



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 130986

(13) C2

(51) МПК

G21C 15/243 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2024 03171	(72) Винахідник(и): Кахуе Лоран (FR), Гайар Орельєн (FR), Мартіне Філіп (FR), Польє Дені (FR), Вайсетт Бастьян (FR)
(22) Дата подання заявки: 22.12.2021	(73) Володілець (володільці): ФРАМАТОМ, 1 place Jean Millier Tour Areva, 92400 Courbevoie, France (FR)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 02.07.2026	(74) Представник: Девізорова Надія Вікторівна, реєстр. №203
(41) Публікація відомостей про заявку: 25.09.2024, Бюл.№ 39	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: US 2015357059 A1, 10.12.2015 CN 107221368 A, 29.09.2017 CN 206946952 U, 30.01.2018 CN 112185597, 05.01.2021 WO 2013159438 A1, 31.10.2013
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 01.07.2026, Бюл.№ 26	
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: РСТ/IB2021/000948, 22.12.2021	

(54) ВУЗОЛ ДЛЯ ЗГЛАДЖУВАННЯ НЕРІВНОМІРНОСТІ ПОТОКУ ДЛЯ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА ТА ПОВ'ЯЗАНІ З НИМ РЕАКТОР ТА СПОСІБ**(57) Реферат:**

Винахід стосується вузла (10) для згладжування нерівномірності потоку для ядерного реактора, що містить корпус (12) реактора і оболонку (14), розташовану в корпусі (12) реактора, при цьому текуче середовище циркулює з корпусу (12) реактора в оболонку (14) в нижній частині корпусу (12) реактора.

Вузол (10) для згладжування нерівномірності потоку містить зовнішній пристрій (28) згладжування нерівномірності потоку, що має отвори для проходження текучого середовища, при цьому зовнішній пристрій (28) згладжування нерівномірності потоку містить верхню частину (34) і нижню частину (36), причому верхня частина (34) містить розширюване або конічне кільце, що проходить між вищим кінцем (38) і нижчим кінцем (40), при цьому нижня частина (36) має форму, що має симетрію вздовж головної осі (D), причому нижня частина (36) простягається від нижнього кінця (40) верхньої частини (34).

Винахід також стосується пов'язаного з ним реактора та способу встановлення.

UA 130986 C2

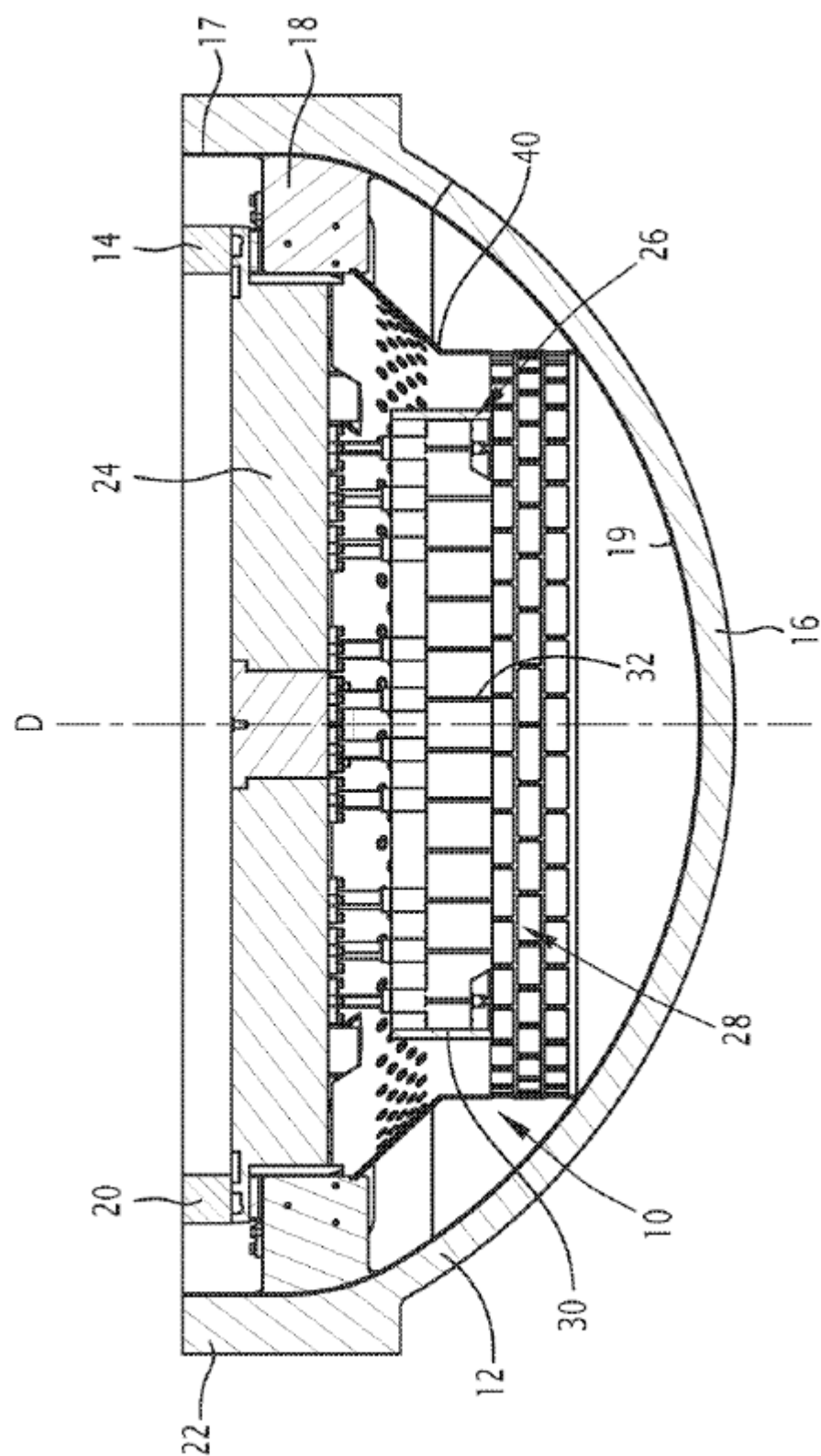


Fig. 1

Даний винахід стосується вузла для згладжування нерівномірності потоку для ядерного реактора, що містить корпус та оболонку, розташовану в корпусі, де текуче середовище циркулює з корпусу до оболонки в нижній частині корпусу.

