



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **102569** (13) **C2**
(51) МПК (2013.01)
G21C 3/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2011 07213	(72) Винахідник(и):	Бабенко Юрій Ніколаєвич (RU), Всрещак Валерій Грігорієвич (RU), Іванов Александр Вікторович (RU), Одінцов Ніколай Владімірович (RU), Петров Ігорь Валентінович (RU), Цірін Станіслав Ігорєвич (RU), Перепеліца Ніколай Іванович (RU), Помєтько Ришард Сідорович (RU), Солонін Владімір Іванович (RU)
(22) Дата подання заявки:	30.07.2009	(73) Власник(и):	ОТКРИТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД", ул. Карла Маркса, 12, г. Электросталь, Московская обл., 144001, Российская Федерация (RU)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.07.2013	(74) Представник:	Янішевська Антоніна Леонідівна, реєстр. №133
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	2008145619	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	RU 2273062 C1; 27.03.2006; RU 2204868 C2; 20.05.2003; FR 2660477 A1; 04.10.1991; EP 0237064 A2; 16.09.1987; UA 43368 C2; 17.12.2001; UA 27829 C2; 16.10.2000;
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	19.11.2008		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	RU		
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.08.2011, Бюл.№ 16		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.07.2013, Бюл.№ 14		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/RU2009/000378, 30.07.2009		

(54) СТРУКТУРА РЕШІТКИ ДЛЯ ТЕПЛОВІДІЛЬНОГО АГРЕГАТА ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА

(57) Реферат:

Винахід належить до галузі ядерної техніки і призначений для використання в конструкціях дистанціонуючих та перемішуючих решіток тепловідільних агрегатів (ТВА) енергетичних ядерних реакторів. Структура решітки ТВА з трикутною схемою розташування твелів складається з комірок. Комірки мають форму трубок з гранями і прилягають одна до одної цими гранями. Поздовжні осі цих граней паралельні осі ТВА і розташовані у вузлах трикутної сітки. Крайні частини кожної комірки мають форму багатогранника. У середній частині принаймні групи комірок виконані канавки. Грані однієї з крайніх частин кожної з цих комірок повернені навколо поздовжньої осі комірки щодо аналогічних граней іншої крайньої частини цієї ж комірки. Всі грані паралельні поздовжній осі комірки. Три несуміжні грані розташовані навколо осі кожної комірки з кроком 120° і мають найбільшу однакову ширину порівняно з іншими гранями, з утворенням при приляганні комірок каналів для проходження теплоносія. Винахід дозволяє підвищити експлуатаційну надійність за рахунок підвищення критичного теплового потоку внаслідок утворення протяжних поперечних течій уздовж рядів твелів, які викликають ефективне перемішування теплоносія між комірками без винесення рідини з поверхні твелів.

