



УКРАЇНА

(19) UA (11) 81955 (13) C2
(51) МПК (2006)
G21C 3/00
G21C 9/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ГОЛОВКА ТЕПЛОВИДІЛЬНОЇ ЗБОРКИ З ВИСОКИМ ПОГЛИНАННЯМ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ТЕПЛОВИДІЛЬНОЇ ЗБОРКИ З ЯДЕРНИМ ПАЛИВОМ

1

(21) а200512346
(22) 05.04.2004
(24) 25.02.2008
(86) PCT/US2004/010444, 05.04.2004
(31) 10/444,469
(32) 22.05.2003
(33) US
(72) СПАРРОВ ДЖЕЙМС А., АЛЕШИН ЮРІЙ, СЛІПТЦОВ АЛЕКСЕЙ
(73) УЕСТІНГХОУЗ ЕЛЕКТРИК КОМПАНІ ЛЛК
(56) Патент US№4534933, G21C3/33, публ. 13.08.1985.
Патент US№4687619, G21C3/334, публ. 18.08.1987.
Патент US№4702882, G21C3/334, публ. 27.10.1987.
Патент US№4986959, G21C3/12, G21C3/33, публ. 22.01.1991.
Патент US№5479464, G21C3/334, публ. 26.12.1995.
(57) 1. Головка тепловидільної зборки з високим поглинанням енергії для тепловидільної зборки з ядерним паливом, що має телескопічні опори, які принаймні частково проходять через неї, з ковзною встановленими регульовальними стрижнями, закріпленими на зборці регульовальних стрижнів, яка містить трубчастий корпус, що має перший кінець та другий кінець і притисну плиту, закріплену по колу на внутрішній стінці трубчастого корпусу в проміжному положенні між першим і другим кінцями трубчастого корпусу і по суті перекриває центральний отвір трубчастого корпусу, причому зазначена притискна плита має верхню поверхню, спрямовану до першого кінця корпусу, і нижню поверхню, спрямовану до другого кінця корпусу, та центральний отвір, через який може проходити блок гільзи верхнього плунжера, і множину вторинних отворів, у яких можуть рухатися телескопічні опори, а також містить блок, який включає трубчасту гільзу, що має сліпий кінець і відкритий кінець, причому відкритий кінець ковзною встановлений у другому кінці зазначеного корпусу, плиту виштовхування стрижня і телескопічні опори, які жорстко з'єднують зазначену плиту виштовхування стрижня із зазначеною гільзою у фіксованому співвідношенні

2

розташованому положенні, причому зазначена плита виштовхування стрижня має отвори, відцентровані із зазначеними телескопічними опорами, приєднаними до неї, при цьому блок гільзи верхнього плунжера оточує центральну трубу і з'єднаний з нею в верхній її частині та проходить, принаймні частково, через центральний отвір у зазначеній притискній плиті, яка включає опорну плиту, що по суті перекриває центральний отвір трубчастого корпусу і має отвори, розміри та положення яких визначені так, щоб в них можна було ковзною встановити телескопічні опори і в верхньому положенні опорної плити біля притискної плити вона по суті накриває нижню поверхню притискної плити, а також містить пружинні засоби для утримання гільзи верхнього плунжера принаймні частково в центральному отворі притискної плити чи безпосередньо під ним, опорної плити - притиснутою до нижньої поверхні притискної плити, і притискної плити - на попередньо визначеній відстані від відкритого кінця трубчастого гільзи.

2. Головка тепловидільної зборки з високим поглинанням енергії за п. 1, у якій телескопічні опори ковзною проходять через відповідні отвори у притискній плиті, яка включає з'єднувальні штирі, що перешкоджають телескопічній трубі виходити з відповідного отвору у притискній плиті, тим самим запобігаючи відокремленню трубчастого корпусу від трубчастої гільзи.

3. Головка тепловидільної зборки з високим поглинанням енергії за п. 2, у якій з'єднувальний штир проходить через опорну плиту і притисну плиту.

