



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **98406** (13) **C2**
(51) МПК (2012.01)
G21C 3/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2011 01229	(72) Винахідник(и):	Аксьонов Пьотр Михайлович (RU), Лузан Юрій Васильєвич (RU), Шаталов Вадім Борисович (RU), Бичков Владімір Михайлович (RU), Шумін Вадімір Вітальєвич (RU), Колосов Михайл Ігорєвич (RU), Романов Александр Іванович (RU), Шумєєв Александр Іванович (RU)
(22) Дата подання заявки:	19.02.2009	(73) Власник(и):	ОТКРИТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД", ул. Карла Маркса, д. 12, г. Электросталь, Московская обл., 144001, Российская Федерация (RU)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.05.2012	(74) Представник:	Янішевська Антоніна Леонідівна, реєстр. №133
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	2008131829	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	RU 2248050 C2; 10.03.2005 GB 1065465 A; 12.04.1967 RU 2088982 C1; 27.08.1997 RU 2249865 C1; 10.04.2005 BE 44910 A1; 01.07.1970
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	04.08.2008		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	RU		
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.03.2011, Бюл.№ 6		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.05.2012, Бюл.№ 9		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/RU2009/000079, 19.02.2009		

(54) ОПОРНА РЕШІТКА ТЕПЛОВИДІЛЮВАЛЬНОГО АГРЕГАТА ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА

(57) Реферат:

Винахід належить до атомної енергетики, а саме, до елементів ТВА (тепловиділювального агрегата), використовуваних, переважно, для реакторів ВВЕР-440, ВВЕР-1000. Опорна решітка тепловиділювального агрегата ядерного реактора виконана у вигляді плити з круглими отворами для протоку теплоносія і круглими отворами для встановлення ТВЕЛів, центральної труби, а також несучих труб або напрямних каналів, при цьому отвори для протоку теплоносія розташовані рівномірно по шість штук навколо кожного з отворів для встановлення ТВЕЛів, центральної труби, а також несучих труб або напрямних каналів. Отвори для протоку теплоносія виконані двох різних діаметрів і розташовані навколо кожного із зазначених отворів з чергуванням отворів двох діаметрів. Збільшується жорсткість, міцність та технологічність решітки.

