



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **102449** (13) **C2**
(51) МПК (2013.01)
G21C 3/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2011 14237</p> <p>(22) Дата подання заявки: 22.04.2010</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.07.2013</p> <p>(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 2009116831</p> <p>(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 05.05.2009</p> <p>(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: RU</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 27.02.2012, Бюл.№ 4</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.07.2013, Бюл.№ 13</p> <p>(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ PCT/RU2010/000195, 22.04.2010</p>	<p>(72) Винахідник(и): Лунін Глеб Леонідовіч (RU), Духовенський Андрей Сергєєвіч (RU), Доронін Александр Сергєєвіч (RU), Фоломєєв Владімір Івановіч (RU), Ліхачьов Юрій Івановіч (RU), Лушін Владімір Борисовіч (RU), Тутнов Александр Александровіч (RU), Кукушкін Юрій Анатолієвіч (RU), Єнін Анатолій Алексєєвіч (RU), Устіменко Александр Павлович (RU), Брода Валерій Адімовіч (RU), Одінцов Ніколай Владімірович (RU), Малахов Александр Анатолієвіч (RU), Куркін Андрей Міхайлович (RU)</p> <p>(73) Власник(и): ОТКРИТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ТВЕЛ", ул. Большая Ордынка, 24, г. Москва, 119017, Российская Федерация (RU), ОТКРИТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "НОВОСІБІРСКИЙ ЗАВОД ХІМКОНЦЕНТРАТОВ", ул. Богдана Хмельницького, 94, г. Новосибирск, 630110, Российская Федерация (RU), ОТКРИТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "МАШІНОСТРОІТЕЛЬНИЙ ЗАВОД", ул. Карла Маркса, 12, г. Электросталь, Московская обл., 144001, Россия (RU)</p> <p>(74) Представник: Боровик Петро Антонович, реєстр. №166</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 2234752 C2; 20.08.2004; US 2007/165766 A1; 19.07.2007; EP 0986068 A1; 15.03.2000; RU 2216056 C2; 10.11.2003; US 2007/153963 A1; 05.07.2007; UA 98441 C2; 25.07.2007;</p>
--	---

(54) РОБОЧА КАСЕТА ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА (ВАРІАНТИ)

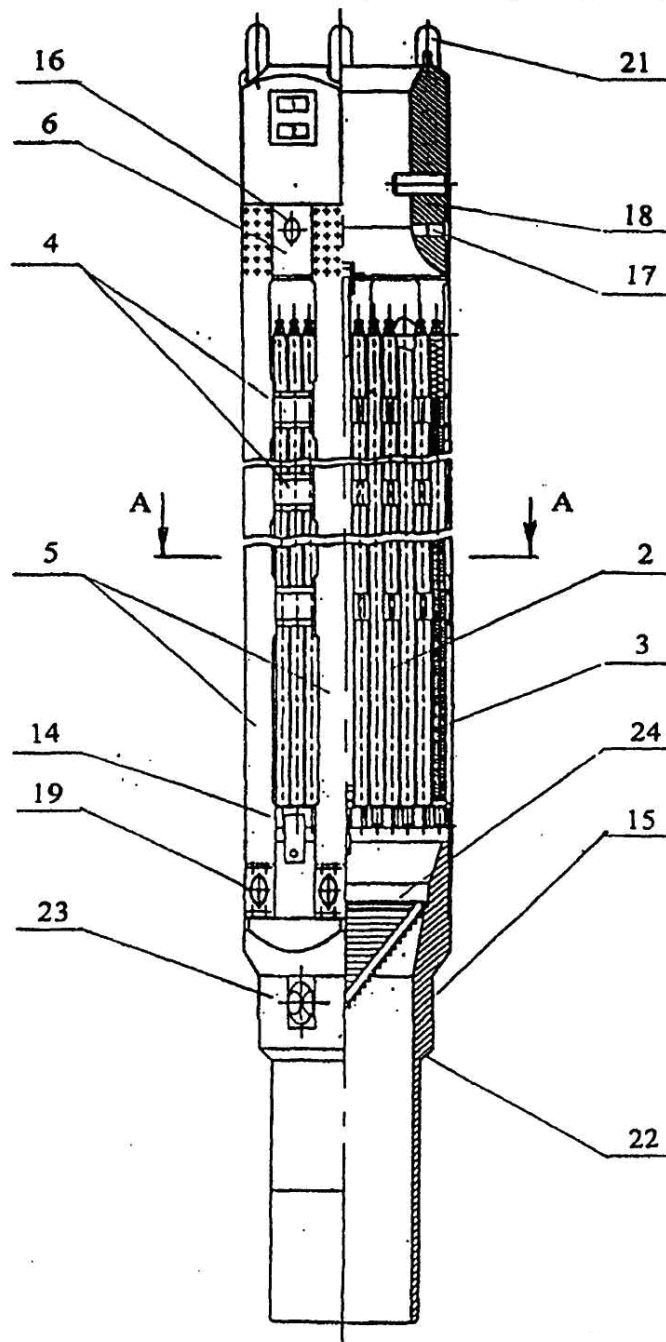
(57) Реферат:

Призначення: у атомній енергетиці, зокрема в конструкціях робочих касет реакторів типу ВВЭР-440. Касета містить з'єднані між собою опорними кутовими елементами хвостову і головну частини і розташований між ними каркас, що включає дистанціюючі решітки, набрані з комірок, встановлених за трикутною сіткою з утворенням навколо центру решітки коаксіальних

UA 102449 C2

шестикутних рядів. У другому або третьому, або четвертому від центру ряду або в кутах третього і четвертого від центру рядів, або в кутах третього і другого від центру рядів, або в кутах четвертого і другого від центру рядів, або в середині четвертого і другого від центру рядів встановлені каркасні труби, сполучені з хвостовою частиною і жорстко з'єднані з сусідніми комірками. В результаті підвищується жорсткість і міцність робочої касети, підвищується безпека експлуатації касети в нормальних і аварійних режимах та ефективність використання палива за рахунок поліпшення водо-уранового відношення і можливості спектрального регулювання реактивності, а також збільшується тривалість паливного циклу і глибина вигорання палива.

Робоча касета ядерного реактора (варіанти)



Фиг. 1

Область техніки, до якої належить винахід

Винахід належить до атомної енергетики, зокрема до конструкцій робочих касет активних зон ядерних енергетичних реакторів тепловою потужністю від 1150 Мвт до 1700 Мвт, особливо для вдосконалення і модернізації діючих активних зон реакторів типу ВВЭР-440.

