УКРАЇНА

(19) UA (11) 125069 (13) C2

(51) МПК (2022.01)
G01M 3/00
G21F 7/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: **a 2018 12994**

(22) Дата подання заявки: **30.09.2016**

(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **06.01.2022**

(41) Публікація відомостей про заявку: **10.09.2019, Бюл.№ 17**

(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: **05.01.2022, Бюл.№ 1**

(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору PCT: **PCT/RU2016/000653, 30.09.2016**

(72) Винахідник(и):
Ісаєв Сєргєй Івановіч (RU),
Новіков Дєніс Сєргєєвіч (RU)

(73) Володілець (володільці):
АКЦИОНЄРНОЄ ОБЩЄСТВО "НАУЧНО-ІСЛЄДОВАТЄЛЬСКІЙ І ПРОЄКТНО-КОНСТРУКТОРСКІЙ ІНСТІТУТ ЕНЄРГЄТІЧЄСКІХ ТЄХНОЛОГІЙ "АТОМПРОЄКТ",
ул. Савушкина, 82А, г. Санкт-Петербург, 197183, Российская Федерация (RU),
АКЦИОНЄРНОЄ ОБЩЄСТВО "НАУКА І ІННОВАЦІІ" (АО "НАУКА І ІННОВАЦІІ"),
пер. Старомонетный, 26, г. Москва, 119180, Российская Федерация (RU)

(74) Представник:
Коваль-Лавок Мирослава Валеріївна, реєстр. №449

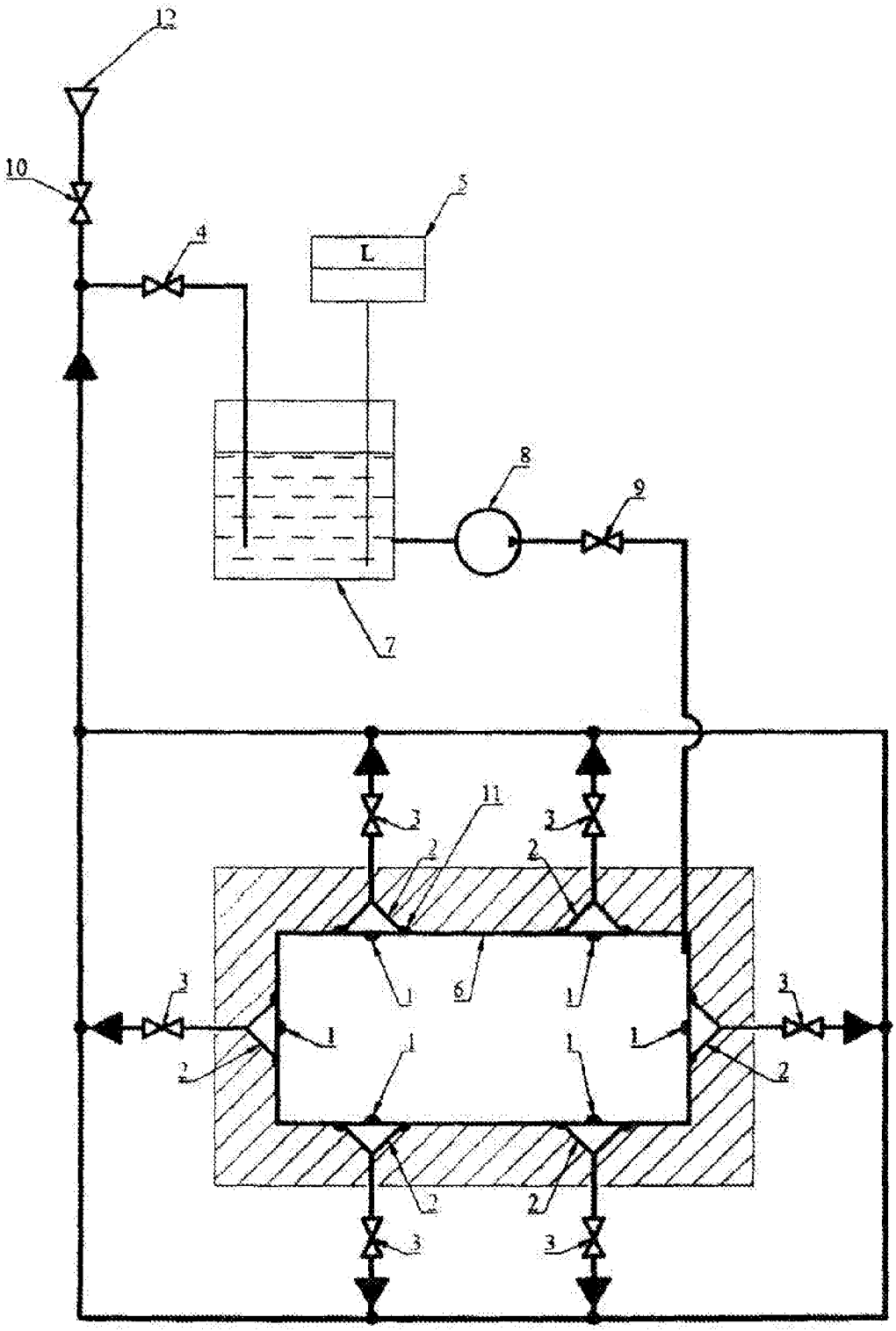
(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:
JP S6058595 A, 04.04.1985
JP S5757233 A, 06.04.1982
JP S53161683 U, 18.12.1978
CN 103558228 A, 05.02.2014
RU 2589726 C2, 10.07.2016
US 4635477 A1, 13.01.1987