UA 98406 C2

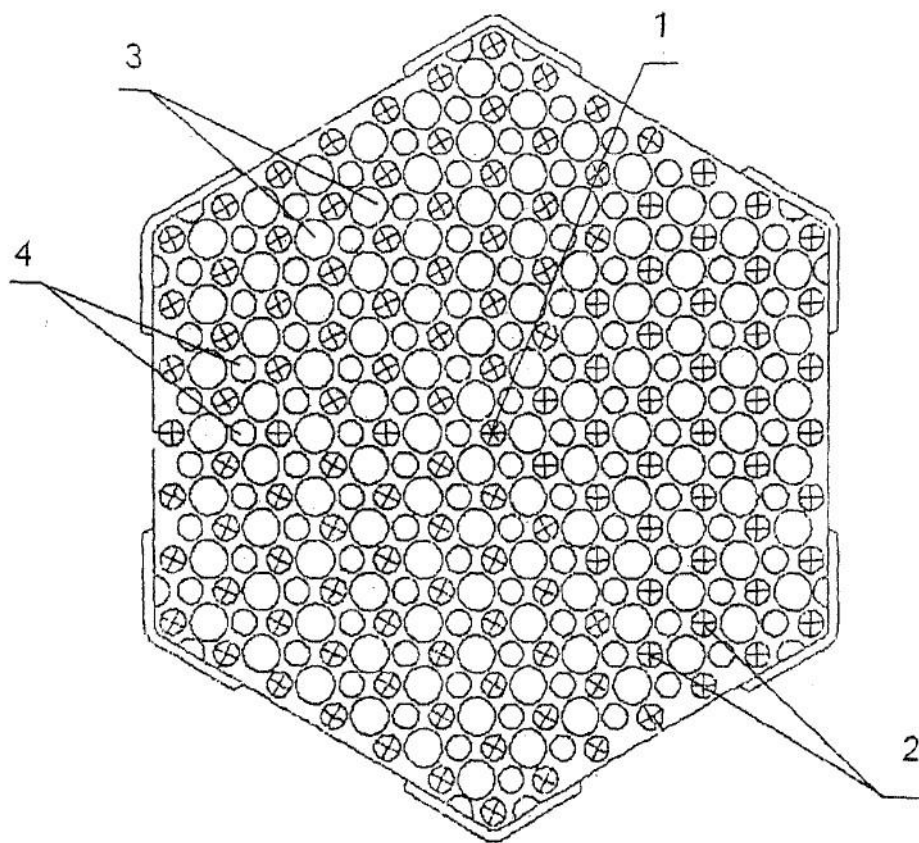


Fig. 1

Винахід відноситься до атомної енергетики, а саме, до елементів ТВА (тепловиділювального агрегата), використовуваних, переважно, для реакторів ВВЕР-440, ВВЕР-1000.

З рівня техніки відома опорна решітка ВВЕР-440, наприклад, 445.20.030-04, що має 102 отвори у формі «гантелі» для протоку теплоносія, 12 отворів діаметром 5,9 mm і 24 напівотвори по контуру опорної решітки для протоку теплоносія. Отвори типу «гантель» утворені двома отворами радіусом 2,95 mm, сполученим отвором, шириною 5 mm. Отвори для встановлення твелів та центральної труби мають діаметр $5^{+0,1}$, причому по контуру кожної грані шестигранної опорної решітки розташовані по сім отворів для нижніх заглушок твелів (див. Дементьев Б.Д. Ядерные энергетические реакторы. М.: Энергоатомиздат, 1990, с.31-35) [1].

В опорній решітці РК-3 ВВЕР-440 частина отворів під твели використовуються для встановлення несучих труб.

Недоліком аналога є виникаюча анізотропія конструкції опорної решітки, викликана формою і розташуванням отворів для протоку теплоносія відносно поздовжньої осі ТВЕЛів (тепловиділювальних елементів), що знижує її міцність і жорсткість; істотна відмінність конфігурації отворів для проходу теплоносія від елементарної комірки пучка твелів, несиметричне їх розташування щодо осі твела, що викликає збурення потоку теплоносія при виході його з опорної решітки в міжтвельний простір; використання низькопродуктивної технології фрезерування для виконання отворів для протоку теплоносіїв.

З рівня техніки відома опорна решітка для тепловиділювального агрегату ядерного реактора, виконана у вигляді перфорованої пластини, що має круглі отвори, щонайменше, частина яких призначена для встановлення в них наконечників ТВЕЛів, та отвори, призначені для проходу теплоносія, які мають форму шестикутника, кожна з трьох сторін якого, звернених до таких же отворів, паралельна лінії, що з'єднує центри сусідніх циліндричних отворів, а кожна з трьох інших сторін, звернених до циліндричних отворів, утворена дугою кола, концентричного до сусіднього круглого отвору, при цьому отвори для проходу теплоносія рівномірно розташовані навколо циліндричних отворів (див. RU 2308775 C1, 20.10.2007 [2]).

Недоліками аналога є складна форма отворів для протоку теплоносія і, як наслідок, висока трудомісткість при виготовленні решітки шляхом використання операції фрезерування.

Найбільш близьким аналогом до запропонованого винаходу є опорна решітка ТВА, в якій отвори для протоку теплоносія виконані циліндричної форми, розташованими симетрично відносно отворів під нижні заглушки ТВЕЛів та трубчастих каналів у кількості шести штук навколо кожного з них, при цьому по периферії кожної грані шестигранної нижньої опорної решітки розташовані по одинадцять отворів для нижніх заглушок тепловиділювальних елементів, які утворюють перпендикулярно з протилежною гранню шестигранної нижньої опорної решітки паралельні між собою ряди отворів, що чергуються, для нижніх заглушок тепловиділювальних елементів і спарених через перемичку основ круглих отворів для протоку теплоносія (див. RU 2248050 C2, опубл. 10.03.2005 [3]). Дана опорна решітка має більш рівномірний розподіл напружено-деформованого стану (НДС) у порівнянні з відомою з [1], що має істотну анізотропію.