5 Рівень техніки

Відома робоча касета, що може бути використана для формування активної зони реактора ВВЭР-440 (RU 2126999, G21C 1/04, 27.02.1999р.). Робоча касета містить від 216 до 270 стрижневих тепловиділяючих елементів (твелів), що мають зовнішній діаметр оболонки від 5,85 мм до 6,17 мм та/або від 6,66 мм до 6,99 мм. Крок встановлення тепловиділяючих елементів по трикутним ґратам у робочій касеті і їхній діаметр обрані виходячи з умови забезпечення величини водо-уранового відношення від 1,6 до 2,0. Відома робоча касета має підвищену працездатність, як у нормальних умовах експлуатації, так і в аварійних режимах. Активна зона реактора ВВЭР-440, сформована з таких робочих касет, дозволяє розширити діапазон маневрування потужністю реактора, підвищити вигорання ядерного палива. У даній робочій касеті знижена також імовірність розгерметизації тепловиділяючих елементів, що обумовлено використанням тепловиділяючих елементів з діаметром меншим, ніж діаметр штатних тепловиділяючих елементів.

Відома також робоча касета для серійного реактора ВВЭР-440, що містить чохол, гексагональний пучок тепловиділяючих елементів, розміщений у розташованих по довжині касети дистанціюючих ґратах, головну і хвостову частини касети (Шмельов В.Д., Драгунов Ю.Г., Денисов В.П., Васильченко И.Н., Активные зоны ВВЭР для атомных электростанций, ИКЦ «Академкнига», М., 2004 р., с. 37-40).

Відома робоча касета, що використовується для формування активних зон реакторів типу ВВЭР-440, складається зі 126 стрижневих тепловиділяючих елементів діаметром 9,1 мм, які розміщені у порожнині шестигранного чохла, з кінцями якого з'єднані голівка та хвостовик касети. Тепловиділяючі елементи закріплені на нижніх опорних ґратах і дистанціюються у пучок із кроком 12,2 мм за допомогою одинадцяти стільникових дистанціюючих ґрат, попередньо сформованих у каркас на центральній трубі. Конструкція робочої касети забезпечує аксіальні зсуви гексагональних дистанціюючих ґрат по центральній трубі і тепловиділяючих елементах в комірках дистанціюючих ґрат, що необхідно для компенсації нерівномірності температурних і радіаційних подовжень твелів, що виникають у процесі експлуатації.

Наявність чохла вносить «паразитний» метал в активну зону, погіршує умови теплообміну в аварійних ситуаціях, пов'язаних із втратою теплоносія та інше.

Найбільш близьким по технічній сутності й результату, що досягають, до заявленого винаходу, є робоча касета ядерного реактора тепловою потужністю від 1150 Мвт до 1700 Мвт, що містить хвостову та головну частини, з'єднані каркасом, виконаним з опорних кутових елементів, з'єднаних контактним зварюванням з дистанціюючими ґратами, набраними з комірок, установлених по трикутній сітці з утворенням навколо центральної труби коаксіальних шестикутних рядів (RU 2234752, G21C 3/30 20.08.2004). У відомій конструкції робочої касети головна частина, хвостова частина та дистанціюючі ґрати жорстко з'єднані з опорними кутовими елементами, виконаними із цирконієвого сплаву, причому ширина d променю пластини обрана від $0,117H$ до $0,177H$, де H - розмір робочої касети «під ключ». Наявність опорних кутових елементів підвищує жорсткість каркасу робочої касети. Однак, експериментальне випробування конструкції відомої тепловиділяючої зборки показало, що кутові опорні елементи більше виконують функцію напрямних, що забезпечує переміщення касет АРК без зачеплення дистанціюючих ґрат робочих касет. У той же час ажурні дистанціюючі ґрати, що не мають необхідної згинальної жорсткості, при взаємодії з пучком твелів піддаються реверсивному вигину, у результаті чого міцність каркаса касети і згинальна жорсткість робочої касети є недостатніми для забезпечення необхідного ресурсу касет в умовах експлуатації.

Таким чином, наявність опорних кутових елементів не забезпечує достатньої жорсткості робочої касети, яка не має чохла.

Розкриття винаходу

Завданням цього винаходу є створення та розробка робочої касети ядерного реактора тепловою потужністю від 1150 Мвт до 1700 Мвт, що має поліпшені характеристики.

У результаті рішення даного завдання можуть бути отримані нові технічні результати, які полягають у тім, що підвищується жорсткість і міцність конструкції робочої касети у цілому, знижується нерівномірність енерговиділення по об'єму робочої касети, поліпшується ефективність використання палива за рахунок підвищення водо-уранового відношення і забезпечується геометрична стабільність касети, що особливо важливо при реалізації паливних циклів із глибоким (до 65-70 Мвт-сут/кг₀) вигоранням палива.

Зазначені технічні результати за першим варіантом цього винаходу досягаються тим, що у робочій касеті ядерного реактора тепловою потужністю від 1150 Мвт до 1700 Мвт, що містить хвостову і головну частини, з'єднані каркасом, виконаним з опорних кутових елементів, з'єднаних контактним зварюванням з дистанціюючими ґратами, набраними з комірок, установлених по трикутній сітці з утворенням навколо центральної труби коаксіальних шестикутних рядів, у другому або третьому або четвертому від центра ряду замість комірок установлені з рівним кутовим кроком навколо осі центральної труби три або шість каркасних труб, з'єднаних із хвостовою частиною та сусідніми комірками.

Відмінною рисою за першим варіантом цього винаходу є те, що у другому або третього або четвертому від центра ряду замість комірок установлені з рівним кутовим кроком навколо осі центральної труби три або шість каркасних труб, з'єднаних із хвостовою частиною і жорстко з'єднаних із сусідніми комірками. У результаті істотно підвищується міцність і жорсткість конструкції робочої касети за рахунок заміни тепловіділяючих елементів і відповідних комірок у другому або третього або четвертому від центра ряду на каркасні труби.

Зазначені технічні результати за другим варіантом цього винаходу досягаються тим, що у робочій касеті ядерного реактора тепловою потужністю від 1150 Мвт до 1700 Мвт, що містить хвостову і головну частини, з'єднані каркасом, виконаним з опорних кутових елементів, з'єднаних контактним зварюванням з дистанціюючими ґратами, набраними з комірок, установлених по трикутній сітці з утворенням навколо центральної труби коаксіальних шестикутних рядів, у кутах третього і четвертого або третього і другого від центра рядів замість комірок установлені по три рівновіддалені один від одного каркасні труби, з'єднані із хвостовою частиною та сусідніми комірками, розташованими з кутовим кроком 60 градусів навколо осі центральної труби.

Відмінною рисою за другим варіантом цього винаходу є те, що в кутах третього і четвертого або третього і другого від центра рядів замість комірок установлені по три рівновіддалені один від одного каркасні труби, з'єднані із хвостовою частиною і жорстко з'єднані із сусідніми комірками, розташовані з кутовим кроком 60 градусів навколо осі центральної труби.