Винахід також стосується пов'язаного з вузлом ядерного реактора та відповідного способу для встановлення зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку в ядерний реактор.

Коли текуче середовище досягає нижньої частини корпусу та повертається для входу до ядерної активної зони, швидкість витрати палива може коливатися. Це може призводити до коливань у виявленій ядерній енергії, що може в майбутньому призводити до подальшого обмеження потужності реактора.

У ЕР 3 729 464 В1 представлено ядерний реактор, що містить корпус, оболонку, розташовану всередині корпусу, причому нижчий кінець оболонки відкритий у такий спосіб, щоб вможливити циркуляцію текучого середовища від контурів впорскування до нижньої частини корпусу, а тоді введення та циркуляції в оболонці, причому елемент розподілу потоків конфігурований для того, щоб потік, який входить до оболонки, був однорідним. Елемент розподілу визначає зону змішування, вільну від будь-якої перешкоди між зазначеним елементом розподілу та нижньою частиною корпусу.

Елемент розподілу містить по суті круглу або багатокутну частину пласкої поверхні з множиною отворів, причому пласка частина розташована на першій відстані від основи та на другій відстані від нижчої межі нижньої частини корпусу, причому друга відстань більша за першу відстань.

Проте це веде до ділянки перетинання потоків, що йдуть з різних контурів впорскування на нижній частині корпусу, що може бути джерелом сильних нерівномірних завихрень.

Однією ціллю винаходу є, відтак, забезпечити вузол для згладжування нерівномірності потоку для ефективного згладжування нерівномірності потоку між корпусом та оболонкою.

З цією метою винахід стосується вузла для згладжування нерівномірності потоку вищеприписаного типу, де вузол для згладжування нерівномірності потоку містить зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку, який має отвори для проходження текучого середовища, причому зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку має верхню частину та нижню частину, причому верхня частина містить розширюване або конічне кільце, що простягається між вищим кінцем та нижчим кінцем, причому нижня частина має форму, що має симетрію вздовж головної осі, а нижня частина простягається від нижнього кінця верхньої частини.

Наявність форми зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку ефективно згладжує потік та сприяє належному поверненню потоку всередині нижньої порожнини. Належне повернення має результатом стабільне та контрольоване завихрення в ділянці перетинання, що покращує змішування та обмежує просторову та тимчасову неоднорідність масової витрати на вході до оболонки. Насправді, що кращим є змішування, то кращою є робота ядерної активної зони всередині оболонки.

Відповідно до окремих варіантів здійснення винаходу вузол для згладжування нерівномірності потоку має одну або більше з наступних ознак, розглядуваних окремо або відповідно до будь-якої(их) технічно можливої(их) поєднання(поєднань):

- вузол для згладжування нерівномірності потоку містить пристрій розподілу потоку для розподілу потоку текучого середовища з корпусу реактора в оболонку, при цьому зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку радіально оточує пристрій розподілу потоку;
- зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку сконфігуровано так, щоб він не мав контакту з будь-яким елементом корпусу під тиском;
- вищий кінець верхньої частини має більші розміри, ніж нижчий кінець;
- верхня частина включає розширюване або конічне кільце з круглою основою, причому нижня частина є циліндричною;
- нижня частина забезпечена множиною рядів наскрізних отворів, причому ряди зміщені стосовно до суміжних рядів;
- верхня частина забезпечена множиною отворів;
- нижня частина радіально оточує пристрій розподілу потоку;
- зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку виконаний з можливістю проходження від нижньої частини оболонки на відстань між 0,5 см та 10 см до нижньої поверхні корпусу;
- зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку забезпечений множиною кріпильних елементів, прикріплених до вищого кінця зазначеного зовнішнього пристрою

згладжування нерівномірності потоку для прикріплення зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку всередині корпусу; та/або

- зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку забезпечений множиною установних елементів, причому зазначені установні елементи виконані з можливістю взаємодії з інструментом вставки та/або вилучення так, щоб вставляти або вилучати зазначений зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку в або з корпусу.

Винахід додатково стосується ядерного реактора, що містить корпус та оболонку, розташовану в корпусі, де текуче середовище циркулює з корпусу до оболонки на нижній частині корпусу, причому ядерний реактор забезпечений вузлом для згладжування нерівномірності потоку, який містить зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку, де зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку має отвори для проходження текучого середовища, причому зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку містить верхню частину та нижню частину, причому верхня частина має розширюване або конічне кільце, що простягається між вищим кінцем та нижчим кінцем, де нижня частина має форму, що має симетрію вздовж головної осі, при цьому нижня частина простягається від нижнього кінця верхньої частини.

Винахід додатково відноситься до способу встановлення зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку в ядерному реакторі, що містить корпус та оболонку, розташовану в корпусі, причому ядерний реактор має ядерну активну зону, розташовану в оболонці, причому текуче середовище циркулює з корпусу в оболонку у нижній частині корпусу, причому спосіб включає наступні стадії:

- звільнення корпусу реактора від внутрішніх конструкцій та ядерних тепловиділяючих збірок,
- забезпечення зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку, причому зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку має отвори для проходження текучого середовища, причому зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку має верхню частину та нижню частину, причому верхня частина має розширюване або конічне кільце, що проходить між вищим кінцем та нижчим кінцем, причому нижня частина має форму, що має симетрію вздовж головної осі, а нижня частина простягається з нижнього кінця верхньої частини,
- зниження зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку в корпусі,
- закріплення зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку всередині корпусу, та
- перевстановлення внутрішніх структур та ядерних тепловиділяючих збірок в корпусі.

Відповідно до окремих варіантів здійснення винаходу, спосіб передбачає одну або більше з наступних ознак, розглядуваних окремо або відповідно до будь-якого(яких) технічно можливої(их) поєднання(поєднань):

- зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку прикріплений до виступів, що радіально виступають з внутрішньої поверхні корпусу та/або до нижньої пластини ядерної активної зони; та/або
- зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку прикріплений з можливістю простягання від нижньої частини оболонки на відстань між 0,5 см та 10 см до нижньої поверхні корпусу.