UA 102569 C2

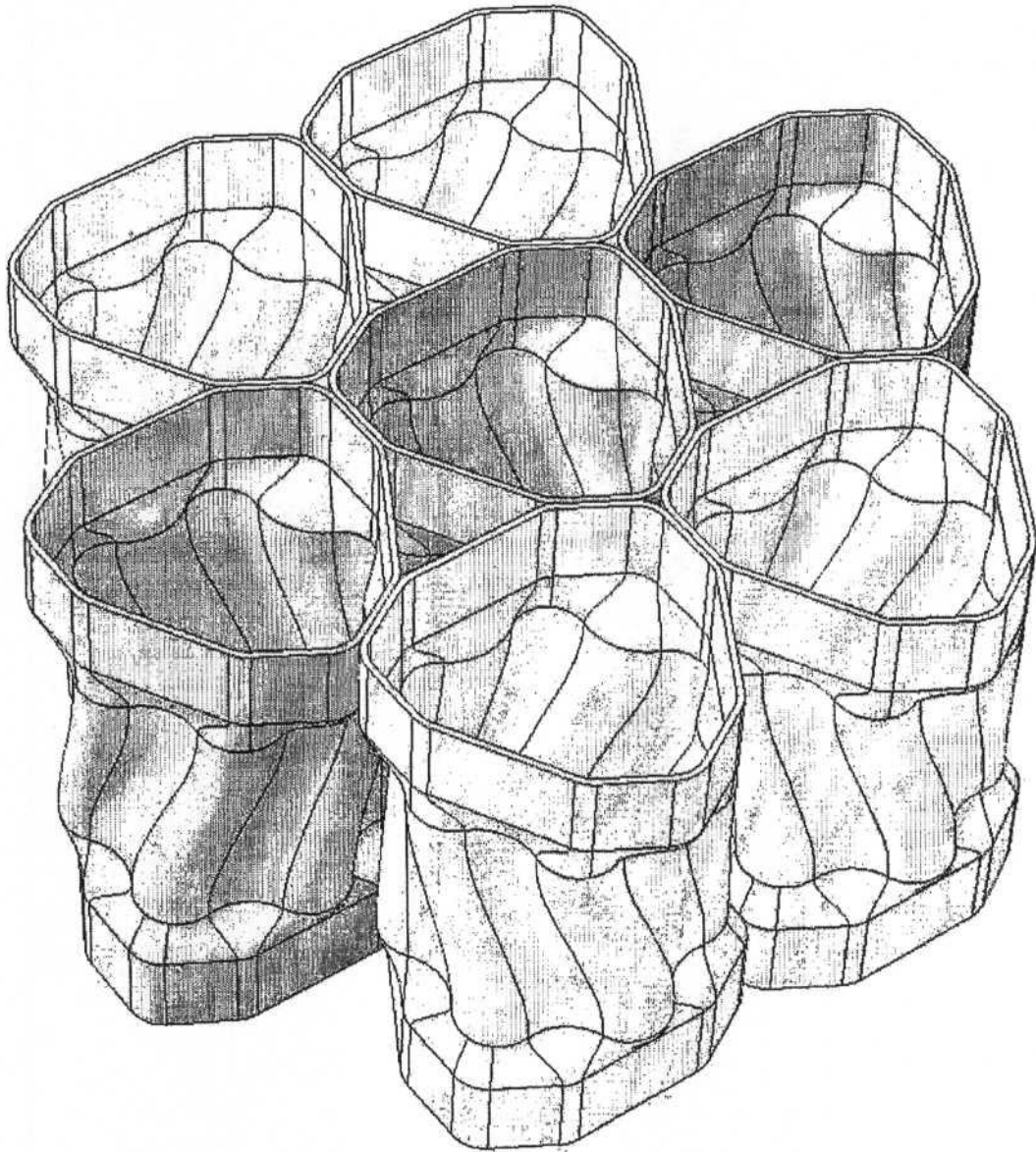


Fig. 1

Область техніки

Винахід відноситься до галузі ядерної техніки, а саме до дистанціонуючих та перемішуючих пристроїв для тепловиділювального агрегата (ТВА) з трикутною схемою розташування стрижнів - тепловиділювальних елементів (твелів), і може бути використане в реакторах типу ВВЕР.

5 Рівень техніки

Відома конструкція змішувальної (перемішувальної) решітки, яка містить комірки для розміщення твелів з трикутною схемою їх розташування в ТВА [Патент Франції № 226680477, кл. G21C 3/34, опубл. 04.10. 1990]. Поперечні перерізи цих комірок на кожному рівні по їхній висоті мають форму багатокутника і кутове зміщення навколо осі комірок на величину, пропорційну осьовій відстані від нижньої торцевої поверхні. Утворена таким чином гвинтоподібна поверхня комірок при наявності потоку теплоносія приводить до утворення кругових поперечних течій навколо твела, що сприяє перемішуванню і відповідно вирівнюванню тепломісткостей і температур однофазного теплоносія в прохідному перерізі ТВА.

10 Недоліком такої конструкції решітки є недостатня експлуатаційна надійність ТВА. Це обумовлено тим, що при утворенні парорідинного потоку теплоносія на вихідній ділянці ТВА закрутка потоку навколо кожного твела буде викликати небажане винесення рідини з його поверхні внаслідок виникаючих при цьому відцентрових сил. Локальне зникнення рідини на тепловиділювальній поверхні призводить до виникнення кризи тепловіддачі, і, отже, до недостатнього запасу за величиною критичного теплового потоку.

20 Найбільш близькою за технічною суттю до пропонованої структури решітки є структура решітки для ТВА, що складається з комірок з трикутною схемою розташування стрижнів [Патент Росії № 2273062, кл. G21C 3/34, опубл. 27.03. 2006р.].

25 Кожна з комірок цієї решітки має форму багатогранної трубки, поздовжня вісь якої паралельна осі ТВА. Шість граней комірки виконані паралельними її осі, а дві трійки граней виконані похилими за рахунок зміни ширини граней уздовж осі комірки. Причому одна трійка граней виконана шириною, меншою біля верхнього торця комірки і більшою біля нижнього торця комірки, інша трійка граней виконана шириною, більшою біля верхнього торця комірки і меншою біля нижнього торця комірки. У кожній трійці грані розташовані з кроком 120° навколо осі комірки. При цьому комірки в решітці розташовані у вузлах трикутної сітки, прилягаючи один до одного паралельними осям комірок гранями, і орієнтовані у вузлах з утворенням похилих каналів для проходження теплоносія. За допомогою похилих каналів здійснюється обертальний рух теплоносія навколо кожного твела, що підвищує інтенсивність перемішування і сприяє вирівнюванню тепломісткостей і температур однофазного теплоносія в прохідному перерізі ТВА.

35 Недоліком такої конструкції решітки - прототипу є недостатня експлуатаційна надійність ТВА. Вона обумовлена тим, що при виникненні парорідинного потоку теплоносія на вихідному ділянці ТВА утворення обертального руху навколо кожного твела за допомогою похилих каналів буде викликати небажане винесення рідини з його поверхні. Локальне зникнення рідини на тепловиділюючій поверхні призводить до утворення кризи тепловіддачі, і, отже, до недостатнього запасу за величиною критичного теплового потоку.