Зазначені технічні результати за третім варіантом цього винаходу досягаються тим, що у робочій касеті ядерного реактора тепловою потужністю від 1150 Мвт до 1700 Мвт, що містить хвостову і головну частини, з'єднані каркасом, виконаним з опорних кутових елементів, з'єднаних контактним зварюванням з дистанціюючими ґратами, набраними з комірок, установлених по трикутній сітці з утворенням навколо центральної труби коаксіальних шестикутних рядів, у кутах або серединах сторін четвертого і другого від центра рядів замість комірок установлені по три рівновіддалені один від одного каркасні труби, з'єднані із хвостовою частиною і сусідніми комірками, розташовані з кутовим кроком 60 градусів навколо осі центральної труби.

Відмінною рисою по третьому варіанту цього винаходу є те, що в кутах або серединах сторін четвертого і другого від центра рядів замість комірок установлені по три рівновіддалені один від одного каркасні труби, з'єднані із хвостовою частиною і жорстко з'єднані із сусідніми комірками, розташовані з кутовим кроком 60 градусів навколо осі центральної труби.

Відмінною рисою кожного з варіантів є вибір місця установки каркасних труб. Якщо каркасні труби розташовувати у першому від центра ряду, підвищення жорсткості каркасу у цілому практично відсутнє, а має місце незначне посилення центральної області касети. Якщо каркасні труби встановлювати у кутах або серединах сторін п'ятого або шостого рядів, підвищення жорсткості каркасу у цілому також практично відсутнє, а має місце незначне посилення периферійної області робочої касети. При цьому установка каркасних труб у центральній або периферійній областях робочої касети приводить до нерівномірності водо-уранового відношення по поперечному перерізі робочої касети, що викликає неоднорідність енерговиділення по поперечному перерізі робочої касети. Для першого варіанта переважно встановити каркасні труби у кутах другого або третього або четвертого ряду або в серединах сторін другого або четвертого ряду.

Для всіх варіантів дійсного винаходу:

- переважно ширину d променю опорного кутового елемента вибрати від 1,71 t до 1,91 t, де t - крок трикутної сітки;
- переважно крок t трикутної сітки вибрати від 12,55 мм до 12,65 мм;
- переважно каркас з'єднати з головною частиною за допомогою розбірного з'єднання;
- переважно як розбірне з'єднання використати різьбове з'єднання у вигляді гвинтів, різьбова частина яких взаємодіє з відповідним різьбленням виконаної в головній частині касети;
- переважно каркасні труби і опорні кутові елементи виконати із цирконієвого сплаву Э 635;

- переважно каркасні труби виконати з можливістю заповнення їхньої порожнини теплоносієм;

- переважно для з'єднання каркасних труб із сусідніми комірками використати зварювання, а із хвостовою частиною - зварювання або різьблення або цангу.

5 Аналіз рішень, відомих з попереднього рівня техніки, не виявив пристрою, що збігається з варіантами за цим винаходом по усій сукупності суттєвих ознак, що включені у незалежні пункти формули винаходу, що свідчить про те, що цей винахід відповідає умові патентоспроможності «новизна». З рівня техніки відома тепловиділяюча збірка ядерного реактора, що містить частину 10 ознак, подібних до ознак цього винаходу - RU 2093906 C1, 321C 3/30, 1997. Відома робоча касета, яка призначена для використання у ядерному реакторі з тепловою потужністю 3000 Мвт. Спільними ознаками відомого та заявленого винаходів є ознаки, що стосуються наявності опорних елементів у вигляді кутових пластин, виконаних із цирконієвого сплаву і жорстко з'єднаних із хвостовою частиною та дистанційючими ґратами, а також наявності порожніх труб (напрямних каналів). Однак у відомому рішенні опорні кутові пластини (елементи) не з'єднані з 15 головною частиною, що не дозволяє використати їх як єдиний каркас для пучка тепловиділяючих елементів і касети у цілому. У відомому пристрої жорсткість касети формують кутові опорні елементи, а напрямні канали не роблять істотного впливу на формування жорсткості, тому що вони не мають твердого з'єднання з дистанційючими ґратами. Таким чином, уся сукупність відмітних ознак цього винаходу з рівня техніки невідома, а відомі ознаки 20 не дозволяють одержати результат, що полягає у підвищенні жорсткості конструкції робочої касети у цілому, збільшення використання палива за рахунок поліпшення водо-уранового відношення по поперечному перерізу касети і забезпечення геометричної стабільності касети, що особливо важливо при реалізації паливних циклів з глибоким вигоранням палива. Тому заявлений винахід відповідає умові патентоспроможності «винахідницький рівень».

25 Перелік фігур креслень

На фіг. 1 зображений загальний вид тепловиділяючої збірки ядерного реактора, на фіг. 2 показаний перший варіант перетину А-А на фіг. 1, на фіг. 3 показаний другий варіант перетину А-А на фіг. 1, на фіг. 4 показаний третій варіант перетину А-А на фіг. 1, на фіг. 5 показаний 30 четвертий варіант перетину А-А на фіг. 1, на фіг. 6 показаний п'ятий варіант перетину А-А на фіг. 1, на фіг. 7 показаний шостий варіант перетину А-А на фіг. 1, на фіг. 8 показаний сьомий варіант перетину А-А на фіг. 1, на фіг. 9 показаний восьмий варіант перетину А-А на фіг. 1, на фіг. 10 показаний дев'ятий варіант перетину А-А на фіг. 1, на фіг. 11 показаний десятий варіант перетину А-А на фіг. 1, на фіг. 12 зображена каркасна труба.

Здійснення винаходу

35 Робоча касета ядерного реактора тепловою потужністю від 1150 Мвт до 1700 Мвт містить центральну трубу 1 і пучок 2 тепловиділяючих елементів 3, розміщений у розташовані по довжині робочої касети гексагональних дистанційючих ґратах 4 (див. фіг. 1 - фіг. 3). Крок розміщення тепловиділяючих елементів 3 у пучку 2 виконаний від 12,55 до 12,65 мм. Каркас робочої касети включає шість опорних кутових елементів 5, дев'ять дистанційючих ґрат 4, 40 шестигранну обичайку 6 і каркасні труби 7. Гексагональні дистанційючі ґрати 4 включають комірки 8, установлені по трикутній сітці з утворенням навколо центральної труби 1 коаксіальних шестикутних рядів (див. фіг. 2 - фіг. 11). У другому або третьому або четвертому від центра ряду встановлені з рівним кутовим кроком навколо осі центральної труби три (див. фіг. 2, 4, 6) або шість (див. фіг. 3, 5, 7) каркасні труби 7, жорстко з'єднані із сусідніми комірками 8 контактноточковим зварюванням. В інших варіантах робочої касети шість каркасних труб 7, жорстко з'єднаних контактноточковим зварюванням із сусідніми комірками 8, установлені по черзі в кутах третього і четвертого від центра рядів (див. фіг. 8), або в кутах третього і другого від центра рядів (див. фіг. 9), або в кутах четвертого і другого від центра рядів (див. фіг. 10), або у 45 серединах сторін четвертого і другого рядів (див. фіг. 11).