4. Головка тепловидільної зборки з високим поглинанням енергії за п. 1, у якій центральна труба ковзною проходить через отвір у сліпому кінці гільзи.

5. Головка тепловидільної зборки з високим поглинанням енергії за п. 4, у якій пружинні засоби включають гвинтову пружину, яка оточує центральну трубу і по суті проходить від сліпого кінця гільзи до опорної плити, по суті притискаючи опорну плиту до притискної плити.

(13) C2

(11) 81955

(19) UA

6. Головка тепловидільної зборки з високим поглинанням енергії за п. 5, яка додатково включає множину гвинтових пружин, що оточують, відповідно, принаймні деякі з телескопічних опор, проходячи по суті від закритого кінця гільзи до опорної плити і спираючись по суті на опорну плиту або її виступ чи заглибину, притискаючи опорну плиту в напрямку до притискної плити.

7. Головка тепловидільної зборки з високим поглинанням енергії за п. 6, у якій принаймні деякі з телескопічних опор, що мають гвинтові пружини, які їх частково оточують, мають розпірні прокладки, які по суті центрують пружину і запобігають контакту пружини зі стінкою телескопічної опори.

8. Головка тепловидільної зборки з високим поглинанням енергії за п. 7, у якій розпірна прокладка є манжетою, що оточує поздовжню ділянку зазначеної телескопічної опори і вставлена між зовнішньою окружністю зазначеної телескопічної опори і внутрішньою окружністю відповідної пружини.

9. Головка тепловидільної зборки з високим поглинанням енергії за п. 1, яка включає опорні стояки, що жорстко з'єднують периферичні ділянки плити виштовхування стрижня із зазначеною гільзою.

10. Головка тепловидільної зборки з високим поглинанням енергії за п. 6, у якій принаймні деякі із зазначених пружин проходять через опорну плиту і спираються на притискну плиту або її виступ чи заглибину.

11. Головка тепловидільної зборки з високим поглинанням енергії за п. 10, у якій пружини, що проходять через опорну плиту і спираються на ділянку притискної плити, мають достатню розрахункову силу для утримання трубчастого корпусу від переміщення під вагою верхньої плити активної зони в напрямку до сліпого кінця гільзи при аварійному введенні зборки регулювальних стрижнів, яка ударає гільзу верхнього плунжера і примушує її рухатися в напрямку до сліпого кінця гільзи.

Винахід стосується головок тепловидільних зборок для тепловидільних зборок з ядерним паливом, які враховують різницю в тепловому розширенні і зростання енергетичної експозиції паливних зборок та інших компонентів реактора і, зокрема, модернізації розширної головки тепловидільної зборки, призначеної для використання в реакторах, які раніше мали компоненти, виготовлені по суті з таких саме матеріалів.

В ядерних реакторах, сконструйованих в колишньому Радянському Союзі, активна зона реактора складається з великої кількості видовжених паливних зборок, кожна з яких має множину паливних стрижнів, утримуваних у впорядкованому гексагональному порядку множиною решіток, розташованих на певній відстані уздовж паливних стрижнів і закріплених на втулках напрямних регулювальних стрижнів з нержавіючої сталі. Втулки напрямних регулювальних стрижнів з нержавіючої сталі виступають вище та нижче за кінці паливних стрижнів і приєднані до головок і хвостовиків тепловидільних зборок, відповідно. Паливні зборки встановлені в корпусі реактора так, щоб хвостовики тепловидільних зборок спиралися на нижню опорну плиту активної зони. Верхня плита активної зони лежить на головках тепловидільних зборок.

Головки тепловидільних зборок радянської конструкції незмінно закріплені на втулках напрямних регулювальних стрижнів з нержавіючої сталі тепловидільної зборки. Ці складні насадки виконують кілька функцій. По-перше, вони визначають положення зборки регулювальних стрижнів (RCCA) по відношенню до напрямних труб в активній зоні таким чином, щоб положення RCCA по відношенню до верхньої плити активної зони було фіксованим. RCCA визначає положення

регулювальних стрижнів, вставлених в тепловидільну зборку у вигляді групи чи пучка.