40 Суть винаходу

Технічним завданням є створення структури решітки, що дозволяє підвищити експлуатаційну надійність ТВА за рахунок підвищення величини критичного теплового потоку шляхом утворення протяжних поперечних течій, які створюють ефективне перемішування теплоносія між осередками уздовж рядів твелів без винесення рідини з поверхні твелів при утворенні парорідинної суміші в прохідному перерізі ТВА.

50 Поставлена задача вирішується за рахунок того, що структура решітки для ТВА з трикутною схемою розташування твелів складається з комірок, що мають форму трубок з гранями, поздовжні осі яких паралельні осі ТВА і розташовані у вузлах трикутної сітки, і які прилягають один до одного гранями, крайні частини кожної комірки мають форму багатогранника, а в середній частині, принаймні, групи комірок виконані канавки, грані однієї з крайніх частин кожної з цих комірок повернені навколо поздовжньої осі комірки щодо аналогічних граней іншої крайньої частини цієї ж комірки, всі грані паралельні поздовжній осі комірки і три несуміжні грані, розташовані навколо осі кожної комірки з кроком 120° , мають найбільшу однакову ширину порівняно з іншими гранями, з утворенням при приляганні комірок каналів для проходження теплоносія.

60 В одному з варіантів виконання, для створення додаткової поперечної складової руху теплоносія між рядами твелів, в одній частині групи комірок канавки виконані з нахилом в праву сторону, а в іншій частині - в ліву сторону щодо поздовжньої осі комірки, при цьому комірки з канавками одного нахилу розташовані тільки в одному напрямку трикутної сітки, а комірки з

канавками правого і лівого нахилу розташовані з чергуванням між собою в кожному з двох інших напрямів сітки.

В іншому варіанті у всіх осередках канавки виконані з нахилом в один бік щодо поздовжньої осі комірки.

Крім того, глибина, принаймні, трьох канавок, рівномірно розташованих у середній частині кожної комірки, обрана достатньою для забезпечення центрування твела в комірці.

Вказана сукупність ознак дозволяє отримати протяжні поперечні течії, які створюють ефективне перемішування теплоносія між осередками уздовж рядів твелів і не викликають винесення рідини з поверхні твелів при утворенні парорідинної суміші в каналах порівняно з прототипом.

Крім того, при виконанні коротких похилих канавок з довжиною $\sim 0,3H$ на комірках з висотою H в їх внутрішній порожнині формуються короткі похилі виступи, за допомогою яких може бути виконана, принаймні, одна з функцій дистанціювання - запобігання від викривлення твелів протягом усього часу експлуатації ТВА. При цьому, внаслідок короткої довжини похилих виступів можливість утворення закрутки теплоносія, що потрапляє всередину елементу з ТВЕЛом, може бути незначною.

Для виявлення можливості утворення поперечних течій теплоносія в ТВА5, оснащеному запропонованою структурою решітки, були проведені досліді на агрегаті з дев'ятнадцяти стрижнів (трубок) із зовнішнім діаметром 9,1 мм і довжиною 1 м при течії повітря з середньою лінійною (поздовжньою) швидкістю 35-40 м/сек. Стрижні за допомогою двох фрагментів штатних дистанціонуючих решіток, які знаходились на їх кінцях, розташовувалися за трикутною схемою з кроком 12,75 мм. Агрегат розміщувався в чохлах шестикутної форми з розміром під ключ 60 мм. На відстані 50 мм від вхідного фрагмента штатної дистанціонуючої решітки знаходилась досліджувана структура решітки, комірки якої мали канавки з кутом нахилу $\alpha = 30^\circ$. У досліді за допомогою індикатора динамічного напору потоку на відстані 250 мм від вихідного перерізу структури решітки проводилися

вимірювання, за якими обчислювалася середня поперечна швидкість конвективного переносу в частках від середньовитратної швидкості в пучку.

У результаті проведення дослідів виявлено утворення поперечних течій уздовж рядів стрижнів. Відношення поперечної до поздовжньої швидкості повітря на відстані 250 мм складає 0,1, що є достатньо великим значенням порівняно з іншими дослідженими структурами решіток.

Таким чином, запропоноване технічне рішення, порівняно з найближчим аналогом, підвищує експлуатаційну надійність ТВА через підвищення величини критичного теплового потоку шляхом утворення протяжних поперечних течій, які викликають ефективне перемішування теплоносія між осередками уздовж рядів твелів і не сприяють винесенню рідини з поверхні твелів при утворенні парорідинної суміші в каналах.