50 Каркасна труба (див. фіг. 12) являє собою цирконієву трубу 11 зі сталевим наконечником 12 у нижній частині. У наконечнику 12 виконані отвори 13 для забезпечення проходу теплоносія через порожнини каркасних труб при експлуатації касети, що приводить до поліпшення водоуранового відношення касети, оскільки порожні каркасні труби встановлені замість тепловиділяючих елементів. Наконечник 12 виконаний з можливістю фіксації за допомогою 55 приварювання, різьбового або цангового з'єднання в сталевих нижніх ґратах 14 хвостової частини 15 касети. Як матеріал труби 11 використаний цирконієвий сплав Э635.

На зовнішній поверхні шестигранної обичайки 6, у місцях кріплення опорних кутових елементів 5 є поглиблення, необхідні для забезпечення відсутності виступання опорних кутових елементів над поверхнею шестигранної обичайки. У центрі кожної грані обичайки виконаний 60 наскрізний отвір 16 для проходу гвинтів 17. Головна і хвостова частини робочої касети жорстко

з'єднані з опорними кутовими елементами 5 гвинтовими з'єднаннями, причому різьбова частина гвинтів взаємодіє з відповідним різьбленням, виконаним у хвостовій і головній частинах касети. Крім того, гвинтове з'єднання головної частини виконано розбірним, а хвостової частини виконано нерозбірним.

5 Опорні кутові елементи 5 виготовлені із цирконієвого листа сплаву Э635, а по центру кожної зі сторін опорного кутового елемента з кінця кріплення до хвостової частини 15 виконані наскрізні отвори 19. Ширина d променю опорного кутового елемента 5 обрана від 1,71 t до 1,91 t , де t - крок трикутної сітки, що становить від 12,55 мм до 12,65 мм. Опорні кутові елементи 5 з'єднані з ободами 20 дистанціюючих ґрат 4 за допомогою контактно-точкового зварювання. Причому на опорних кутових елементах 5 у пролітах між дистанціюючими ґратами 4 і хвостовою частиною 15 виконані ребра жорсткості у вигляді відбортів, відігнутих усередину робочої касети під кутом 90° до опорних кутових елементів.

10 Головна частина 18 виконана з нержавіючої сталі і обладнана шістьма підпружиненими упорами 21, що утримують робочу касету від спливання і служать компенсаторами теплових розширень і технологічних допусків внутрікорпусних засобів реактора.

15 Хвостова частина 15 касети виготовлена з нержавіючої сталі і призначена для встановлення робочої касети у днище кошика реактора та опирається кульовою поверхнею 22 на конусну частину гнізда. Для орієнтації в плані хвостова частина 15 обладнана фіксуючим пальцем 23, а у днище кошика виконаний відповідний паз. Доцільно встановити за допомогою зварювання на внутрішній конічній поверхні 15 хвостової частини робочої касети антидебрисний фільтр 24, що складається, наприклад, з набору концентричних кілець.

20 Кількість тепловіділяючих елементів у касеті становить від 120 до 123, а розмір під ключ касети дорівнює 145,5 мм.

Експлуатація робочої касети за цим винаходом здійснюється відомим (штатним) способом. Холодний теплоносій подається в нижню частину активної зони реактора та протікаючи знизу нагору усередині робочих касет омиває поверхню тепловіділяючих елементів 3 і у такий спосіб здійснює теплознімання з ядерного палива, розміщеного у тепловіділяючих елементах. Тепловіділяюча зборка у відповідності до цього винаходу може бути виготовлена з використанням відомих технологій на відомому устаткуванні та не вимагає створення спеціальних засобів і оснащення. Описана робоча касета дозволяє підвищити міцність касети при осьових навантаженнях, що особливо важливо при операціях перевантаження робочих касет. Справа в тому, що при добуванні касети з активної зони до головної частини касети може бути прикладене осьове навантаження $N \sim 20\,000\text{ Н}$, яке через шестигранну обичайку, а потім через точки зварювання передається на обід верхніх дистанціюючих ґрат, від яких навантаження передається через точки зварювання на опорні кутові елементи і верхні ґрати, які у свою чергу, навантажують каркасні труби. Розрахунково-експериментальне обґрунтування заявленої касети показало, що застосування каркасних труб дозволяє перерозподілити навантаження між опорними кутовими елементами і каркасними трубами та забезпечити необхідну міцність касети, у тому числі у паливних циклах із глибоким (до 65-70 Мвт-сут/кг_у) вигорянням палива. У заявленій касеті також підвищується ефективність використання палива за рахунок збільшення водо-уранового відношення. З розрахунків витікає, що водо-уранового відношення збільшується на 4,3% (з 1,86 до 1,94) при установці трьох каркасних труб і на 8,6% (з 1,86 до 2,02) при установці шести каркасних труб. Розрахункові дослідження оцінки тривалості паливного циклу та вигоряння палива при використанні заявленої конструкції робочої касети показали, що використання шести цирконієвих каркасних труб дає приріст вигоряння, тобто найбільше енерговидобування на 1 кг урану $\sim 6\%$, а збільшення тривалості циклу становить $\sim 6,5\%$. Причому наявність у конструкції касети пустотілих каркасних труб дозволяє здійснювати спектральне регулювання реактивності у активній зоні, що у свою чергу також дозволяє збільшити глибину вигоряння палива та/або тривалість кампанії. Порівняльні розрахунки стаціонарного циклу показали, що використання шести каркасних труб із цирконієвими витіснювачами, які витягають після першого року експлуатації, збільшує тривалість роботи паливного завантаження від 0,4 до 0,8 еф. доби.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

55 1. Робоча касета ядерного реактора тепловою потужністю від 1150 МВт до 1700 МВт, що містить хвостову і головну частини, з'єднані каркасом, виконаним з опорних кутових елементів, з'єднаних контактним зварюванням з дистанціюючими ґратами, набраними з комірок, встановлених по трикутній сітці з утворенням навколо центральної труби коаксціальних шестикутних рядів, яка **відрізняється** тим, що у другому або четвертому від центра ряду

встановлені з рівним кутовим кроком навколо осі центральної труби три або шість каркасних труб, а також у кутах або серединах сторін третього від центру ряду встановлено три або шість каркасних труб, причому всі каркасні труби з'єднані з хвостовою частиною і жорстко з'єднані з сусідніми комірками.

5 2. Робоча касета за п. 1, яка **відрізняється** тим, що каркасні труби встановлені у кутах другого або третього, або четвертого ряду або у серединах сторін другого або четвертого ряду.