Насадка радянської конструкції також гасить швидкість регулювальних стрижнів за допомогою пружин для поглинання енергії при падінні стрижнів RCCA в активну зону реактора під час аварійного зупинення, відомого як "швидкий зупин". Насадка також має засоби підпружинювання для підтримання внутрішньокорпусних пристроїв. Коли верхня плита активної зони опускається на насадки, вона стискає пружину насадки. Крім того, насадка радянської конструкції призначена для захисту регулювальних стрижнів при вийманні тепловидільної зборки з корпусу реактора. При цьому RCCA знаходиться біля чи нижче верхнього краю насадки. Зрештою, радянська конструкція головки тепловидільної зборки дозволяє виконувати операції з тепловидільною зборкою, піднятою над активною зоною, переміщаючи вантажі через насадку.

Таким чином, насадка радянської конструкції розрахована на те, щоб функціонувати в двох положеннях - вільному та стисненому. Оскільки для втулок тепловидільних зборок радянської конструкції використовується нержавіюча сталь, відносна відстань між внутрішніми елементами корпусу реактора і паливними збірками залишається постійною після встановлення зборки на місце. Засоби підпружинювання є такими, що насадки можуть підтримувати внутрішньокорпусні пристрої, причому положення засобів підпружинювання, а також RCCA є фіксованими, так що всі функції є статичними. В результаті, насадка має вбудовані опорні точки, навколо яких розташовані внутрішньокорпусні пристрої. Втулки з нержавіючої сталі, використовувані в радянській конструкції, створюють підвищені вимоги до реактивності паливних зборок через поглинання

ними нейтронів⁴ їх важче прикріпляти до решіток паливних зборок. У паливних зборках радянської конструкції для виготовлення втулок використовується циркалой, який створює менші вимоги до реактивності. Однак, циркалой має коефіцієнт теплового розширення, відмінний від корпусу реактора з нержавіючої сталі, і збільшується у розмірах при опромінюванні. Розширені головки тепловидільних зборок, які враховують ці зміни розмірів різних компонентів усередині реактора розкриті, наприклад, у [патентах США №№ 4534933; 4687619; 4702882 і 4986959]. Такі насадки, однак, використовуються в реакторах, у яких верхня плита активної зони лежить на опорі активної зони в формі кільцевого виступу усередині корпусу реактора. В реакторах радянської конструкції, опорна плита активної зони лежить на і підтримується головками тепловидільних зборок.

Як згадувалося вище, головка тепловидільної зборки радянської конструкції нероздільно прикріплена до трубчастих втулок тепловидільної зборки. Вищезгадані патенти розкривають знімні головки тепловидільних зборок, а [патент США № 5479464] далі розвиває цю технологію, застосовуючи знімну головку тепловидільних зборок до реакторних насадок радянської конструкції. Однак, використання циркалою замість нержавіючої сталі в деяких компонентах тепловидільної зборки, таких як трубчасті втулки, в яких рухаються регулювальні стрижні, вимагають додаткових модифікацій для забезпечення поглинання ударних навантажень, яких зазнають зборки, без ушкодження зборок чи інших компонентів активної зони. Наприклад, в реакторі радянської конструкції, типу WER 1000, при швидкому введенні регулювальних стрижнів вони вільно падають і ударяють головку тепловидільної зборки на дуже великій швидкості. Ця конструкція паливного елемента не використовує демпфер чи будь-який інший гідромеханічний пристрій для зменшення цих високих ударних навантажень. В конструкції, описаній у [патенті США № 5479464], для часткового поглинання цих навантажень використовуються пружини. Однак, бажано використовувати додаткові засоби для поглинання удару навантаження, а також підтримання власне навантаження. При швидкому зупиненні-реактора WER 1000 радянської конструкції, зборка регулювальних стрижнів та її лінія приводу вільно падають в тепловидільну зборку. В стандартній тепловидільній зборці західної конструкції, приблизно за два фути (61 см) до повного входження регулювальних стрижнів в тепловидільну зборку, кінчики регулювальних стрижнів потрапляють на Ділянку трубчастої втулки зменшеного діаметра, яку називають демпфером. Цей демпфер приблизно на один (1) міліметр більше регулювальних стрижнів. Через те, що регулювальні стрижні при швидкому зупині рухаються в цій точці дуже швидко, великий об'єм води має швидко пройти повз падаючі регулювальні стрижні, щоб вивільнити для них місце в демпфері. Цей процес приводить до швидкого гальмування регулювальних стрижнів,