Перелік креслень

Сутність запропонованого винаходу пояснюється кресленнями, де: на фігурі 1 показано об'ємне зображення структури решітки, в якій одна частина комірок має канавки, виконані з нахилом в праву сторону, а інша частина комірок має канавки, виконані з нахилом в ліву сторону;

на фігурі 2 зображена структура решітки, де в центрі (б) показано вигляд спереду, а зверху (а) і знизу (в) - два види її перерізів;

на фігурі 3 зображені ліворуч види зверху (а) і спереду (б) комірки, що має канавки з правим нахилом, а праворуч (в-г) - три види її перерізів;

на фігурі 4 зображені ліворуч види зверху (а) і спереду (б) комірки, що має канавки з лівим нахилом, а праворуч (в-г) - три види її перерізів;

на фігурі 5 зображений принцип роботи структури решітки, де стрілками показано напрями поперечного руху теплоносія між твелями.

Приклад здійснення винаходу

Структура решітки для тепловиділювального агрегата з трикутною схемою розташування твелів 1 складається із сполучених між собою комірок 2 і 3 у вигляді трубок, що мають на крайових частинах форму багатогранника, а в середній частині мають канавки відповідно з правим нахилом і з лівим нахилом відносно поздовжньої осі комірки. Поздовжні осі комірок 2 і 3 паралельні осі ТВА і розташовані у вузлах трикутної сітки. Грані комірок 2 і 3, розташовані від одних країв канавок до однієї кромки комірки, повернені щодо граней, розташованих від

інших країв канавок до іншої кромки цієї комірки, і паралельні поздовжній осі комірок. Три несуміжні грані 4, розташовані навколо осі кожної комірки з кроком 120° , мають найбільшу однакову ширину порівняно з іншими гранями з можливістю утворення при з'єднанні (приляганні) комірок каналів для проходу теплоносія. При цьому комірки з канавками одного

нахилу розташовані тільки в одному напрямку 5 трикутної сітки, а комірки з канавками правого і лівого нахилу розташовані з чергуванням між собою в кожному з двох інших напрямів 6 і 7.

В іншому варіанті канавки всіх комірок мають нахил в один бік щодо поздовжніх осей комірок.

5 Усі комірки 2 і 3 можуть бути виготовлені з металевого трубчастого матеріалу і з'єднані між собою у місцях щільного прилягання граней за допомогою зварювання.

Глибина трьох канавок, рівномірно розташованих у середній частині комірки, може бути вибрана достатньою для забезпечення центрування твелів. Структура решітки використовується в роботі наступним чином.

10 Решітка, конструкція якої базується на запропонованій структурі (фігура 2), встановлюється в ТВА перпендикулярно її поздовжній осі і закріплюється на поздовжніх силових елементах ТВА, наприклад, обід решітки закріплюється на куточках каркаса ТВА. При цьому в місцях проходження через решітку напрямних каналів, які також є поздовжніми силовими елементами ТВА, комірки можуть бути відсутні. Твели 1 проходять усередині комірок 2 і 3. В активній зоні

15 ядерного реактора ТВА омивається теплоносієм, за допомогою якого здійснюється охолодження поверхні твелів 1. Потіку теплоносія, який потрапляє в канали, утворені структурою решітки, надається поперечна складова швидкості, через що утворюються протяжні поперечні течії вздовж рядів твелів 1, за допомогою яких створюється ефективне перемішування теплоносія без винесення рідини з поверхні твелів при виникненні парорідинної суміші в прохідному перерізі ТВА. Це призводить до підвищення запасу за величиною критичного теплового потоку порівняно з прототипом, а, отже, і експлуатаційної надійності ТВА.

20 Крім того, за допомогою наявності похилих виступів на внутрішній поверхні комірки, отриманих в результаті формування канавок, може бути виконана, принаймні, одна з функцій дистанціювання - запобігання твелів від викривлення протягом усього часу експлуатації ТВА.

25

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Структура решітки для тепловидільного агрегата з трикутною схемою розташування твелів, що складається з комірок, що мають форму трубок з гранями, поздовжні осі яких паралельні осі ТВА і розташовані у вузлах трикутної сітки, і які прилягають одна до одної гранями, яка

30 **відрізняється** тим, що крайні частини кожної комірки мають форму багатогранника, а в середній частині принаймні групи комірок виконані канавки, грані однієї з крайніх частин кожної з цих комірок повернені навколо поздовжньої осі комірки щодо аналогічних граней іншої крайньої частини цієї ж комірки, всі грані паралельні поздовжній осі комірки, і три несуміжні грані, розташовані навколо осі кожної комірки з кроком 120° , мають найбільшу однакову ширину порівняно з іншими гранями, з утворенням при приляганні комірок каналів для проходу теплоносія.

35

2. Структура решітки за п. 1, яка **відрізняється** тим, що в одній частині групи комірок канавки виконані з нахилом в праву сторону, а в іншій частині - в ліву сторону щодо поздовжньої осі комірки, при цьому комірки з канавками одного нахилу розташовані тільки в одному напрямку трикутної сітки, а комірки з канавками правого і лівого нахилу розташовані з чергуванням між собою в кожному з двох інших напрямів сітки.

40

3. Структура решітки за п. 1, яка **відрізняється** тим, що у всіх комірках канавки виконані з нахилом в один бік щодо поздовжньої осі комірки.

45 4. Структура решітки за п. 1, яка **відрізняється** тим, що частина комірок відсутня.