3. Робоча касета за п. 1, яка **відрізняється** тим, що для з'єднання каркасних труб з комірками використане зварювання, а із хвостовою частиною - зварювання або різьба, або цанга.

10 4. Робоча касета за п. 1, яка **відрізняється** тим, що дистанціюючі ґрати з'єднані із центральною трубою.

5. Робоча касета за п. 1, яка **відрізняється** тим, що каркасні труби і опорні кутові елементи виконані із цирконієвого сплаву Э635.

6. Робоча касета за п. 1, яка **відрізняється** тим, що каркасні труби виконані з можливістю заповнення їхньої порожнини теплоносієм.

15 7. Робоча касета за п. 1, яка **відрізняється** тим, що ширина d променя опорного кутового елемента вибрана від $1,71 t$ до $1,9 t$, де t - крок трикутної сітки.

8. Робоча касета за п. 7, яка **відрізняється** тим, що крок t трикутної сітки вибраний від 12,55 мм до 12,65 мм.

20 9. Робоча касета за п. 1, яка **відрізняється** тим, що каркас з'єднаний з головною частиною за допомогою розбірного з'єднання.

10. Робоча касета за п. 9, яка **відрізняється** тим, що як розбірне з'єднання використане різьбове з'єднання у вигляді гвинтів, різьбова частина яких взаємодіє з відповідною різьбою, виконаною у головній частині касети.

25 11. Робоча касета ядерного реактора тепловою потужністю від 1150 МВт до 1700 МВт, що містить хвостову і головну частини, з'єднані каркасом, виконаним з опорних кутових елементів, з'єднаних контактним зварюванням з дистанціюючими ґратами, набраними з комірок, установлених по трикутній сітці з утворенням навколо центральної труби коаксимальних шестикутних рядів, яка **відрізняється** тим, що у кутах третього і четвертого або третього і другого від центра рядів установлені по три рівновіддалені одна від одної каркасні труби, з'єднані з хвостовою частиною і жорстко з'єднані із сусідніми комірками, причому всі каркасні труби розташовані з кутовим кроком 60 градусів навколо осі центральної труби.

30 12. Робоча касета за п. 11, яка **відрізняється** тим, що для з'єднання каркасних труб з комірками використане зварювання, а із хвостовою частиною - зварювання або різьба, або цанга.

35 13. Робоча касета за п. 11, яка **відрізняється** тим, що дистанціюючі ґрати з'єднані із центральною трубою.

14. Робоча касета за п. 11, яка **відрізняється** тим, що каркасні труби і опорні кутові елементи виконані із цирконієвого сплаву Э635.

15. Робоча касета за п. 11, яка **відрізняється** тим, що каркасні труби виконані з можливістю заповнення їхньої порожнини теплоносієм.

40 16. Робоча касета за п. 11, яка **відрізняється** тим, що ширина d променя опорного кутового елемента вибрана від $1,71 t$ до $1,9 t$, де t - крок трикутної сітки.

17. Робоча касета за п. 16, яка **відрізняється** тим, що крок t трикутної сітки вибраний від 12,55 мм до 12,65 мм.

45 18. Робоча касета за п. 11, яка **відрізняється** тим, що каркас з'єднаний з головною частиною за допомогою роз'ємного з'єднання.

19. Робоча касета за п. 18, яка **відрізняється** тим, що як роз'ємне з'єднання використане різьбове з'єднання у вигляді гвинтів, різьбова частина яких взаємодіє з відповідною різьбою, виконаною у головній частині касети.

50 20. Робоча касета ядерного реактора тепловою потужністю від 1150 МВт до 1700 МВт, що містить хвостову і головну частини, з'єднані каркасом, виконаним з опорних кутових елементів, з'єднаних контактним зварюванням з дистанціюючими ґратами, набраними з комірок, установлених по трикутній сітці з утворенням навколо центральної труби коаксимальних шестикутних рядів, яка **відрізняється** тим, що в кутах або серединах сторін четвертого і другого від центра рядів установлені по три рівновіддалені одна від одної каркасні труби, з'єднані із хвостовою частиною та жорстко з'єднані із сусідніми комірками, причому всі каркасні труби розташовані з кутовим кроком 60 градусів навколо осі центральної труби.

55 21. Робоча касета за п. 20, яка **відрізняється** тим, що для з'єднання каркасних труб з комірками використане зварювання, а із хвостовою частиною - зварювання або різьба, або цанга.

60 22. Робоча касета за п. 20, яка **відрізняється** тим, що дистанціюючі ґрати з'єднані із центральною трубою.

23. Робоча касета за п. 20, яка **відрізняється** тим, що каркасні труби і опорні кутові елементи виконані із цирконієвого сплаву Э635.
24. Робоча касета за п. 20, яка **відрізняється** тим, що каркасні труби виконані з можливістю заповнення їхньої порожнини теплоносієм.
- 5 25. Робоча касета за п. 20, яка **відрізняється** тим, що ширина d променів опорного кутового елемента вибрана від $1,71 t$ до $1,9 t$, де t - крок трикутної сітки.
26. Робоча касета за п. 25, яка **відрізняється** тим, що крок t трикутної сітки вибраний від $12,55$ мм до $12,65$ мм.
- 10 27. Робоча касета за п. 20, яка **відрізняється** тим, що каркас з'єднаний з головною частиною за допомогою роз'ємного з'єднання.
28. Робоча касета за п. 27, яка **відрізняється** тим, що як роз'ємне з'єднання використане різьбове з'єднання у вигляді гвинтів, різьбова частина яких взаємодіє з відповідною різьбою, виконаною у головній частині касети.