Інші ознаки та переваги винаходу будуть ясніші з огляду на подальший опис, поданий виключно як приклад та викладений з посиланням на додані креслення, на яких:

- Фіг. 1 подає схематичний вид нижньої частини корпусу ядерного реактора з прикладом вузла для згладжування нерівномірності потоку за винаходом,
- Фіг. 2 подає вид у трьох вимірах зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку вузла для згладжування нерівномірності потоку за Фіг. 1, та
- Фіг. 3 подає вид у трьох вимірах зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку за Фіг. 2, з інструментом вставки та/або видалення.

Приклад вузла для згладжування нерівномірності потоку представлено на Фіг. 1.

Вузол для згладжування нерівномірності потоку 10 адаптовано для ядерного реактора, що має корпус 12 та оболонку 14, розташовані в корпусі 12.

Корпус 12 визначено зовнішньою стінкою 16.

Зазначена зовнішня стінка 16 визначає внутрішню поверхню 17 корпусу 12. Зазначена внутрішня поверхня 17 в цьому випадку містить виступи 18, що виступають радіально із зазначеної внутрішньої поверхні 17 у напрямку внутрішньої частини корпусу, особливо в напрямку оболонки 14.

Зазначена зовнішня стінка 16 визначає нижню поверхню 19 корпусу 12.

Нижня поверхня 19 є частиною внутрішньої поверхні 17.

Оболонка 14 визначена внутрішньою стінкою 20.

Внутрішня стінка 20 має симетрію вздовж головної осі D.

Внутрішня стінка 20 відповідає заданому контуру, зміщеному вздовж осі.

У представленому варіанті здійснення винаходу зазначена внутрішня стінка 20 в цьому випадку є циліндричною.

Оболонка 14 є відкритою на нижньому кінці оболонки 14.

Зовнішня стінка 16 має бічну частину 22, що радіально оточує внутрішню стінку 20 оболонки 14.

Бічна частина 22 є по суті циліндричною.

Зона розташована всередині оболонки 14.

Зона, наприклад, містить ядерні тепловиділяючі збірки, що включають паливні стрижні.

Зона розташована вище нижчої пластини 24, забезпеченої отворами.

Текуче середовище циркулює з корпусу 12 в оболонку 14 в нижній частині корпусу 12.

Більш детально, текуче середовище циркулює в ділянці між корпусом 12 та оболонкою 14, точніше між зовнішньою стінкою 16 та внутрішньою стінкою 20, донизу, та потім з корпусу 12 до оболонки 14 на нижньому кінці оболонки 14.

Текуче середовище потім проникає в оболонку 14 та циркулює всередині оболонки 14.

Простір між корпусом 12 та оболонкою 14, особливо між бічною частиною 22 зовнішньої стінки 16 та внутрішньою стінкою 20, відповідає контуру впорскування з по суті кільцевим перерізом.

Вузол для згладжування нерівномірності потоку 10 у цьому випадку включає зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28.

У показаному варіанті здійснення винаходу вузол для згладжування нерівномірності потоку 10 додатково включає пристрій розподілу потоку 26.

Пристрій розподілу потоку 26 розподіляє потік текучого середовища з корпусу 12 до оболонки 14, наприклад відомим способом. Зокрема, пристрій розподілу потоку 26 виконано так, щоб зробити потік текучого середовища, що входить до оболонки 14, однорідним.

Пристрій розподілу потоку 26, наприклад, має бічну стінку 30 та інтерфейс 32.

Бічна стінка 30 позбавлена отворів для проходження текучого середовища.

Бічна стінка 30 має симетрію вздовж головної осі D.

Бічна стінка 30 відповідає заданому контуру, зміщеному вздовж осі.

У представленому варіанті здійснення винаходу, бічна стінка 30 по суті циліндрична.

В альтернативному випадку заданий контур являє собою багатокутник.

Бічна стінка 30 та внутрішня стінка 20 коаксіальні.

Інтерфейс 32 закриває нижчий кінець бічної стінки 30.

Інтерфейс 32 перпендикулярний осі, навколо якої проходить бічна стінка 30.

Інтерфейс 32 представлений, наприклад, у формі диску. В альтернативному випадку, інтерфейс 32 має форму багатокутника.

Інтерфейс 32 являє собою, наприклад, решітку.

Решітка, наприклад, має отвори з розміром, що становить такий між прогнозованим розміром тепловидільної збірки та половиною розміру кроку між тепловидільними збірками.

Зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 радіально оточує пристрій розподілу потоку 26.

Зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 виконано з можливістю згладжування потоку текучого середовища вище оболонки 14 та, якщо це застосовно, перед пристроєм розподілу потоку 26.

Зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 має отвори для проходження текучого середовища, як описуватиме один варіант здійснення винаходу надалі.

Зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 простягається від нижньої частини оболонки 14, зокрема від нижнього кінця оболонки 14, до відстані, меншої від 10 см, точніше до 5 см, до нижньої поверхні корпусу.

Детальніше, відстань між нижчим кінцем зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку 28 та нижньою поверхнею 19 корпусу 12 становить між 0,5 см та 10 см.

Між зовнішнім пристроєм згладжування нерівномірності потоку 28 та корпусом 12 немає контакту, окрім як виступами 18.

Зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 не контактує з жодною стінкою корпусу під тиском, причому виступи тиску не піддаються.

Зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 не контактує із жодним елементом корпусу 12 під тиском.

У представленому варіанті здійснення винаходу зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 має верхню частину 34 та нижню частину 36.

Детальніше, вища частина 34 включає розширюване або конічне кільце.

Кільце, точніше вища частина 34, наприклад, має форму частини конусу, що звужується від
5 основи в напрямку верхівки, причому зазначена верхівка розташована в цьому випадку нижче верхньої частини. В альтернативному випадку, кільце, зокрема верхня частина 34, наприклад, має форму, що звужується від основи.

У представленому варіанті здійснення винаходу верхня частина 34 має загальну форму, що є по суті симетричною за обертанням навколо вісі, зокрема, навколо головної осі D.

10 Основа в цьому випадку є круглою. Відтак, верхня частина 34 містить, детальніше, конічне кільце з круглою основою.

В альтернативному випадку, основа не є круглою.

Основа має, наприклад, форму багатокутника.

Верхня частина 34 простягається між вищим кінцем 38 та нижчим кінцем 40.

15 Вищий кінець 38 має більші розміри, зокрема більший діаметр, ніж нижчий кінець 40.