5. Структура решітки за п. 1, яка **відрізняється** тим, що глибина принаймні трьох канавок, рівномірно розташованих у середній частині кожної клітинки, вибрана достатньою для забезпечення центрування твела в комірці.

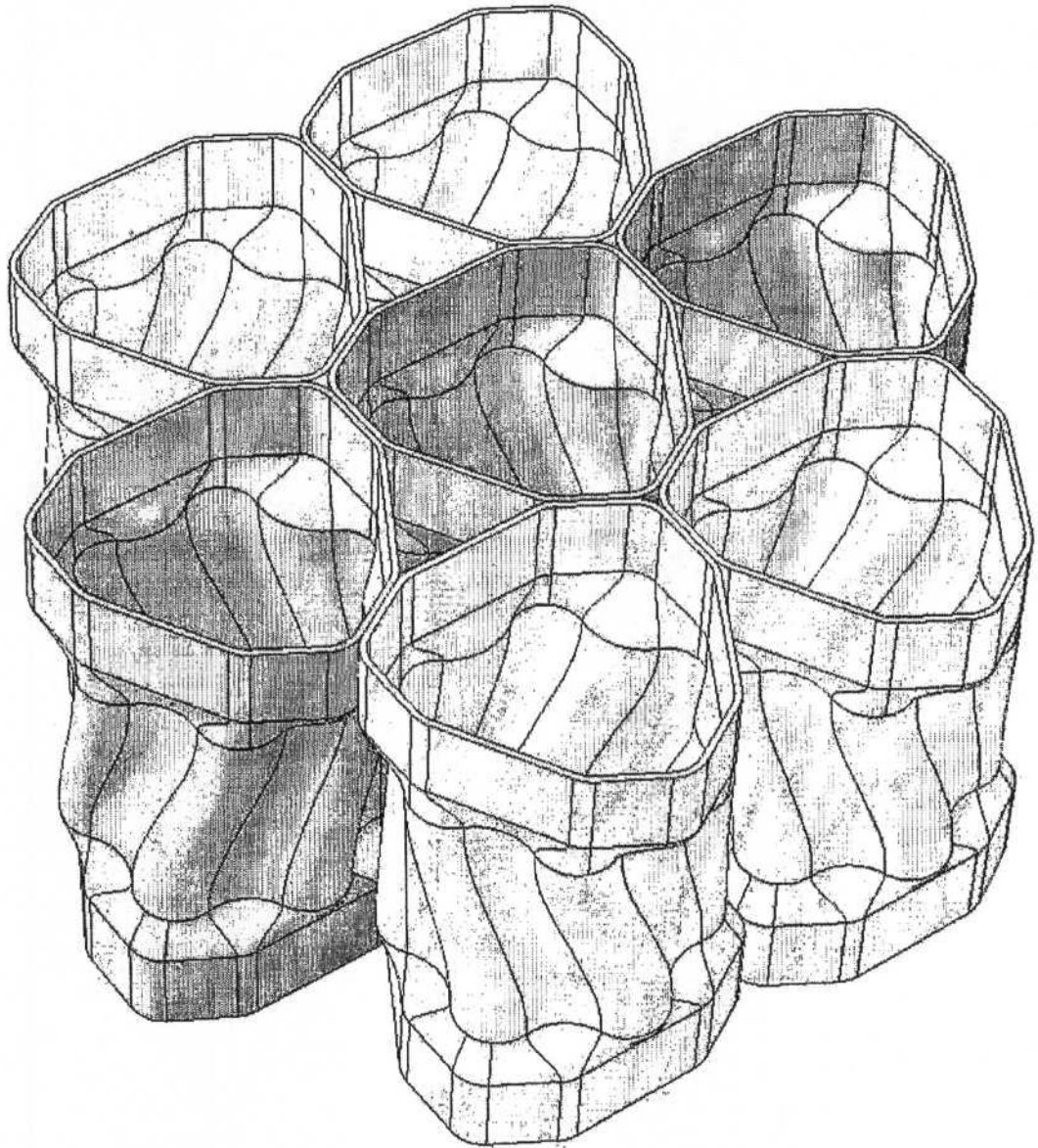


Fig. 1

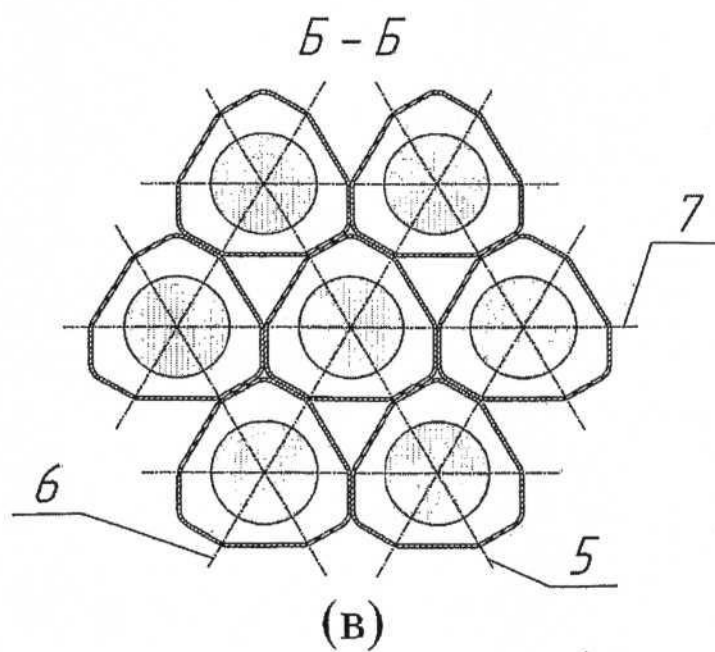