Однак міцність та жорсткість решітки не є оптимальною через невелику товщину перемичок між отворами.

Завданням цього винаходу є створення технологічної опорної решітки, що має високу міцність та жорсткість за рахунок зміни форми і розташування отворів для проходу теплоносія з можливістю виготовлення решітки за існуючою технологією при збереженні технологічних допусків на діаметри отворів.

Завдання вирішується тим, що в опорній решітці тепловиділювального агрегату ядерного реактора, виконаній у вигляді плити з круглими отворами для протоку теплоносія та круглими отворами для встановлення ТВЕЛів, центральної труби, а також несучих труб або напрямних каналів, при цьому отвори для протоку теплоносія розташовані рівномірно по шість штук навколо кожного з отворів для встановлення ТВЕЛів, центральної труби, а також несучих труб або напрямних каналів, згідно винаходу отвори для протоку теплоносія виконані двох різних діаметрів і розташовані навколо кожного із зазначених отворів з чергуванням отворів двох діаметрів.

Виконання отворів для протоки теплоносія двох різних діаметрів та розташування їх по чергово навколо отворів для встановлення ТВЕЛів і центральної труби забезпечує досягнення технічного результату, який полягає у збільшенні жорсткості та міцності решітки, з можливістю виготовлення решітки за існуючою технологією при збереженні технологічних допусків на діаметри отворів.

Порівняно з найбільш близьким аналогом [3] запропонована решітка має більшу товщину перемичок (при кроці отворів під ТВЕЛ 12,3 мм в ТВА реактора ВВЕР-440 товщина перемичок збільшується на 16%), які утримують ТВЕЛ, що забезпечує їй більший запас міцності та можливість її виготовлення за існуючою технологією при збереженні технологічних допусків на діаметри отворів.

В окремому випадку виконання винаходу частина отворів для потоку теплоносія з меншим з двох діаметрів виконана з діаметром, рівним діаметру отворів для встановлення ТВЕЛів і центральної труби, при цьому отвори для встановлення ТВЕЛів, центральної труби, а також несучих труб або напрямних каналів і рівні їм по діаметру отвори для потоку теплоносія розташовані рівномірно відносно інших отворів для проходу теплоносія.

Винахід пояснюється кресленням.

На фіг. 1 зображено варіант виконання запропонованої решітки.

Запропонована шестигранна решітка містить отвори для встановлення центральної труби 1, отвори для встановлення ТВЕЛів 2 і отвори для потоку теплоносія 3 і 4 різного діаметру. Отвори 3 та 4 розташовані рівномірно і по чергово в кількості шести штук навколо отворів 1 і 2. Таким чином, навколо отвору 1 розташовано три отвори 3 одного діаметру і три отвори 4 іншого діаметру. Отвори 4 виконані діаметром рівним діаметру отворів для встановлення ТВЕЛів 2 і центральної труби 1, який менше діаметра отворів 3. Отвори 2, рівні їм по діаметру отвори 4 та отвір 1 розташовані рівномірно відносно інших отворів 3 для проходу теплоносія.

Суть пропозиції пояснюється на фіг. 2, де в центрах рівносторонніх трикутників, у вершинах яких лежать отвори 2 для твелів діаметром 5 мм ($\varnothing 5$), розташовані лише отвори 3 і 4 з діаметрами відповідно D1 і D2. Отвори 3 та 4 (D1 і D2) утворюють перемички:

П1 - між отворами D1 і $\varnothing 5$;

П2 - між отворами D1 і D2;

П3 - між отворами D2 і $\varnothing 5$.

