выше, фигурные ячейки, изготавливаемые из тонкостенных трубок, имеют колебания по толщине стенок, что ведет к вводу набранного поля ячеек в шестигранный обод либо с прослаблением, либо с натягом, а с применением обода из составных частей устраняется брак по сварке их к периферийным ячейкам, но не устраняется превышение размера поля ячеек, и, наоборот, то есть этот недостаток остается, что отражается на качестве сборки тепловыделяющей сборки. При прослабленной сборке тепловыделяющих элементов в ячейки дистанционирующей решетки из-за фреттинг-коррозии в ядерном реакторе возможно саморазрушение оболочки тепловыделяющего элемента, а при сборке с усиленным натягом тепловыделяющих элементов в ячейки дистанционирующей решетки возможно повреждение оболочки из циркониевого сплава при сборке, что вызовет в месте повреждения язвенную коррозию и разгерметизацию тепловыделяющего элемента. Способ по патенту №2155098 не решает задачи по повышению качества формы и внешнего вида ячеек, точности их геометрических размеров и дистанционирующей решетки в сборе, минимизации напряжений при сборке ТВС, собираемости тепловыделяющей сборки.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому эффекту является способ изготовления дистанционирующей решетки тепловыделяющей сборки ядерного реактора

(см. патент RU №2265900, МКИ⁶ G21C 3/34, опубл. 10.12.2005 г.), включающий определение толщины стенки тонкостенных трубок из сплава циркония, подбор инструмента прессования по формуле:

$$S_M = K_1 \cdot (S_{яч} - 2 \cdot S) \quad (1),$$

5 где S_M - размер «под ключ» инструмента прессования, мм;
 K_1 - коэффициент, учитывающий пружинение материала при штамповке,
 $S_{яч}$ - размер «под ключ» фигурной ячейки, мм;
 S - толщина стенки фигурной ячейки, мм,
 набор и точечную сварку фигурных ячеек между собой с образованием поля фигурных
 10 ячеек для прохождения через них тепловыделяющих элементов, изготовление составных частей шестигранного обода дистанционирующей решетки и закрепление их точечной сваркой к периферийным фигурным ячейкам набранного поля (прототип).

Способ-прототип позволяет повысить точность геометрических размеров ячеек и дистанционирующей решетки в сборе, но сложен при определении толщины стенки
 15 заготовки и не позволяет при штамповке ячеек в полной мере учесть рост усилия осевой деформации при увеличении толщины стенки заготовки, что может привести к деформированию ее торца, что вызовет повышение напряжения в готовой ячейке и ее возможную деформацию, что соответственно отразится при сборке ТВЭЛ в ТВС.

Технической задачей изобретения является упрощение процесса определения толщины
 20 стенки заготовки, повышение точности подбора пресс-инструмента с целью улучшения качества, формы и внешнего вида фигурных ячеек, точности их геометрических размеров и дистанционирующей решетки в сборе, минимизации напряжений при сборке ТВС, собираемости тепловыделяющей сборки.

Эта техническая задача решается тем, что в способе изготовления дистанционирующей
 25 решетки тепловыделяющей сборки ядерного реактора, включающем определение толщины стенки тонкостенных трубок из сплава циркония, подбор инструмента прессования по формуле:

$$S_M = K_1 \cdot (S_{яч} - 2 \cdot S) \quad (1),$$

30 где S_M - размер «под ключ» инструмента прессования, мм;
 K_1 - коэффициент, учитывающий пружинение материала при штамповке;
 $S_{яч}$ - размер «под ключ» фигурной ячейки, мм;
 S - толщина стенки фигурной ячейки, мм,
 набор и точечную сварку фигурных ячеек между собой с образованием поля фигурных
 35 ячеек для прохождения через них тепловыделяющих элементов, изготовление составных частей шестигранного обода дистанционирующей решетки и закрепление их точечной сваркой к периферийным фигурным ячейкам набранного поля, согласно изобретению перед операцией штамповки ячеек определяют толщину стенки фигурной ячейки конкретной плавки-партии по формуле:

$$40 S = \left(D_{\phi} - \left(D_{\phi}^2 - 4 \cdot W_n / \rho \cdot \pi \cdot n \cdot L \right)^{0.5} \right) / 2, \quad (2)$$

где S - толщина стенки фигурной ячейки конкретной плавки-партии, мм;
 D_{ϕ} - фактический наружный диаметр тонкостенной трубки, определяемый при входном контроле, мм;
 W_n - суммарный вес n заготовок (например, 20 штук) конкретной плавки-партии, г;
 45 ρ - удельный вес циркониевого сплава Э-110=6.5 г/см³ (0.0065 г/мм³);
 π - постоянная величина, равная 3,14;
 n - количество взвешиваемых заготовок, шт;
 L - длина заготовки, мм,