тим самим зменшуючи швидкість удару зборки регулювальних стрижнів об проміжну плиту головки тепловидільної зборки. Стандартні паливні зборки типу WER 1000 не мають демпфера і тому зборка регулювальних стрижнів ударяє головку тепловидільної зборки з набагато більшою швидкістю, Оскільки кінетична енергія дорівнює добутку маси на квадрат швидкості, то якщо в конструкції паливного елемента WER 1000 швидкість при ударі в чотири рази перевищує швидкість в стандартному західному реакторі з водою під тиском, повна енергія, що має бути поглинута після удару, буде більшою в шістнадцять разів.

Відповідно, існує потреба в новій головці тепловидільної зборки з високим поглинанням енергії, яка б забезпечувала поглинання ударних навантажень, очікуваних при швидкому зупиненні, без пошкодження насадки тепловидільної зборки та/або зборки регулювальних стрижнів.

Крім того, існує потреба в розширній головці тепловидільної зборки з високим поглинанням енергії, яка б передбачала розширення та збільшення розмірів циркалових компонентів тепловидільної зборки, в той же час утримуючи верхню плиту активної зони в фіксованому положенні.

Крім того, існує потреба в такій розширній головці тепловидільної зборки з високим поглинанням енергії, яка б могла гасити удар регулювального стрижня при аварійному зупиненні, в той же час продовжуючи підтримувати верхню плиту активної зони в по суті фіксованому положенні.

Ці та інші потреби задовольняються винаходом, що стосується розширної головки тепловидільної зборки для тепловидільної зборки з ядерним паливом, яка включає трубчастий корпус, що має перший кінець, на який спирається верхня плита активної зони, і другий кінець. Трубчастий корпус далі включає притисну плиту, прикріплену по колу до внутрішньої стінки трубчастого корпусу в проміжному положенні між першим та другим кінцями, яка по суті перекриває центральний су отвір трубчастого корпусу. Притисна плита має центральний отвір, через який може проходити блок гільзи верхнього плунжера, і множину периферичних вторинних отвір⁴ів, в яких можуть рухатися телескопічні опори. Розширна насадка далі включає складальний вузол, який включає трубчасту гільзу, що має сліпий кінець та відкритий кінець, причому відкритий кінець встановлений з можливістю ковзання в другому кінці корпусу. Складальний вузол далі включає плиту виштовхування стрижня і телескопічні опори, які жорстко з'єднують плиту виштовхування стрижня з гільзою у просторово фіксованому співвісному положенні. Виштовхувальна плита має отвори для телескопічних опор, які закріплені в цих отворах.

Блок гільзи верхнього плунжера оточує верхню частину центральної труби та прикріплений до неї і проходить через центральний отвір притисної плити. Блок гільзи верхнього плунжера включає опорну плиту, яка по

суті перекиває поперечний переріз трубчастого корпусу і має отвори такого розміру та розташовані таким чином, щоб в них могли бути встановлені з можливістю ковзання телескопічні опори. В верхньому положенні опорної плити; поблизу притискної плити, опорна плита по суті накриває прилеглу поверхню притискної плити. Пружини утримують гільзу верхнього плунжера в центральному отворі притискної плити, опорну плиту - в контакт з нижньою поверхнею притискної плити, і притискну плиту - на попередньо визначеній відстані від відкритого кінця трубчастої гільзи.