Виходячи з умови рівності мінімальної площі «протоки» $S_p = 6856,76 \text{ мм}^2$ існуючої та запропонованої конструкції решітки, для кількох значень D1 розраховані відповідні значення D2; П1; П2; П3 з урахуванням заокруглень та похибок діаметрів отворів, а також точності їх розташування з досвіду застосування сучасного обладнання з ЧПУ та ріжучих інструментів, і показані в Таблиці 1.

В опорній решітці за найближчим аналогом має місце рівність діаметрів отворів 3 і 4, тобто $D1=D2$. З таблиці видно, що в будь-якому варіанті з $D1>D2$ збільшена товщина перемички П2, що істотно підвищує міцність решітки в цілому.

Будь-який варіант з №№ 2-5 таблиці 1 має право на існування залежно від того, товщина якої перемички П1 або П2 важливіше, але, на думку авторів, варіант №3 конструктивно і з точки зору виготовлення, є найкращим. Одним з варіантів, що становлять практичний інтерес, є варіант №5, коли діаметр отворів 4 дорівнює діаметру отворів 2. При цьому має місце рівність товщин перемичок П1 і П2.

Таблиця 1

№	D1	D2	П1	П2	П3
1	6,35752	6,3575	1,4226	0,7439	1,4226
2	6,88000	5,7881	1,1614	0,7674	1,7074
3	7,12500	5,4837	1,0389	0,7971	1,8596
4	7,38000	5,1353	0,9114	0,8437	2,0337
5	7,47240	4,9999	0,8652	0,8652	2,1014

Для аналізу динамічних характеристик конструкції використовувався метод ударного збудження, який дозволяє одночасно отримувати частотні спектри зовнішнього впливу (сили) та відгуку (прискорення) точок виробу від прикладеної сили. Коливання, створювані при ударі, являють собою короткочасний процес передачі енергії. Спектр ударної сили виходить безперервним, з максимальною амплітудою при 0 Гц і з подальшим її зменшенням із зростанням частоти. Це дозволяє проводити одночасне збудження конструкції у всьому частотному діапазоні (що залежить від характеристик бойка ударного молотка).

Результати розрахунків власних частот коливань і відношення жорсткостей наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Результати динамічних випробувань і розрахунків

	Динамічні випробування		Розрахунок	
	Власна частота, Гц	Відношення жорсткостей	Власна частота, Гц	Відношення жорсткостей
Відома [1]	1932,0	1	1968,0	1
RU 2308775 [2]	2475,0	1,84	2518,9	1,84
Запропонована	-	-	2587,4	1,64

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

- 5 1. Опорная решётка тепловиделяющего агрегата ядерного реактора, выполненная в виде плиты с круглыми отверстиями для протока теплоносителя и круглыми отверстиями для встановления ТВЕЛів, центральной трубы, а также несущих труб или прямых каналов, при этом отверстия для протока теплоносителя расположены равномерно по шесте штук вокруг каждого из отверстий для установки ТВЕЛів, центральной трубы, а также несущих труб или прямых каналов, **яка відрізняється**
- 10 тим, что отверстия для протока теплоносителя выполнены двух разных диаметров и расположены вокруг каждого из зазначенных отверстий для встановлення ТВЕЛів с чергуванням отверстий двух диаметров.
2. Опорная решётка за п. 1, **яка відрізняється** тим, что часть отверстий для протока теплоносителя с меньшим из двух диаметров выполнена с диаметром, равным диаметру отверстий для встановлення ТВЕЛів и центральной трубы.
- 15 3. Опорная решётка за п. 2, **яка відрізняється** тим, что отверстия для встановлення ТВЕЛів, центральной трубы, а также несущих труб или прямых каналов и равны им по диаметру отверстия для протока теплоносителя расположены равномерно относительно других отверстий для прохода теплоносителя.