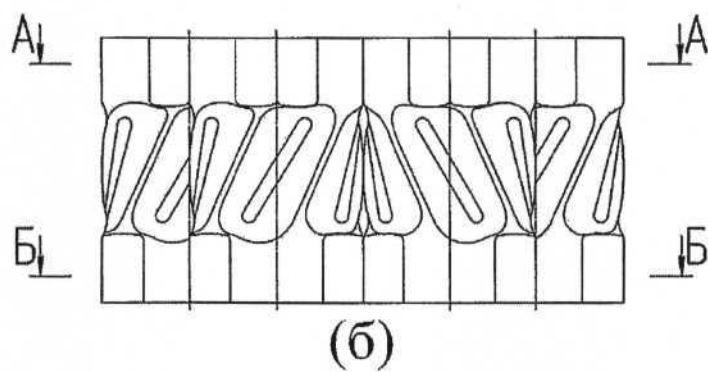
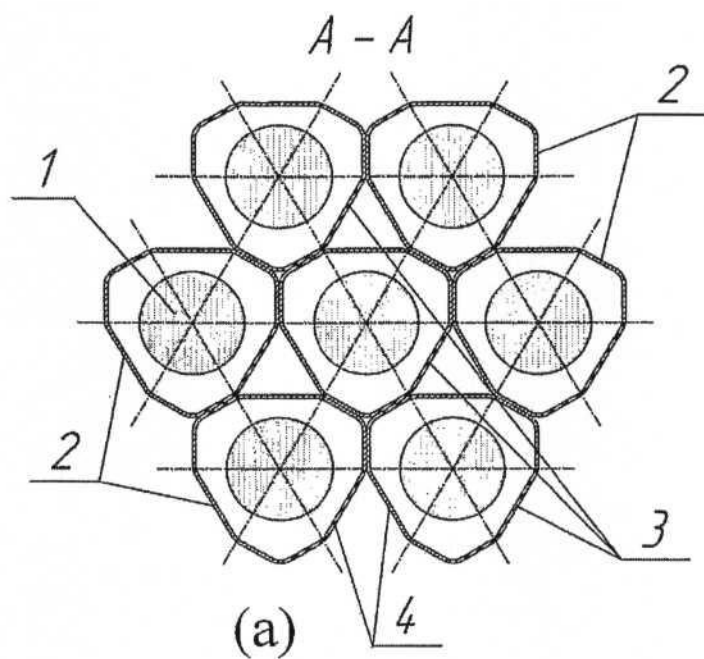
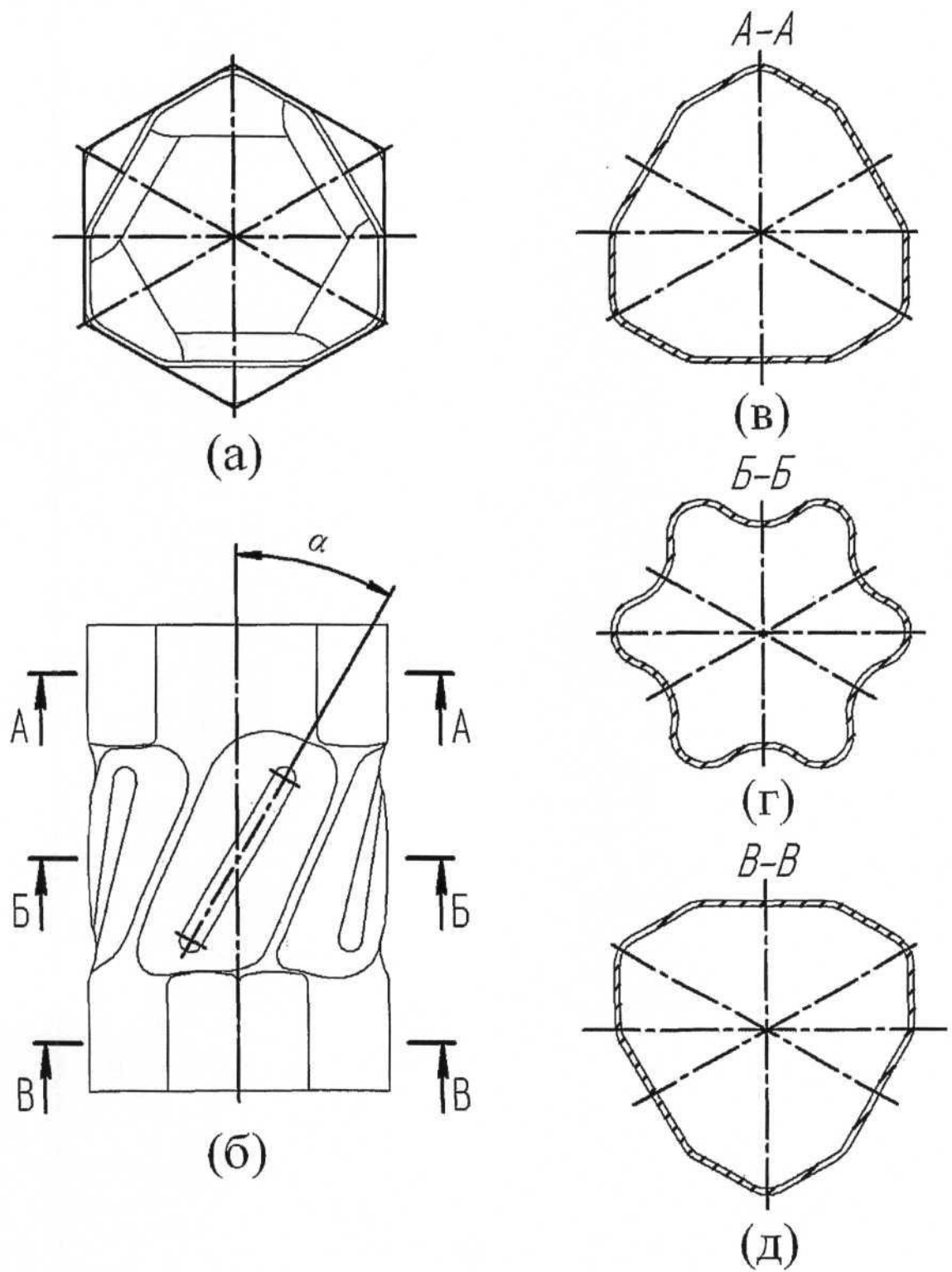
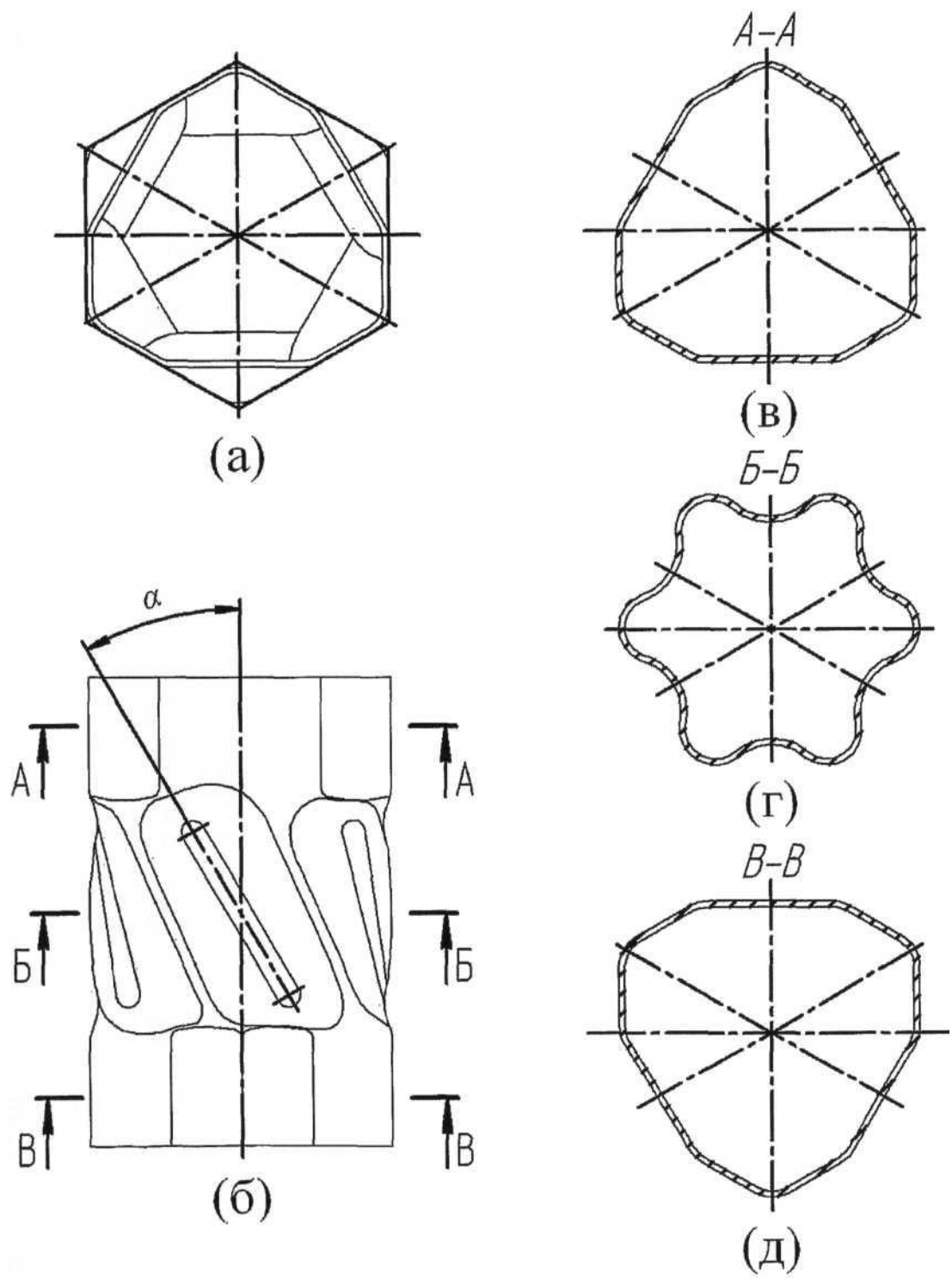