Верхня частина 34 забезпечена множиною отворів 42.

Отвори 42 розташовані у стовпчиках. Отвори в одному стовпчику, наприклад, зміщені відносно до отворів у суміжних стовпчиках.

Кожен отвір 42, наприклад, круглий.

20 Загальна поверхня отворів дорівнює такій між 10 % та 60 % поверхні верхньої частини 34, в цьому випадку поверхні конусу.

Кожен отвір має, наприклад, діаметр, що становить між 30 мм та 100 мм.

Зазначений діаметр залежить від гідравлічної оптимізації досліджуваного реактора.

Текуче середовище, що проходить крізь отвори 42, живить безпосередньо периферію зони.

25 Зокрема, текуче середовище, що проходить крізь отвори 42, не проходить крізь пристрій розподілу потоку 26.

Форма нижньої частини 36 має симетрію вздовж головної осі D.

Форма нижньої частини 36 відповідає заданому контуру, зміщеному вздовж зазначеної головної осі.

30 Заданий контур є, наприклад, контуром нижчого кінця 40 верхньої частини 34.

У представленому варіанті здійснення нижня частина 36 є циліндричною.

В альтернативному випадку, контур має форму багатокутника.

Нижня частина 36 у цьому випадку простягається навколо головної осі D.

Головна вісь D є віссю циліндра.

35 Нижча частина 36 простягається від нижчого кінця 40 верхньої частини 34.

Нижчий кінець 40 верхньої частини 34 збігається з вищим кінцем нижньої частини 36.

Нижня частина 36 складає одне ціле або скріплена з нижчим кінцем 40 верхньої частини 34.

У представленому варіанті здійснення винаходу нижня частина 36 складає одне ціле з верхньою частиною 34, причому зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 зроблений одним елементом.

40 Нижня частина 36 має той самий діаметр, що й нижчий кінець 40 верхньої частини 34.

Нижня частина має, наприклад, висоту, що становить між 40 % та 60 % висоти зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку 28 вздовж головної осі D.

45 Нижня частина 36 забезпечена множиною рядів наскрізних отворів 44, причому ряди, наприклад, зміщені стосовно до суміжних рядів.

Представлено, наприклад, щонайменше три ряди наскрізних отворів 44, наприклад три або чотири ряди.

Кожен ряд відповідає окружності нижньої частини 36.

Наскрізні отвори 44 в цьому випадку становлять прямокутники, із заглибинами в кутах.

50 Наскрізні отвори 44 влаштовані в крайній частині 46 нижньої частини 36.

Зазначена крайня частина 46 простягається від нижчого кінця нижньої частини 36.

Крайня частина 46 являє собою щонайменше половину нижньої частини 36.

Наскрізні отвори 44 займають щонайменше 75 % поверхні крайньої частини 46.

Кожен наскрізний отвір 44 має площу поверхні, що становить між 150 см² та 350 см².

55 Кожен наскрізний отвір 44 має, наприклад, довжину, що становить між 15 см та 40 см, та товщину, що становить між 5 см та 15 см.

Нижня частина 36 радіально оточує пристрій розподілу потоку 26, особливо інтерфейс 32 пристрою розподілу потоку 26.

60 Текуче середовище, що проходить крізь наскрізні отвори 44, далі проходить через інтерфейс 32 пристрою розподілу потоку 26.

У представленому варіанті здійснення винаходу, зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 забезпечений множиною кріпильних елементів 48, приєднаних до вищого кінця зазначеного зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку 28, тут вищого кінця 38, для сполучення зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку 28 з корпусом 12.

Кріпильні елементи 48 приєднані, особливо, в даному випадку, з'єднані болтами, до дужок 50, що виступають з вищого кінця зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку 28.

Дужки 50 забезпечені отворами, особливо отворами, постаченими різьбленням, для кріплення, в цьому випадку болтового кріплення, кріпильного елементу 48 до відповідних дужок 50.

Дужки виступають у радіальному напрямку.

Для кожного кріпильного елементу 48 наявна пара дужок 50.

У представленому варіанті здійснення винаходу, кріпильними елементами 48 є, наприклад, U-пластини.

Кріпильні елементи 48 містять дві консолі 52 та центральну частину 54, що сполучає дві консолі 52.

Кожна консоль 52 приєднана, зокрема, в цьому випадку, болтовим з'єднанням, до дужки 50.

Кожна консоль 52 простягається догори від дужки 50.

Кожна консоль 52 в цьому випадку простягається по суті паралельно до головної осі D.

Центральна частина 54, відтак, є вищою за відповідні консолі 52. Кожна центральна частина 54 простягається в цьому випадку перпендикулярно головній осі D, вздовж локального тангенціального напрямку відносно до зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку.

Кожна центральна частина 54 має поверхню, пристосовану до того, щоб бути обернутою до та залишатися на верхньому боці відповідного виступу 18.

В альтернативному варіанті здійснення, кріпильні елементи 48 додатково включають нижчу сполучну частину, що сполучає дві консолі.

Нижча сполучна частина пристосована для часткового обернення до, зокрема, сполучення з, дальшою поверхнею відповідного виступу 18.

У представленому варіанті здійснення винаходу, наявна рівна кількість кріпильних елементів 48 та виступів 18.

В альтернативному випадку, виступів 18 більше за кріпильних елементів 48. Зокрема, кількість кріпильних елементів складає від половини кількості виступів до повної кількості виступів. Один кріпиться до від половини до всіх виступів.

Кожен кріпильний елемент 48 залишається на відповідному виступі 18.

Кожен кріпильний елемент 48, зокрема кожна центральна частина 54, додатково приєднана, зокрема, в цьому випадку, болтовим з'єднанням, до відповідного виступу.

Зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 прикріплений до виступів 18.

Зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28, наприклад, додатково містить пази 55 для проходження виступів 18.

Зокрема, між дужками кожної пари дужок 50, зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 містить один паз 55.

Відтак, кожен виступ 18 проходить крізь кріпильний елемент 48, нижче центральної частини 54, та через паз 55.

Відтак, кожен виступ 18 влаштований між відповідним кріпильним елементом 48, розташованим вище та на більшості сторін, та відповідний паз 55 розташований під та частково на сторонах.