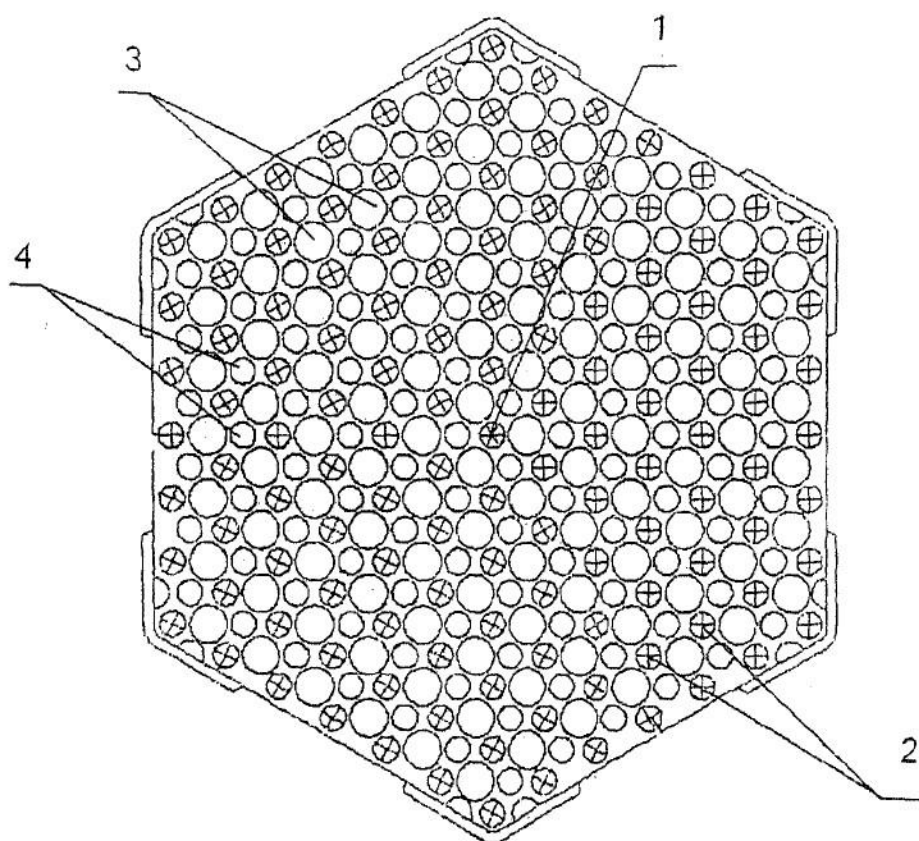


Fig. 1

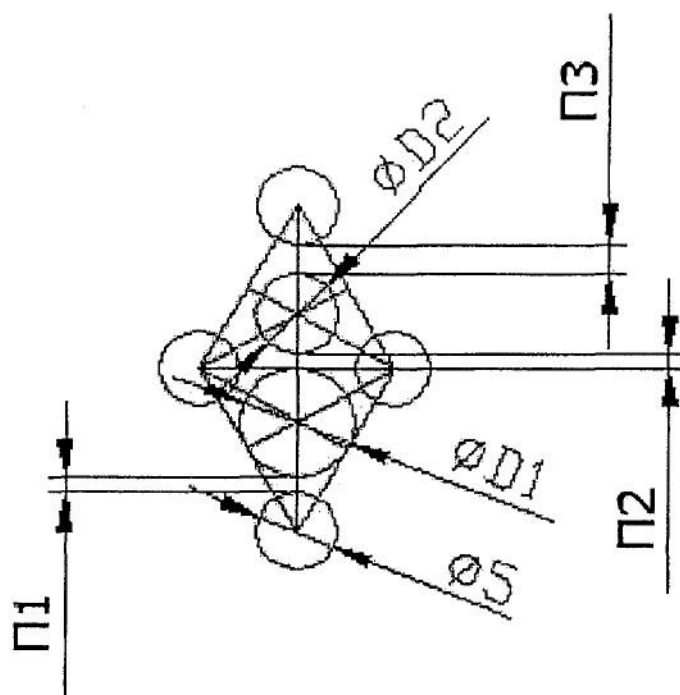


Fig.2

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601