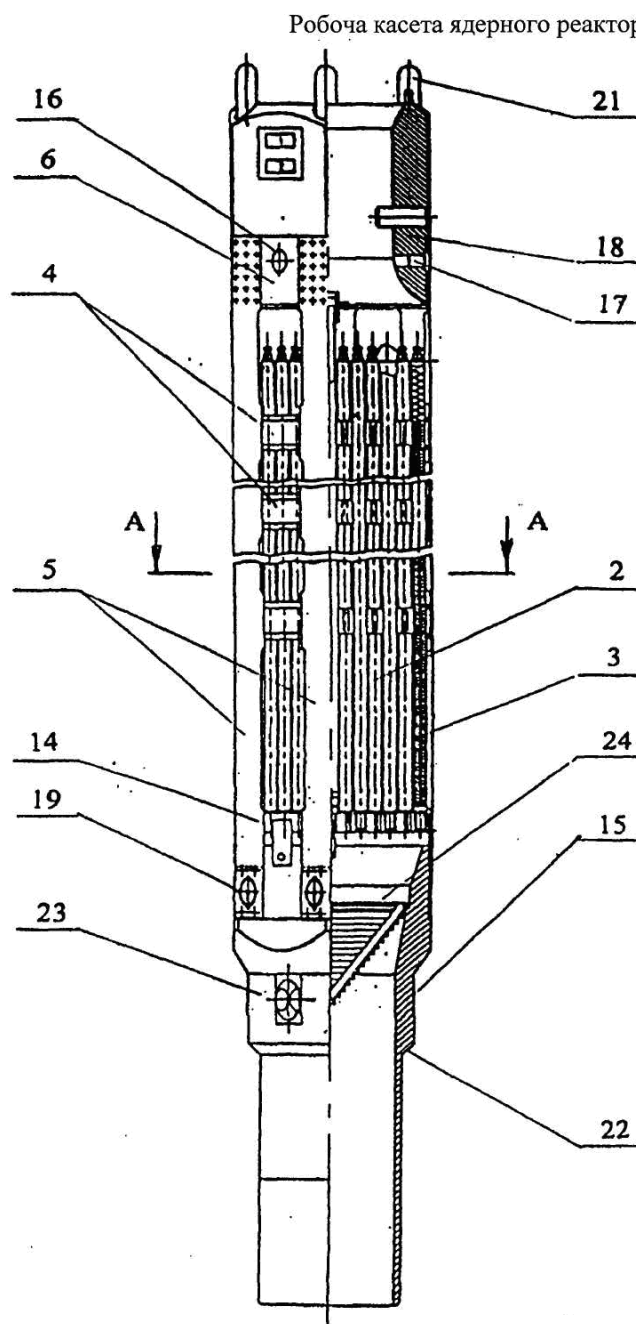
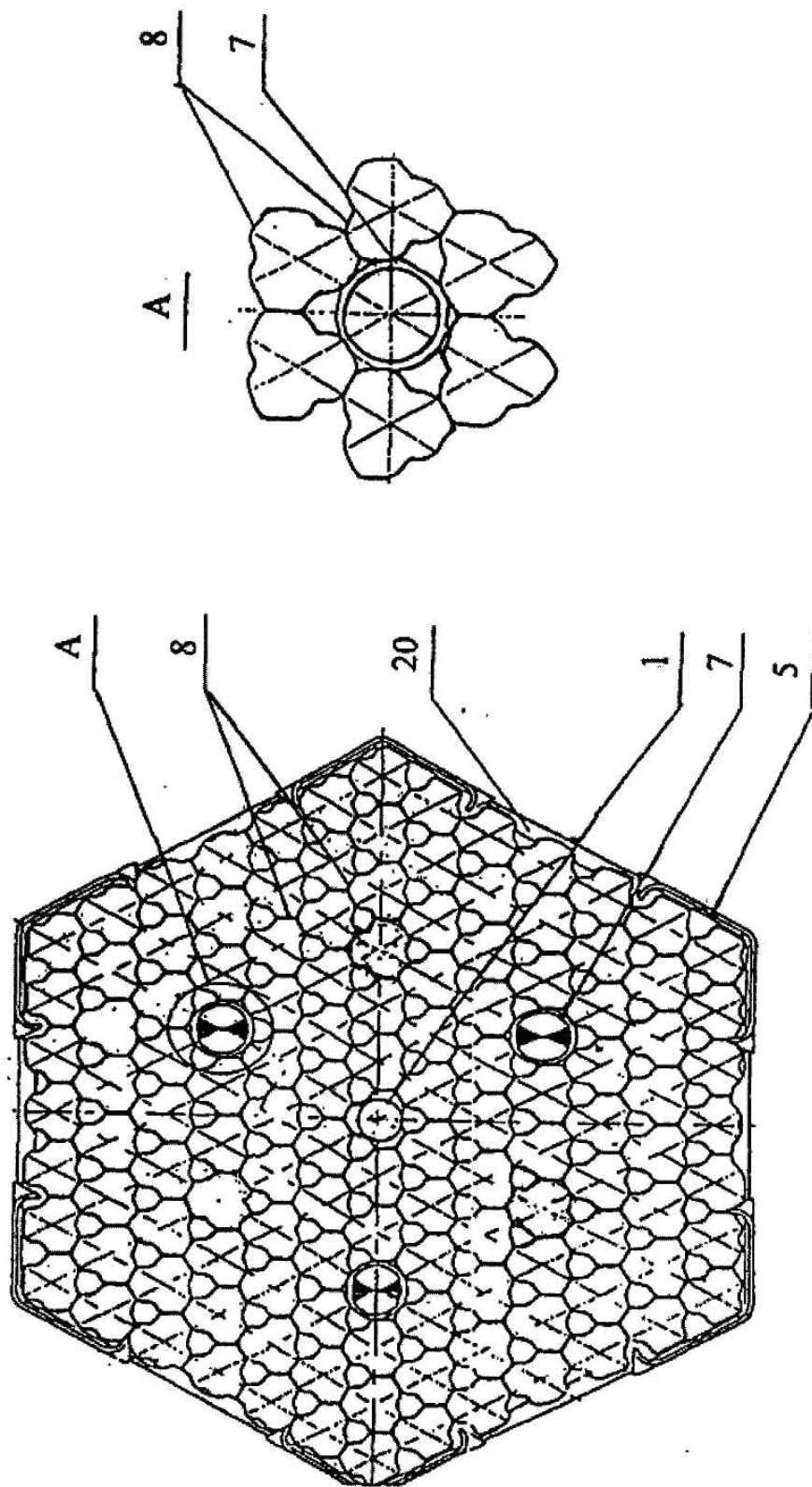


Fig. 1



Фиг. 2

Робоча касета ядерного реактора (варіанти)