UA 125069 C2

(54) СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ПРОТІКАННЯ РІДИНИ З БАСЕЙНУ ВИТРИМКИ ВІДПРАЦЬОВАНОГО ЯДЕРНОГО ПАЛИВА

(57) Реферат:

Система виявлення протікання рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива належить до області вимірювальної та випробувальної техніки та направлена на моніторинг протікання в резервуарах, переважно в басейнах витримки атомних електростанцій. В системі виявлення протікання рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива зварені шви басейну витримки додатково забезпечені герметичним металевим огородженням, з'єднаним за допомогою трубок з клапанами та з трубопроводом, з'єднаним з двох сторін через клапан збору і клапан повернення з баком збору протікання, забезпеченим датчиком контролю рівня рідини. Система виявлення протікання рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива забезпечує контроль герметичності зварених швів басейну витримки відпрацьованого ядерного палива та визначення зварених швів, що втратили герметичність, без попереднього осушення басейну витримки, що підвищує радіаційну безпеку басейнів витримки і знижує час на їх ремонт.



Фіг.

Сфера техніки

Винахід відноситься до області вимірювальної та випробувальної техніки та спрямовано на забезпечення контролю протікання в басейнах витримки атомних електростанцій (АЕС).

Попередній рівень техніки

Відомо, що зберігання відпрацьованого ядерного палива на АЕС здійснюється в заповнених водою басейнах витримки, які виконані із зварених між собою металевих листів. Практика експлуатації АЕС, однак, показує, що, незважаючи на контроль герметичності виготовлення сталевого обличкування при виготовленні басейнів витримки, при їх експлуатації внаслідок високих концентрацій напружень в зварних швах і корозії нерідко виникають протікання радіоактивної води через зварні шви. Збір цієї води здійснюється в розташоване під басейном друге дно з деяким відбортовуванням на стіни. При цьому самі по собі протікання радіоактивної рідини небажані з огляду на їх екологічну небезпеку та вимагають усунення, для чого необхідний моніторинг протікання води і визначення ділянки зварного шва, через який відбувається витік. Труднощі такого визначення полягають в тому, що металеве обличкування басейнів витримки з'єднане з бетонною стіною, що оточує басейн витримки і служить силовим елементом, що сприймає тиск рідини в басейні витримки, а також захистом від радіації, внаслідок чого візуальний або контактний контроль цілісності зварних швів стає неможливим. Для вирішення зазначеного завдання пропонувалося кілька різних технічних рішень.