При аварійному зупиненні РССА ударяє блок гільзи верхнього плунжера, штовхаючи його в напрямку до сліпого кінця гільзи. Гідравлічне притягнення між притискною плитою і опорною плитою, гідравлічний опір, спричинений витісненням води з-під опорної плити при переміщенні опорної плити донизу, і стиснення пружин при переміщенні верхнього блока гільзи плунжера до сліпого кінця гільзи поглинають значну кількість енергії РССА при наближенні регулювальних стрижнів до нижньої ділянки трубчатих втулок в тепловідільній зборці.

Краще рух трубчастого корпусу при розширенні в напрямку від гільзи обмежується на заданій відстані від гільзи, щоб блок трубчастого корпусу не виходив з трубчастої гільзи.

В кращому варіанті втілення, пружини оточують телескопічні опори і центральну трубу і по суті з'єднують сліпий кінець гільзи з опорною плитою. Краще, пружини центровані та розташовані на відстані від зовнішніх стінок відповідної телескопічної опори і центральної труби, які вони оточують, так щоб рух пружини не пошкоджував поверхню труби. Бажано, деякі з пружин виступають з отворів опорної плити і спираються в притискну плиту для підтримування верхньої плити активної зони на місці при аварійному зупиненні. Телескопічні опори доходять до плити виштовхування стрижня. Трубчасті втулки знімно з'єднані з плитою виштовхування стрижня у тепловідільній зборці. Центральна труба передбачає можливість встановлення з ковзанням у відповідній трубці пристрою у тепловідільній зборці. Таким чином, одержують цільний блок зі знімною розширною насадкою, здатною гасити великі ударні навантаження при аварійному зупиненні РССА.

Додатково порозуміти винахід можна з наступного опису кращих варіантів втілення у поєднанні з супровідними кресленнями, на яких:

Фігура 1 є видом у поперечному перерізі розширної головки тепловідільної зборки за даним винаходом з високим поглинанням енергії.

Зображена на Фігурі 1 розширна знімна головка тепловідільної зборки 10 за винаходом включає блок трубчастого корпусу 18, який має перший верхній кінець 19 і другий Нижній кінець 21. Верхня плита активної зони 12 спирається на верхній кінець 19 трубчастого корпусу 10. Шпонка 17 на верхньому кінці трубчастого корпусу 19, в комбінації а відповідною шпонкою з діаметрально протилежного боку корпусу, використовується як

точка зачеплення для піднімання насадки 10. Шпонка 17 входить у відповідну шпонкову канавку на верхній плиті активної зони для фіксації орієнтації тепловідільної зборки 16. Тепловідільна зборка 16 включає пучок паливних елементів 14, розташований між розширною верхньою насадкою 10 і хвостовиком тепловідільної зборки (не зображений). Верхній блок трубчастого корпусу 18 далі включає притискну плиту 22, розташовану діаметрально упоперек внутрішнього простору трубчастого корпусу 18 в проміжному положенні між верхнім кінцем 19 і нижнім кінцем 21 трубчастого корпусу 18. Притискна плита 22 має ряд наскрізних отворів, включаючи збільшений центральний отвір 24, через який проходить блок гільзи верхнього плунжера 30 і периферичні вторинні отвори 26, розташовані на певній кутовій відстані один від одного, в яких встановлені з можливістю ковзання телескопічні опори 50. З'єднувальні штирі 48 виступають зі сліпого кінця нижньої гільзи 40 і закріплені з кінців гайками з'єднувальних штирів 58. В цьому прикладі передбачено шість таких з'єднувальних штирів. Притискна плита 22 верхнього блока трубчастого корпусу 18 ковзною рухається по телескопічних опорах 50 і з'єднувальних штирях 48 у відповідних вторинних отворах 26, але утримується заплечиком з'єднувального штиря 49 і гайками з'єднувального штиря 58.