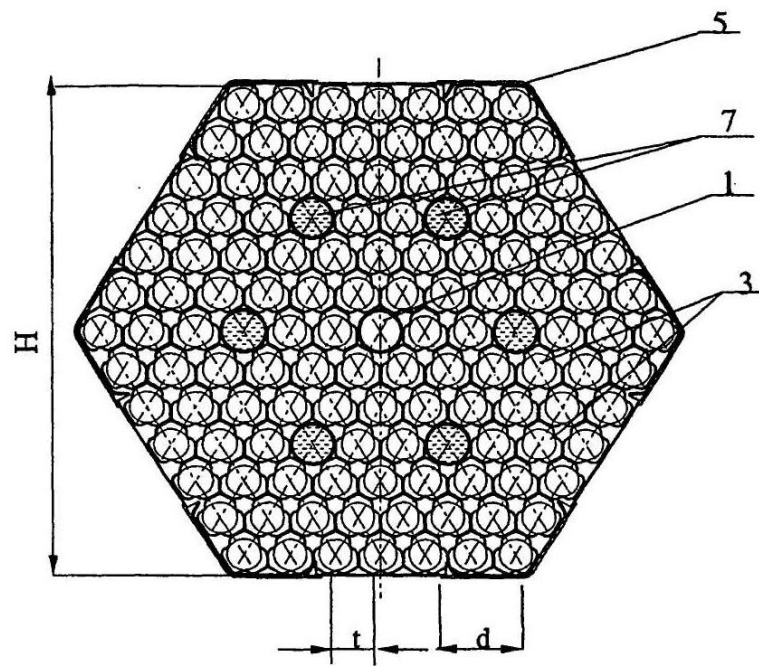


Fig. 3

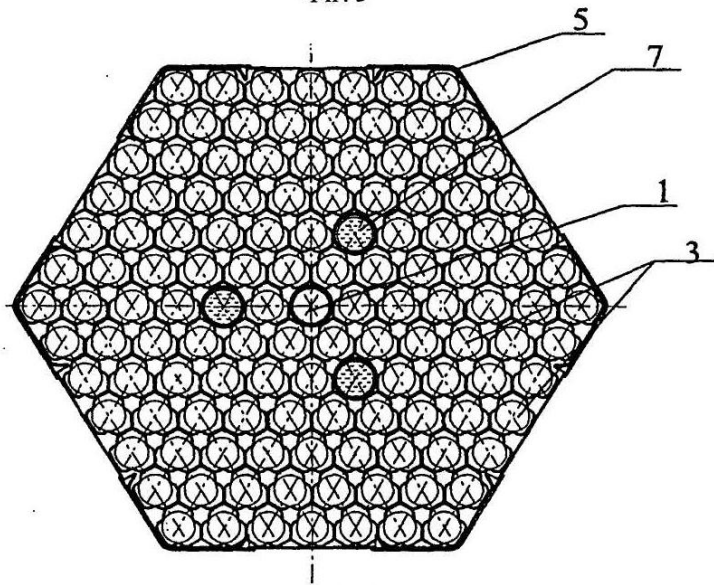
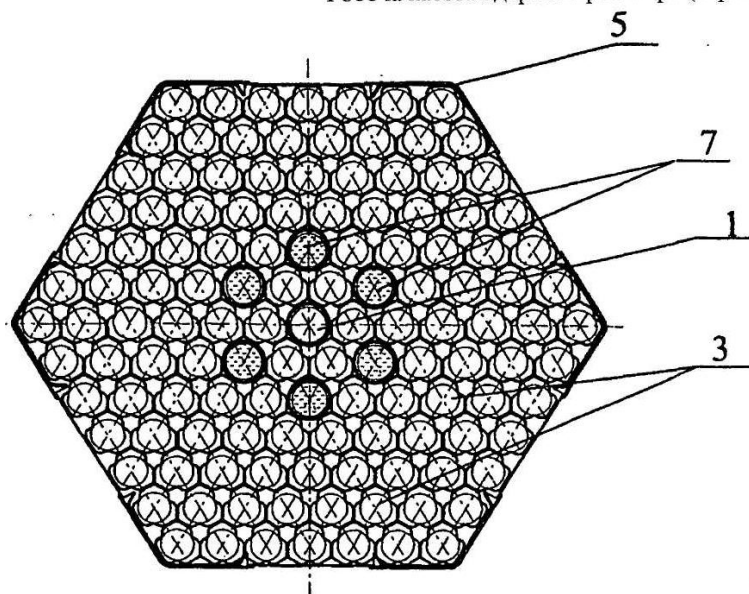
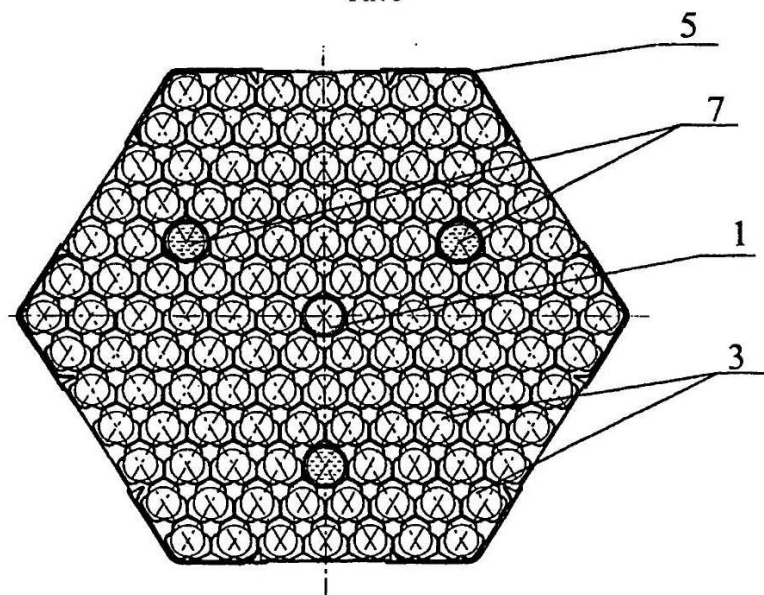


Fig. 4

Робоча касета ядерного реактора (варіанти)

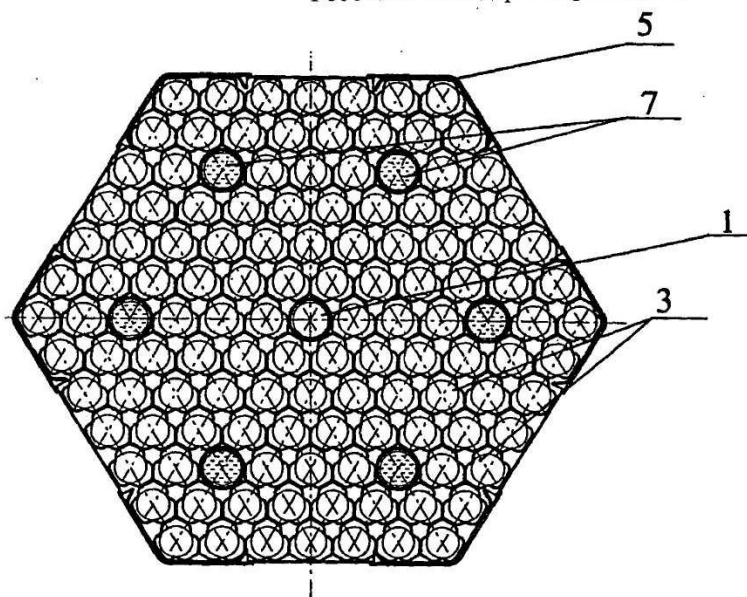


Фиг. 5

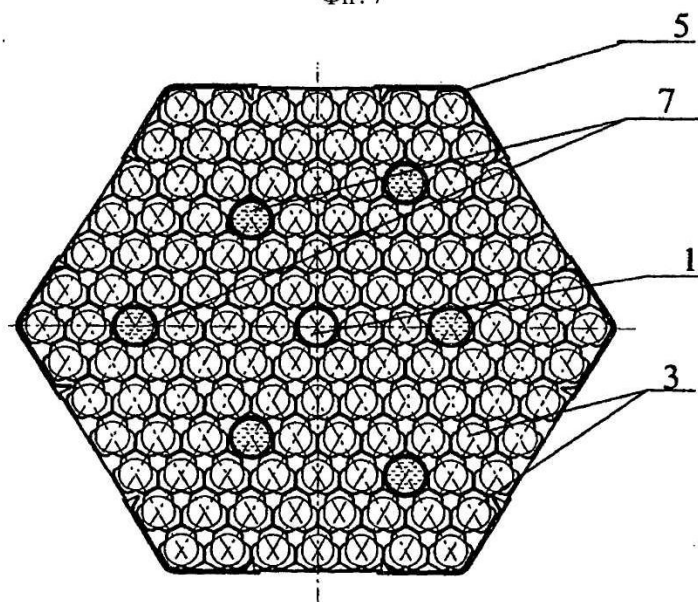


Фиг. 6

Робоча касета ядерного реактора (варіанти)