Якщо застосовно, нижча сполучна частина кріпильного елементу простягається через відповідний паз, як-от для того, щоб оточити відповідний виступ.

В альтернативному випадку, зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 прикріплений до нижчої пластини ядерної активної зони.

У представленому варіанті здійснення винаходу, зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 додатково забезпечений множиною установних елементів 56.

Установні елементи 56 являють собою, наприклад, заглибини, в цьому випадку на вищому кінці зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку.

Установні елементи 56 являють собою, точніше, пару заглибин, наприклад, забезпечених у надставках, що простягаються від певних пар дужок 50.

Установні елементи 56 виконані з можливістю взаємодії з інструментом вставки та/або вилучення, так, щоб вводити або вилучати зазначений зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 до або з корпусу 12, як описуватиметься пізніше.

В робочому режимі, текуче середовище, що тече з контуру впорскування в напрямку оболонки 14, спершу проходить крізь зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28, зокрема крізь нижню частину 36 зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку 28, крізь наскрізні отвори 44.

Відстань між нижчим кінцем зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку 28 та нижньою поверхнею корпусу вможливорює проходження більшої частини текучого середовища спершу крізь зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28.

Зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 згладжує потік текучого середовища вище оболонки, та, якщо застосовно, пристрою розподілу потоку 26.

Більша частина текучого середовища проходить крізь наскрізні отвори 44 зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку 28, тоді проходить крізь пристрій розподілу потоку 26, зокрема, інтерфейс 32, так, щоб розподілити потік текучого середовища з корпусу 12 до оболонки 14. Текуче середовище насамкінець входить до оболонки 14 через зазначений пристрій розподілу потоку 26.

Зазначене текуче середовище, відтак спершу згладжується, а потім розподіляється, так, що завихрення зменшені.

У представленому варіанті здійснення винаходу, певна частина текучого середовища проходить крізь отвори 42 безпосередньо для живлення периферії зони. Зазначене текуче середовище безпосередньо згладжується зовнішнім пристроєм згладжування нерівномірності потоку 28.

Форма зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку 28 особливо вигідна для згладжування потоку текучого середовища вище оболонки. Вона особливо сприяє належному повороту потоку всередині нижньої порожнини.

Надалі описуватиметься спосіб встановлення зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку в ядерному реакторі, зокрема, наявному ядерному реакторі.

Ядерний реактор містить корпус та оболонку, розташовану в корпусі, як описувалося раніше.

У описаному варіанті здійснення винаходу ядерний реактор додатково забезпечений пристроєм розподілу потоку, наприклад, як описувалося раніше, для розподілу потоку текучого середовища з корпусу до оболонки.

Ядерний реактор, однак, позбавлений зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку, як описувалося раніше.

Спосіб включає наступні стадії:

- звільнення корпусу від внутрішніх конструкцій та ядерних тепловиділяючих збірок,
- забезпечення зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку,
- зниження зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку в корпусі,
- закріплення зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку всередині корпусу, та

- перевстановлення внутрішніх структур та ядерних тепловиділяючих збірок в корпусі.

Стадія звільнення корпусу реактора від внутрішніх структур та ядерних тепловиділяючих збірок вможливорює отримання доступу до нижньої частини корпусу.

Всі внутрішні структури корпусу видаляються зі вказаного корпусу.

Внутрішні структури містять внутрішню стінку 20.

Внутрішні структури включають нижчі внутрішні структури та вищу нижчу структуру.

Внутрішні структури, зокрема, нижчі внутрішні структури, включають пристрій розподілу потоку 26.

Нижчі внутрішні структури несуть вагу зони, утримують тепловидільні збірки, контролюють кластери та інструментарій у синхронізації, каналізують потік середовища теплообміну, захищають корпус від опромінення, що його випускає зона, та завжди підтримують високий ступінь жорсткості, заданий для потрібної точності налаштувань.

Вищі внутрішні структури встановлюють у задане положення контрольні кластери жорстко в узгодженні з тепловидільними збірками.

Зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку, як описувалося раніше, забезпечується та знижується всередині корпусу.

Зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку, наприклад, керується інструментом вставки та/або вилучення 100, як показано на Фіг. 3.

Інструмент 100 містить множину, щонайменше три, балансири 102, з'єднані одне з одним у центрі 104.

Балансири 102 сполучені разом так, що середина кожного балансира розташована в центрі 104.

5 Балансири 102 простягаються в тій самій площині.

Балансири 102 мають ту саму довжину.

Кінці балансирів 102 є такими, що описана кружність проходить через всі кінці балансирів.

Інструмент 100 додатково містить зміцнювальну структуру 106, що сполучає балансири 102 разом у центрі 104.

10 На деяких кінцях балансирів 102 забезпечені допоміжні елементи 108 установних елементів 56.

Допоміжні елементи 108 виконані з можливістю взаємодії з установними елементами 56, щоб поєднати разом інструмент 100 та зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28.

15 Інструмент 100 та зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 скріплені, наприклад, шляхом згвинчуванням або болтовим з'єднанням.

Інструмент 100 в цьому випадку приєднаний до зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку 28.

20 Відтак, інструмент 100 знижує зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 всередині корпусу 12.

Зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 знижений так, щоб він радіально оточував пристрій розподілу потоку та так, щоб він простягався від нижньої частини оболонки на відстань, меншу за 10 см, а точніше 5 см до нижньої частини корпусу.

Зазначена відстань складає між 0,5 см та 10 см.

25 Зокрема, зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 знижуваний доти, поки кріпильні елементи 48 входять у контакт з виступами 18.

Інструмент 100 тоді відділяють від зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку 28 та видаляють.

30 Зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 тоді прикріплюють всередині корпусу 14, наприклад до виступів 18.

Зокрема, кожен кріпильний елемент 48 прикріплений до відповідного виступу 18.

В одному варіанті здійснення винаходу щонайменше один болт нагвинчується безпосередньо через кожен кріпильний елемент 48, тут через центральну частину 54 та, якщо застосовно, нижню сполучну частину, та у відповідний виступ 18.

35 В альтернативному випадку, зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 прикріплений до нижньої пластини ядерної активної зони.

Тоді, всі елементи, що були видалені з корпусу під час стадії звільнення, перевстановлюються всередину корпусу.