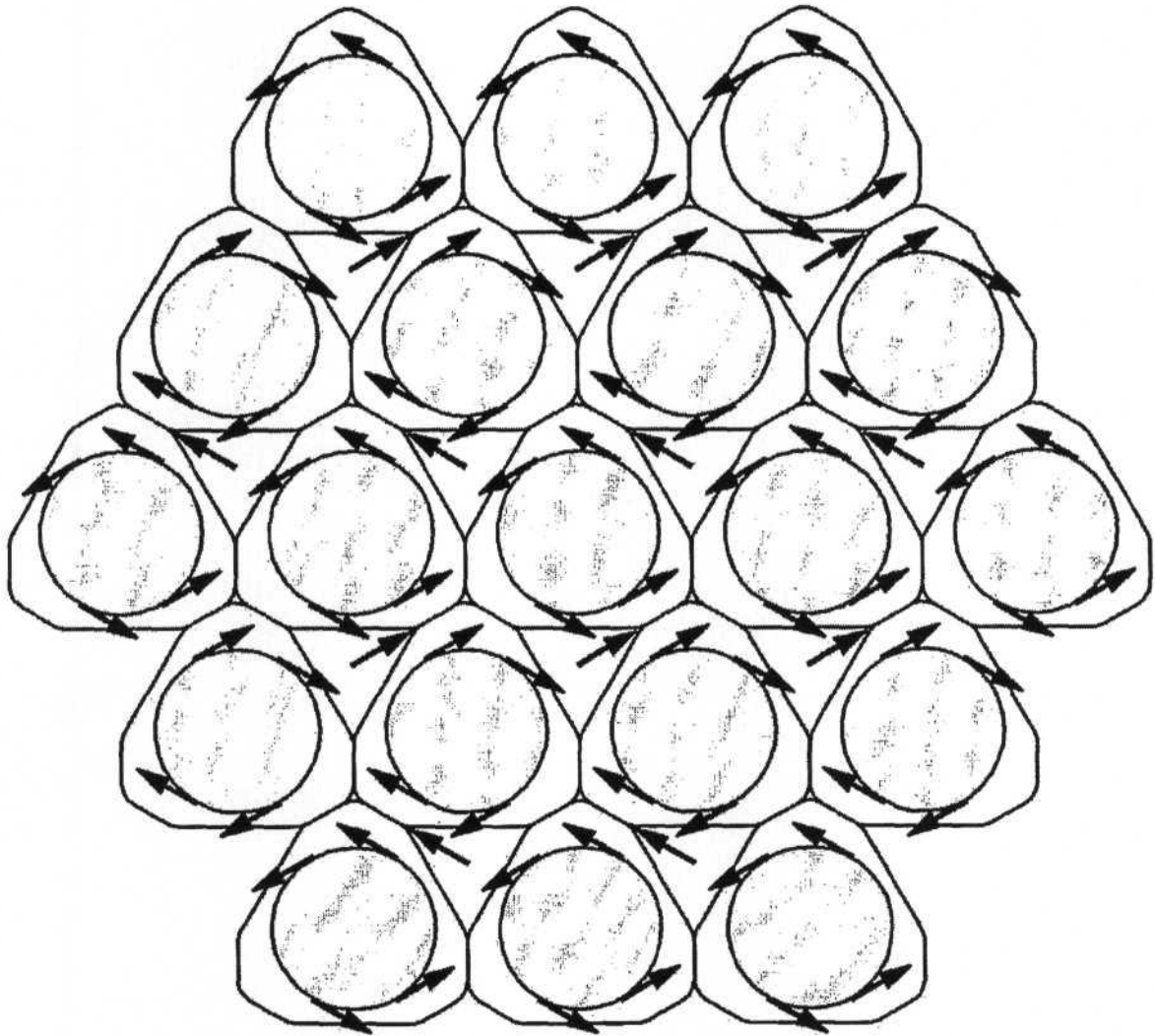
Fig. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фіг. 5

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