Блок, який включає литу трубчасту гільзу 38, має нижній сліпий кінець 40 і верхній відкритий кінець 42. Відкритий кінець 42 ковзною входить в другий, нижній кінець 21 верхнього блока трубчастого корпусу 18. Плита виштовхування стрижня 46 жорстко з'єднаний з нижнім кінцем 40 литого блока нижньої гільзи 38 за допомогою телескопічних опор 50, які проходять через сліпий кінець 40 нижньої гільзи і закріплені у відповідних отворах в плиті виштовхування стрижня 46. Телескопічні опори 50 закріплені як у плиті виштовхування стрижня, так і у відповідних отворах 62 в сліпому кінці 40 гільзи паянням чи зварюванням. Телескопічні опори 50 далі виступають з плити виштовхування стрижня 46 і проходять через нижній кінець 40 литої гільзи і через отвори в опорній плиті 34, де вони ковзною закінчуються у відповідних отворах 26 в притискній плиті 22. З'єднувальні штирі 48, згадані вище, виконують роль стопора, що запобігає вийманню телескопічних опор з отворів 26 і закріплені за сліпий кінець нижньої гільзи 40. З'єднувальні штирі не перешкоджають телескопічним опорам 50 ковзною виходити з отворів 26 в притискній плиті 22, коли притискна плита притискається донизу під вагою верхньої плити активної зони 12, як буде пояснено далі. Плита виштовхування стрижня 46 сконструйована так, що вона з'єднується з трубчатими втулками в тепловідільній зборці через проміжні стопорні втулки. Периферична ділянка плити виштовхування стрижня додатково підтримується множиною стояків 60, які проходять між, і закріплені, з одного кінця - на нижньому кінці литої гільзи 38, а з іншого кінця - на плиті виштовхування стрижня 46.

Блок гільзи верхнього плунжера 30 оточує, і з'єднаний з центральною трубою 28 і може бути сформований як її невіднімна частина. Блок гільзи верхнього плунжера 30 включає опорну плиту 32, яка доходить периферичне до внутрішніх стінок верхнього блока трубчастого корпусу, в її верхньому положенні, по суті прилеглому до нижньої поверхні притискної плити 22. Опорна плита 32 включає отвори 34, через які ковзно проходять телескопічні опори 50. Деякі з отворів 34 в опорній плиті є меншими за інші отвори 36 в опорній плиті для забезпечення проходження пружин, які будуть описані далі.

Гвинтові пружини 52 і 54 оточують деякі, якщо не всі, телескопічні опори 50 і центральну трубу 28 і проходять від положення, наближеного до сліпого кінця 40 блока литої нижньої гільзи 38 до положення, близького до опорної плити 32 у випадку пружин 52, і до нижнього боку притискної плити 22 у випадку пружин 54. Збільшені отвори 36 в опорній плиті 32 дозволяють опорній плиті переміщатися донизу, не стискаючи пружин 54. Для зручності виробництва, для пружин 54 передбачений виступ для пружин 56, так що всі пружини 52 і 54 мають приблизно однакову довжину. Крім того, передбачена центрувальна манжета пружин 64 навколо телескопічних опор 50 для центрування пружин навколо манжет і запобігання дряпання пружинами зовнішніх стінок телескопічних опор 50. Слід розуміти, що аналогічні манжети можуть бути передбачені для центральної труби 28. Крім того, слід розуміти, що можуть бути передбачені пружини, які оточують деякі чи всі телескопічні опори, причому число і розташування пружин визначається очікуваним навантаженням і бажаним балансом сил, який забезпечував би плавний рух блока трубчастого корпусу 18 по блоку нижньої гільзи 38 при встановленні на місце верхньої плити активної зони та підтримання цього положення при аварійному зупиненні, в той же час поглинаючи частину додаткового навантаження, створюваного при швидкому зупиненні. В цьому кращому варіанті втілення передбачено вісімнадцять телескопічних опор, обладнаних пружинами, на додаток до центральної труби. Три з цих пружин проходять через опорну плиту 32 і спираються в нижню поверхню притискної плити 22.