40 Цей спосіб вможливає додавання зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку до наявного ядерного реактора, так, щоб цей наявний ядерний реактор мав вузол, що згладжує нерівномірність потоку, відповідно до винаходу.

Крім того, зазначений інструмент 100 додатково пристосований для видалення зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку 28 з корпусу 12, зокрема, для кожної операції технічного догляду.

45 В такому випадку зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28, наприклад, від'єднаний від кріпильних елементів 48, так, що кріпильні елементи 48 залишаються на виступах 18 та зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 вилучається з корпусу 12 без кріпильних елементів.

50 Після того зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 перевстановлюється всередині корпусу, так, що кріпильні елементи повторно приєднуються до зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку 28, тут до дужок 50.

В альтернативному випадку, кріпильні елементи 48 від'єднані до виступів 18, так, що зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 вилучається з корпусу 12 кріпильними елементами, зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку 28 перевстановлюється всередині корпусу, так, що кріпильні елементи перевстановлюються на виступах.

55 Зовнішній пристрій згладжування нерівномірності потоку не є безпосередньо приєднаним до стінки корпусу під тиском та може бути видалений, зокрема, для огляду цілої нижньої частини корпусу.

Вузол для згладжування нерівномірності потоку за винаходом може піддаватися операціям технічного обслуговування та ремонту шляхом видалення зовнішнього пристрою згладжування нерівномірності потоку з корпусу.

- 5 Пристрій згладжування нерівномірності потоку за винаходом є особливо вигідним, коли потік текучого середовища, відтак, спершу згладжується, а потім розподіляється, так, що завихрення потоку текучого середовища на вході до ядерної активної зони зменшені.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

- 10 1. Вузол (10) для згладжування нерівномірності потоку для ядерного реактора, що містить корпус (12) реактора і оболонку (14), розташовану в корпусі (12) реактора, де ядерний реактор виконаний з можливістю циркуляції текучого середовища з корпусу (12) реактора в оболонку (14) в нижній частині корпусу (12) реактора, при цьому вузол (10) для згладжування нерівномірності потоку містить пристрій (26) розподілу потоку з можливістю розподілу потоку текучого середовища з корпусу (12) реактора в оболонку (14), який **відрізняється** тим, що
- 15 містить зовнішній пристрій (28) згладжування нерівномірності потоку, що радіально оточує пристрій (26) розподілу потоку, причому зовнішній пристрій (28) згладжування нерівномірності потоку має отвори для проходження текучого середовища, при цьому зовнішній пристрій (28) згладжування нерівномірності потоку містить верхню частину (34) і нижню частину (36), причому
- 20 верхня частина (34) містить розширюване або конічне кільце, що проходить між вищим кінцем (38) і нижчим кінцем (40), при цьому нижня частина (36) має форму, що має симетрію вздовж головної осі (D), причому нижня частина (36) простягається від нижнього кінця (40) верхньої частини (34).
2. Вузол для згладжування нерівномірності потоку за п. 1, в якому зовнішній пристрій (28) згладжування нерівномірності потоку виконано так, щоб не мати контакту з будь-яким елементом корпусу (12) реактора, що знаходиться під тиском.
- 25 3. Вузол для згладжування нерівномірності потоку за будь-яким з пп. 1-2, у якому вищий кінець (38) верхньої частини (34) має більші розміри, ніж нижчий кінець (40).
4. Вузол для згладжування нерівномірності потоку за будь-яким з пп. 1-3, у якому верхня частина (34) містить розширюване або конічне кільце з круглою основою, при цьому нижня частина (36) є циліндричною.
- 30 5. Вузол для згладжування нерівномірності потоку за будь-яким з пп. 1-4, у якому нижня частина (36) має множину рядів наскрізних отворів (44), причому ряди зміщені щодо суміжних рядів.
6. Вузол для згладжування нерівномірності потоку за будь-яким з пп. 1-5, у якому верхня частина (34) має множину отворів (42).
- 35 7. Вузол для згладжування нерівномірності потоку за будь-яким з пп. 1-6, у якому нижня частина (36) радіально оточує пристрій (26) розподілу потоку.
8. Вузол для згладжування нерівномірності потоку за будь-яким з пп. 1-7, у якому зовнішній пристрій (28) згладжування нерівномірності потоку виконано з можливістю проходження від
- 40 нижньої частини оболонки (14) на відстань від 0,5 до 10 см до нижньої поверхні (19) корпусу (12) реактора.
9. Вузол для згладжування нерівномірності потоку за будь-яким з пп. 1-8, у якому зовнішній пристрій (28) згладжування нерівномірності потоку забезпечено множиною кріпильних елементів (48), прикріплених до вищого кінця згаданого зовнішнього пристрою (28)
- 45 згладжування нерівномірності потоку для кріплення зовнішнього пристрою (28) згладжування нерівномірності потоку всередині корпусу (12) реактора.
10. Вузол для згладжування нерівномірності потоку за будь-яким з пп. 1-9, в якому зовнішній пристрій (28) згладжування нерівномірності потоку забезпечено множиною установних елементів (56), причому установні елементи (56) виконані з можливістю взаємодії з інструментом (100) для вставки та/або вилучення для вставлення згаданого зовнішнього
- 50 пристрою (28) згладжування нерівномірності потоку в корпус реактора або вилучення з нього.
11. Ядерний реактор, що містить корпус (12) реактора й оболонку (14), розташовану в корпусі (12) реактора, де текуче середовище циркулює з корпусу (12) реактора в оболонку (14) в нижній частині корпусу (12) реактора, причому ядерний реактор забезпечений вузлом (10) для згладжування нерівномірності потоку, при цьому вузол (10) для згладжування нерівномірності потоку містить пристрій (26) розподілу потоку для розподілу потоку текучого середовища з корпусу (12) реактора в оболонку (14), який **відрізняється** тим, що вузол (10) для згладжування нерівномірності потоку містить зовнішній пристрій (28) згладжування нерівномірності потоку, що радіально оточує пристрій (26) розподілу потоку, при цьому зовнішній пристрій (28) згладжування нерівномірності потоку має отвори для проходження текучого середовища,
- 60

причому зовнішній пристрій (28) нерівномірності потоку містить верхню частину (34) і нижню частину (36), при цьому верхня частина (34) містить розширюване або конічне кільце, що проходить між вищим кінцем (38) і нижчим кінцем (40), причому нижня частина (36) має форму, що має симетрію вздовж головної осі (D), причому нижня частина (36) простягається від нижнього кінця (40) верхньої частини (34).