Фиг. 7



Фиг. 8

Робоча касета ядерного реактора (варіанти)

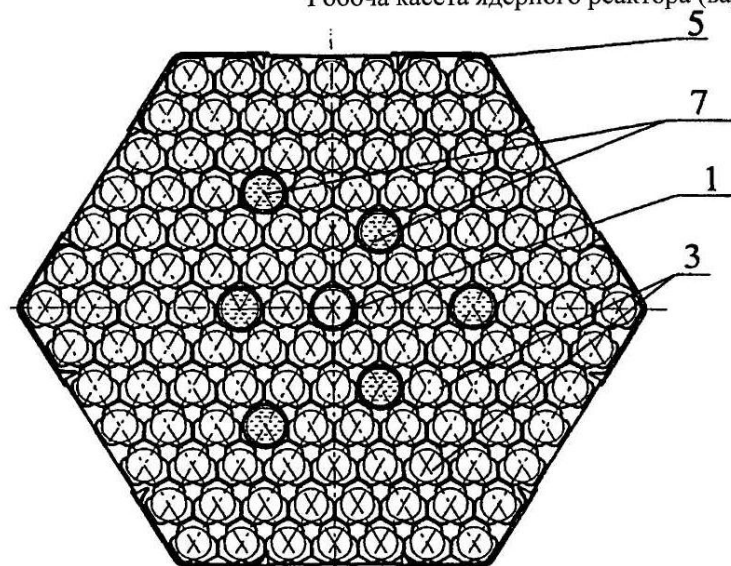


Fig. 9

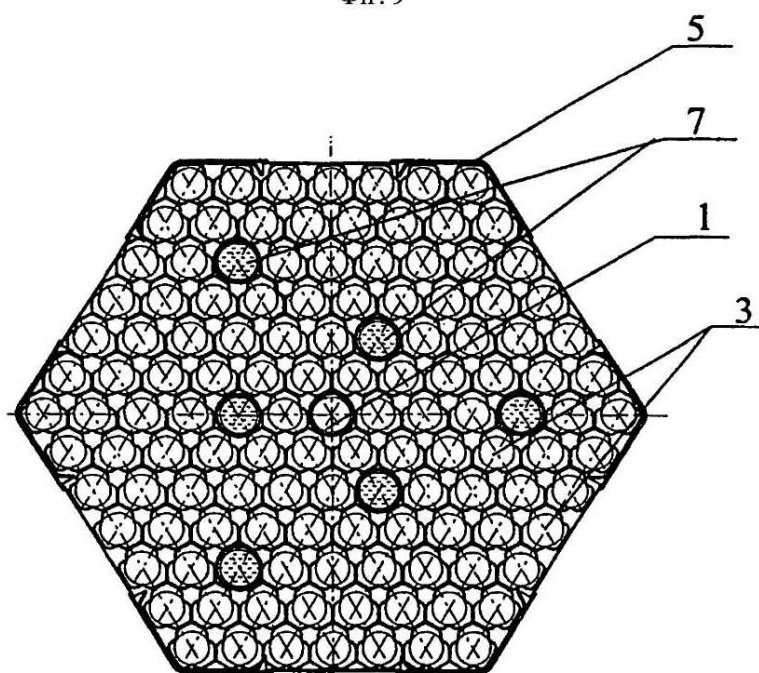
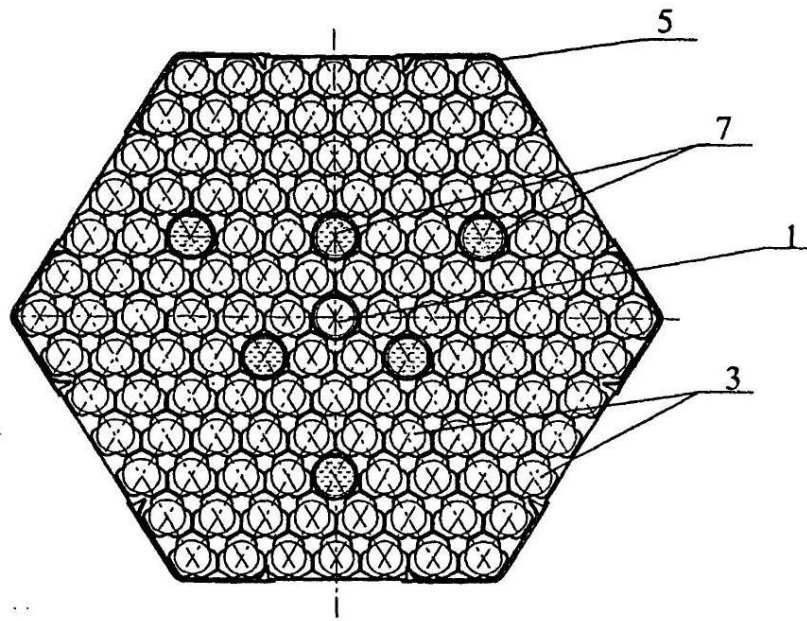
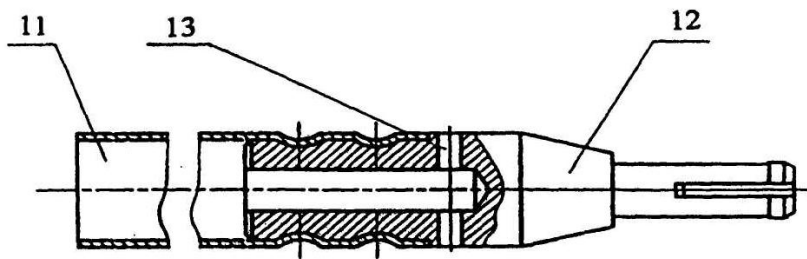


Fig. 10

Робоча касета ядерного реактора (варіанти)



Фіг. 11



Фіг. 12

Комп'ютерна верстка С. Чулій

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