При завантаженні тепловидільної зборки 16 в активну зону реактора і опусканні верхньої плити активної зони 12, блок верхнього корпусу 18 примусово рухається донизу. Блок верхнього корпусу 18 через цілісну притискну плиту 22 давить на опорну плиту 32 і три пружини 54, які, в залежності від динамічної жорсткості трьох пружин 54, можуть в цілому принаймні частково стискувати всі дев'ятнадцять пружин в напрямку до дна блока. Ця дія, в поєднанні з попереднім навантаженням пружин, прикладає до тепловидільної зборки 16 притискну силу, яка притискає тепловидільну зборку до нижньої опорної плити активної зони під час роботи. Заплички з'єднувальних штирів 49 функціонують як кінцевий упор, коли опорна плита 32 примусово

рухається донизу і входить в контакт із запличком з'єднувального штиря 49.

При аварійному зупиненні зборка регулювальних стрижнів (RCCA) падає до удару об блок гільзи верхнього плунжера 30, а потім примушує всю опорну плиту 32 рухатися донизу. При цьому відбуваються три речі. По-перше, шістнадцять пружин 52 з дев'ятнадцяти притискних пружин починають рухатися в напрямку до дна блока, тим самим частково протидіючи спрямованому донизу моменту RCCA. По-друге, при переміщенні верхньої поверхні опорної плити 32 в напрямку від нижньої поверхні притискної плити 22 потрібна більша сила для гідравлічного розділення двох плит. Ця гідравлічна сила також поглинає значну кількість енергії і допомагає уповільнити рух RCCA. По-третє, коли нижня поверхня опорної плити 32 починає рухатися донизу, об'єм простору між цією плитою і блоком литої нижньої гільзи 38 зменшується, примушуючи воду виходити з цього простору. Хоч існує кілька шляхів витікання води, якщо швидкість RCCA є великою, виникає відносно велике зростання тиску, яке також допомагає уповільнити рух RCCA. Ці три обставини в комбінації призводять до задовільного уповільнення руху RCCA до будь-якого жорсткого удару без ушкодження будь-яких окремих компонентів головки тепловидільної зборки чи зборки регулювальних стрижнів.

Таким чином, головка тепловидільної зборки з високим поглинанням енергії за даним винаходом гасить високу енергію RCCA та лінії приводу регулювального стрижня і зупиняє рух блока регулювального стрижня донизу в межах дозволеного простору без ушкодження головки тепловидільної зборки або зборки регулювальних стрижнів. Поглинання енергії відбувається внаслідок комбінації механічної деформації пружин після удару і гідравлічного демпфірування за рахунок розходження двох плит, розташованих усередині головки тепловидільної зборки, а також гідравлічного демпфірування внаслідок зростання тиску у внутрішній камері головки тепловидільної зборки.

Хоч тут були описані детально конкретні варіанти втілення винаходу, фахівцям в цій області техніки зрозуміло, що на основі наведеного опису можуть бути розроблені різні модифікації та варіанти, альтернативні розкритим в деталях. Відповідно, розкриті тут конкретні варіанти втілення призначені лише для ілюстрації і не обмежують обсяг винаходу, який має визначатися на основі широкого розуміння прикладеної формули винаходу і будь-якого з та усіх її еквівалентів.

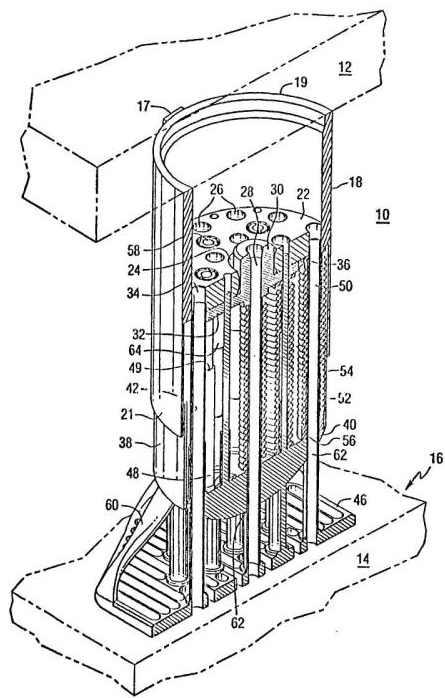


FIG. 1