12. Спосіб установки зовнішнього пристрою (28) згладжування нерівномірності потоку в ядерний реактор, що містить корпус (12) реактора та оболонку (14), розташовану в корпусі (12) реактора, при цьому ядерний реактор містить ядерну активну зону, розташовану в оболонці (14), причому текуче середовище циркулює з корпусу (12) реактора в оболонку (14) в нижній частині корпусу (12) реактора, де ядерний реактор забезпечений пристроєм розподілу потоку для розподілу потоку текучого середовища з корпусу (12) реактора в оболонку (14), при цьому спосіб включає наступні етапи:

звільнення корпусу (12) реактора від внутрішніх конструкцій та ядерних тепловиділяючих збірок, причому внутрішні конструкції містять пристрій (26) розподілу потоку,

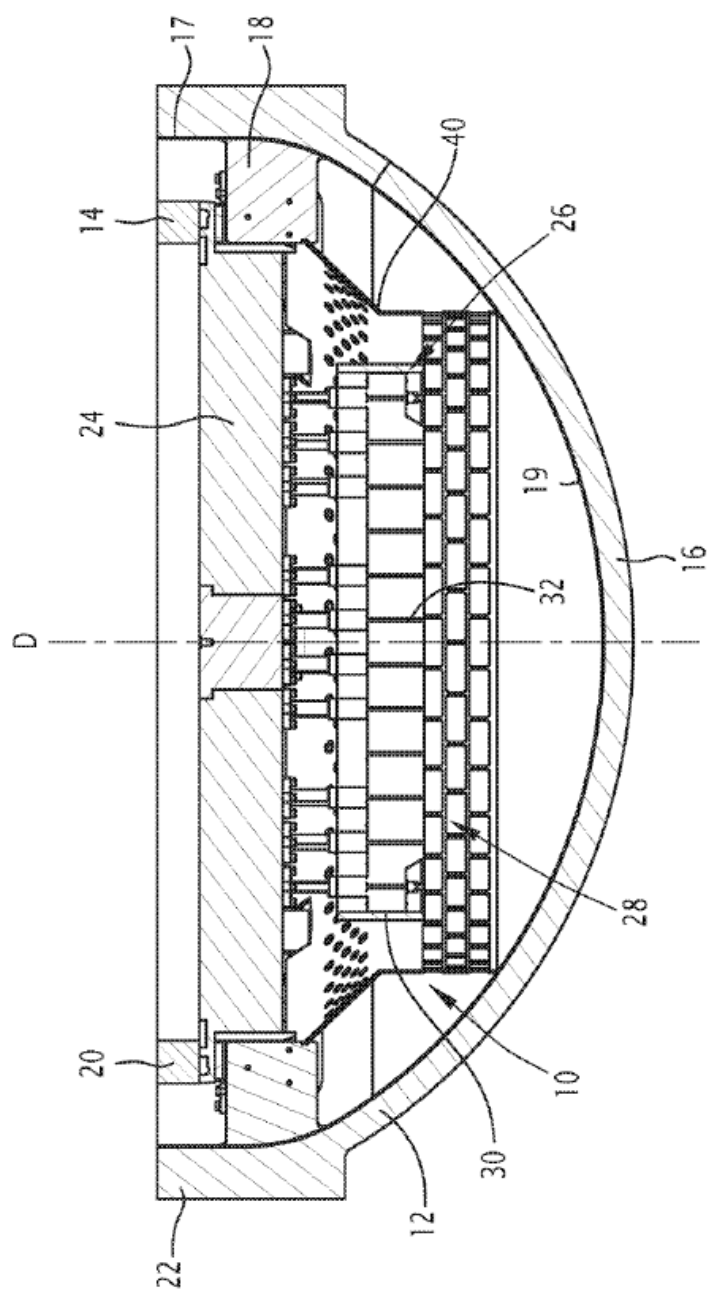
забезпечення зовнішнього пристрою (28) згладжування нерівномірності потоку, що має отвори для проходження текучого середовища, при цьому зовнішній пристрій (28) згладжування нерівномірності потоку містить верхню частину (34) і нижню частину (36), причому верхня частина (34) містить розширюване або конічне кільце, що проходить між вищим кінцем (38) і нижчим кінцем (40), при цьому нижня частина (36) має форму, що має симетрію вздовж головної осі (D), причому нижня частина (36) простягається від нижнього кінця (40) верхньої частини (34),

зниження зовнішнього пристрою (28) згладжування нерівномірності потоку у корпусі (12), закріплення зовнішнього пристрою (28) згладжування нерівномірності потоку всередині корпусу (12), та