проводят подбор инструмента прессования в зависимости от размера «под ключ» S_M
 50 фигурной ячейки, размера T_M фигурной ячейки, равного длине отрезка, проходящего через центр окружности, вписанной в ячейку, в направлении, перпендикулярном отрезку, соответствующему размеру «под ключ», и от толщины стенки S фигурной ячейки конкретной плавки-партии в соответствии с формулой:

$$T_m = S_m - K_2 \cdot S \quad (3),$$

где T_m - размер фигурной ячейки, равный длине отрезка, проходящего через центр окружности, вписанной в ячейку, в направлении, перпендикулярном отрезку, соответствующему размеру «под ключ», мм;

5 K_2 - коэффициент, учитывающий рост осевого усилия при штамповке.

Предложенный способ позволяет повысить точность подбора пресс-инструмента с целью улучшения качества, формы и внешнего вида фигурных ячеек, точности их геометрических размеров и дистанционирующей решетки в сборе, минимизации напряжений при сборке ТВС, собираемости тепловыделяющей сборки.

10 Сущность изобретения поясняется чертежами.

На чертежах представлены:

Фиг.1 - дистанционирующая решетка;

Фиг.2 - сечение матрицы.

15 Способ изготовления дистанционирующей решетки тепловыделяющей сборки ядерного реактора осуществляют следующим образом:

определяют толщину S стенки тонкостенных трубок из сплава циркония по формуле:

$$S = \left(D_{\phi} - \left(D_{\phi}^2 - 4 \cdot W_n / \rho \cdot \pi \cdot n \cdot L \right)^{0.5} \right) / 2, \quad (2)$$

где S - толщина стенки фигурной ячейки конкретной плавки-партии, мм;

20 D_{ϕ} - фактический наружный диаметр тонкостенной трубки, определяемый при входном контроле, мм;

W_n - суммарный вес n заготовок (например, 20 штук) конкретной плавки-партии, г;

ρ - удельный вес циркониевого сплава Э-110=6.5 г/см³ (0.0065 г/мм³);

π - постоянная величина, равная 3,14;

25 n - количество взвешиваемых заготовок, шт;

L - длина заготовки, мм, подбирают матрицы 1 по формуле:

$$S_m = K_1 \cdot (S_{\text{яч}} - 2 \cdot S) \quad (1),$$

где S_m - размер «под ключ» инструмента прессования, мм;

K_1 - коэффициент, учитывающий пружинение материала при штамповке,

30 $S_{\text{яч}}$ - размер «под ключ» фигурной ячейки 2, мм;

S - толщина стенки фигурной ячейки, мм,

подбор инструмента прессования - матрицы 1 проводят в зависимости от размера «под ключ» S_m ячейки, размера T_m фигурной ячейки, равного длине отрезка, проходящего через центр окружности, вписанной в ячейку, в направлении, перпендикулярном отрезку, соответствующему размеру «под ключ», и толщины стенки S фигурной ячейки 2 конкретной плавки-партии по формуле:

$$T_m = S_m - K_2 \cdot S \quad (3),$$

где T_m - размер фигурной ячейки, равный длине отрезка, проходящего через центр окружности, вписанной в ячейку, в направлении, перпендикулярном отрезку,

40 соответствующему размеру «под ключ», мм;

K_2 - коэффициент, учитывающий рост осевого усилия при штамповке,

штампуют ячейки 2, набирают и точечной сваркой скрепляют их между собой с образованием поля 3 для прохождения через них тепловыделяющих элементов 4, изготавливают составные части 5, 6, 7 шестигранного обода 8 дистанционирующей

45 решетки и закрепляют их точечной сваркой к периферийным фигурным ячейкам 2 набранного поля 3.

Формула изобретения

50 Способ изготовления дистанционирующей решетки тепловыделяющей сборки ядерного реактора, включающий определение толщины стенки тонкостенных трубок из сплава циркония, подбор инструмента прессования в соответствии с формулой:

$$S_m = K_1 \cdot (S_{\text{яч}} - 2 \cdot S), \quad \text{где}$$

S_M - размер «под ключ» инструмента прессования, мм;

K_1 - коэффициент, учитывающий пружинение материала при штамповке;

$S_{яч}$ - размер «под ключ» фигурной ячейки, мм;

S - толщина стенки фигурной ячейки, мм, набор и точечную сварку фигурных ячеек

5 между собой с образованием поля фигурных ячеек для прохождения через них
тепловыделяющих элементов, изготовление составных частей шестигранного обода
дистанционирующей решетки и закрепление их точечной сваркой к периферийным
фигурным ячейкам набранного поля, отличающийся тем, что перед операцией штамповки
ячеек определяют толщину стенки тонкостенной трубки конкретной плавки - партии по
10 формуле:

$$S = \left(D_{ф} - \left(D_{ф}^2 - 4 \cdot W_n / \rho \cdot \pi \cdot n \cdot L \right)^{0.5} \right) / 2,$$

где S - толщина стенки фигурной ячейки конкретной плавки - партии, мм;

15 $D_{ф}$ - фактический наружный диаметр тонкостенной трубки, определяемый при входном
контроле, мм;

W_n - суммарный вес n заготовок конкретной плавки-партии, г;

ρ - удельный вес циркониевого сплава Э-110=6.5 г/см³ (0.0065 г/мм³);

π - постоянная величина, равная 3,14;

n - количество взвешиваемых заготовок, шт;

20 L - длина заготовки, мм,

проводят подбор инструмента прессования в зависимости от размера «под ключ» S_M
фигурной ячейки, размера T_M фигурной ячейки, равного длине отрезка, проходящего через
центр окружности, вписанной в ячейку, в направлении, перпендикулярном отрезку,
соответствующему размеру «под ключ», и толщины стенки S фигурной ячейки конкретной
25 плавки - партии по формуле:

$$T_M = S_M - K_2 \cdot S \quad , \text{ где}$$

T_M - размер фигурной ячейки, равный длине отрезка, проходящего через центр
окружности, вписанной в ячейку, в направлении, перпендикулярном отрезку,
30 соответствующему размеру «под ключ», мм;

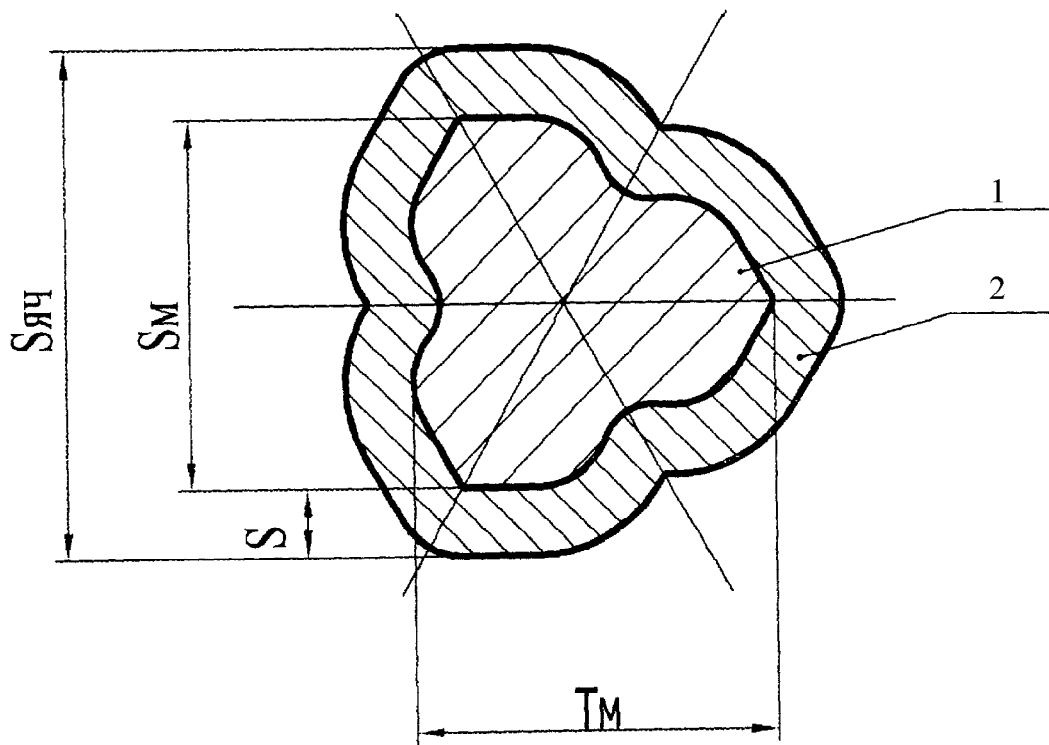
K_2 - коэффициент, учитывающий рост осевого усилия при штамповке, после чего
проводят последующие операции изготовления дистанционирующей решетки.

35

40

45

50



Фиг. 2