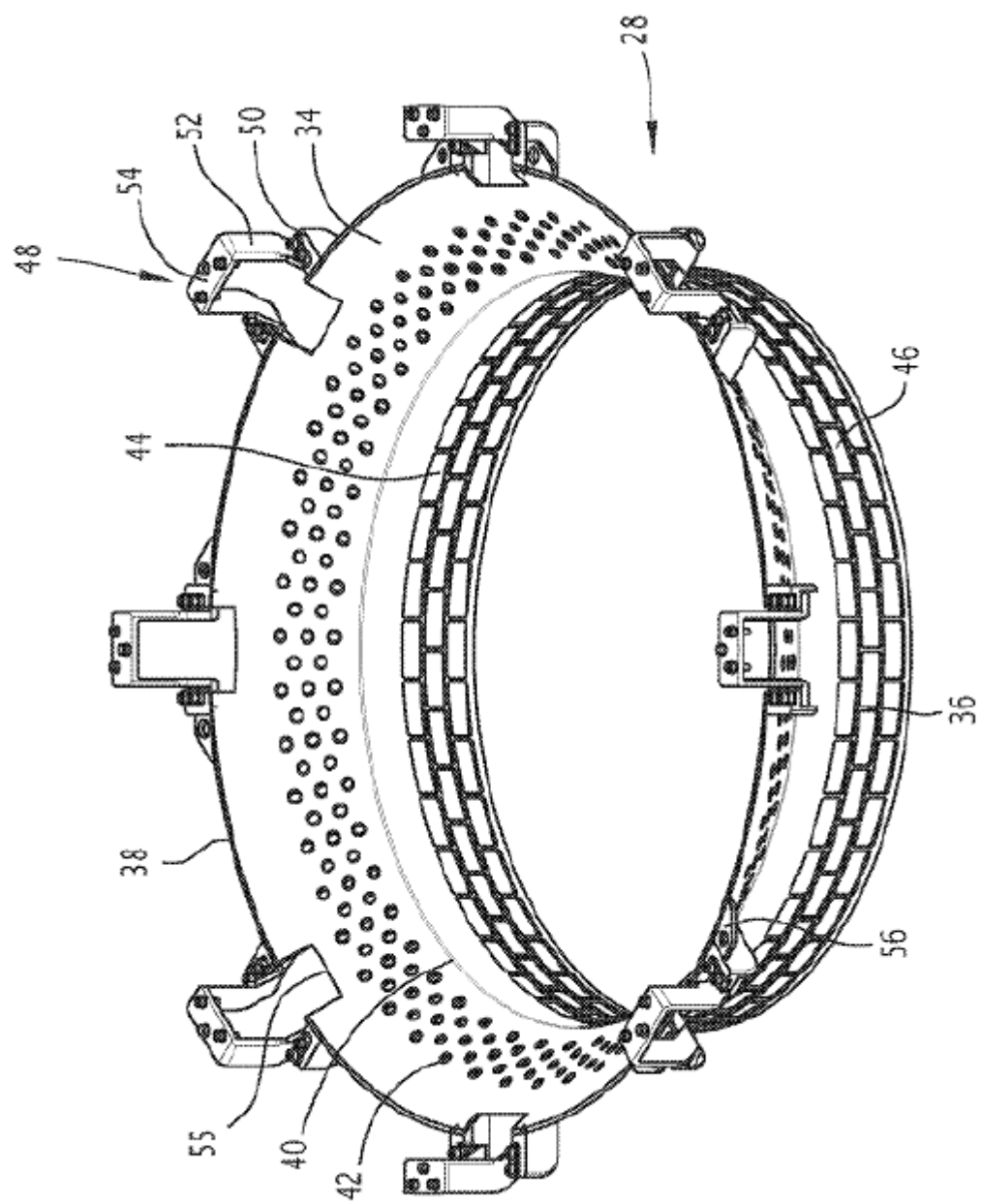
перевстановлення внутрішніх конструкцій та ядерних тепловиділяючих збірок у корпусі (12), причому зовнішній пристрій (28) згладжування нерівномірності потоку радіально оточує пристрій (26) розподілу потоку.

13. Спосіб за п. 12, за яким зовнішній пристрій (28) згладжування нерівномірності потоку прикріплений до виступів (18), що радіально виступають від внутрішньої поверхні (17) корпусу (12) та/або до нижньої плити (24) ядерної активної зони.

14. Спосіб за п. 12 або 13, за яким зовнішній пристрій (28) згладжування нерівномірності потоку прикріплений таким чином, що він простягається від нижньої частини оболонки (14) на відстань між 0,5 та 10 см до нижньої поверхні (19) корпусу (12).



Фиг. 1



Фиг. 2

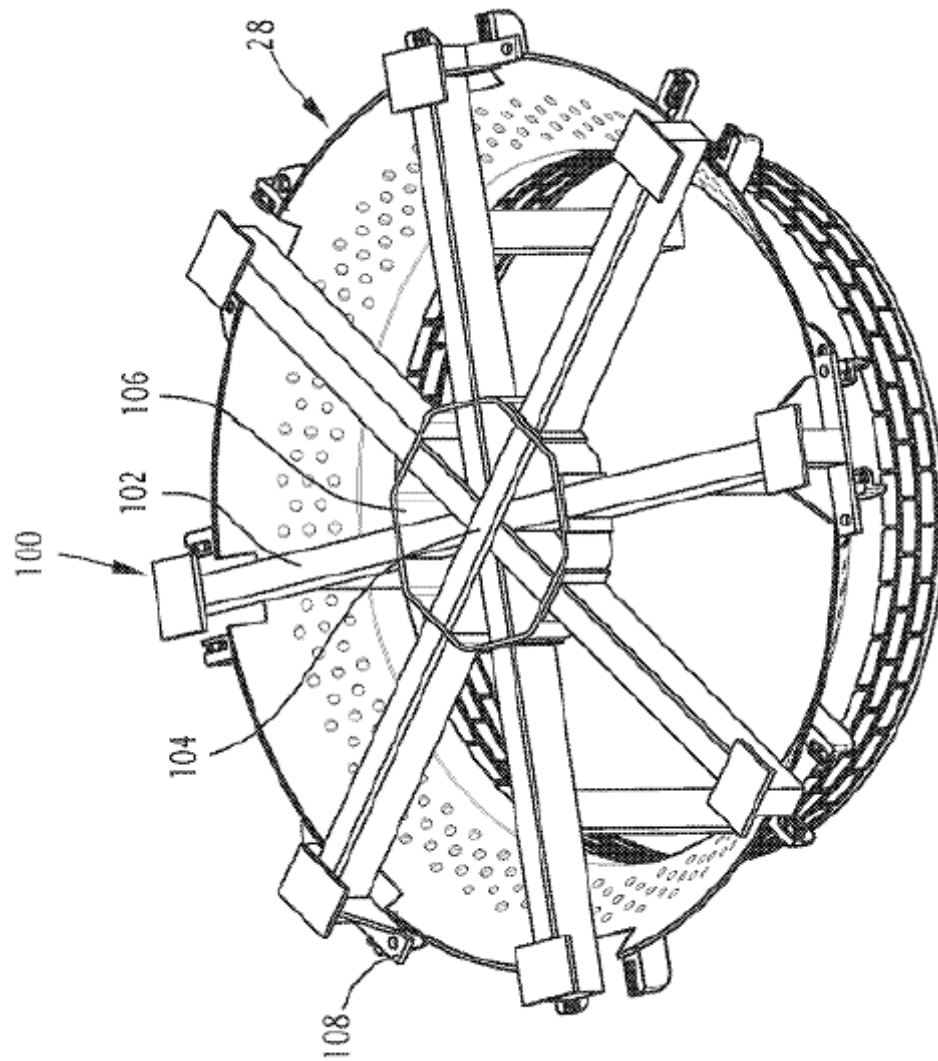


Fig. 3