Наприклад, контроль протікання здійснювався за рахунок розміщення в басейні витримки датчиків верхнього і нижнього рівня води, або за рахунок відведення протікання по трубі з другого дна в ємність з датчиком контролю рівня рідини при подальшому поверненні рідини в басейн. Такі рішення дозволяють визначити сам факт витоку води і приблизно оцінити динаміку зміни кількості витоку води в одиницю часу. Недоліками такого рішення, однак, є неможливість визначення конкретного негерметичного зварного шва без попереднього видалення радіоактивності, можливість попадання радіоактивної води на бічні бетонні стінки басейну витримки, необхідність наявності другого металевого дна і низька радіаційна безпека, пов'язана з неможливістю контролю герметичності другого дна.

Були спроби підвищення точності оцінки динаміки витоку рідини з басейну витримки за рахунок підвищення точності обліку обсягів випаровування і конденсації рідини в системі. Наприклад, відома система виявлення течі в приміщеннях АЕС шляхом контролю аерозольної активності (патент РФ на корисну модель № 100817, МПК F24K3/14, опубл. 27.12.2010 г), що містить пристрій, що забезпечує поділ повітря контрольованого приміщення на конденсат і повітряне середовище, поєднане трубопроводом повітряного середовища з пристроєм для вимірювання об'ємної активності аерозолів, а трубопроводом для відведення конденсату - з модулем вимірювання об'ємної активності гама-випромінюючих радіонуклідів в рідині, при цьому пристрій для вимірювання об'ємної активності аерозолів пов'язаний з трубопроводом розрядження, а модуль вимірювання об'ємної активності гама-випромінюючих радіонуклідів в рідині з'єднаний з трубопроводом скидання конденсату в спецканалізацію. Відмінною особливістю цієї системи є те, що в якості пристрою, що забезпечує поділ повітря контрольованого приміщення на конденсат і повітряне середовище, передбачений осушувач вологого повітря, що містить камеру охолодження повітря і не менше однієї камери нагріву повітря, розташованої зовні камери охолодження повітря, а на внутрішній поверхні камери охолодження повітря встановлені радіатори, орієнтовані елементами теплознімання всередину камери охолодження повітря. При цьому між камерою охолодження повітря і камерою нагріву повітря встановлені елементи Пельтьє. В камері нагріву повітря є датчик контролю температури осушеного повітря, а під камерою охолодження повітря передбачена ємність для збору конденсату, в якій встановлений датчик рівня конденсату. В системі передбачено наявність витратоміра.

Ця система моніторингу витоку теплоносія досить складна і громіздка, тому що вимагає додаткового підведення для періодичного виконання промивання і просушування вимірювальних об'ємів додаткових контурів знесоленої води і стисненого повітря і не може бути застосована в такому складі обладнання для визначення наявності витоків в басейнах витримки атомних станцій. Крім того, така система не вирішує завдання визначення конкретного зварного шва, через який відбувається витік рідини.

Також відома система виявлення моніторингу витоку теплоносія в приміщеннях атомної станції (патент РФ на корисну модель № 111709, МПК G21C17/02, опубл. 20.12.2011 р), яка містить лінію відбору проб повітряного середовища і послідовно встановлені в ній охолоджувач, вологовідокремлювач з лінією відведення конденсату, підігрівач газового потоку, витратомір і побудник витрат. Система забезпечена встановленим в лінії відбору проб перед охолоджувачем двохходовим пристроєм напрямку потоку, один вихід якого з'єднаний з входом

газового потоку в охолоджувач, пристроєм вимірювання вологості і температури, включеним в лінію відбору проб за підігрівачем, і лінією перепуску, приєднаною одним кінцем до другого виходу двохходового пристрою напрямку потоку, а іншим з'єднаної з лінією відбору проб за підігрівачем. Система забезпечена пристроєм вимірювання об'ємної активності аерозолів, включеним в лінію відбору проб за витратоміром, а також пристроєм вимірювання якості конденсату, включеним за витратоміром. Система має в своєму складі два датчика температури і датчик тиску.

Така система, як і описана в попередньому аналогу, через наявність в своєму складі вакуумного насоса і компресорної холодильної машини занадто складна і громіздка. Крім того, така система також не вирішує завдання визначення конкретного зварного шва, через який відбувається витік рідини.

Найбільш близьким до заявленого винаходу аналогом є система моніторингу протікання басейну витримки атомної електростанції (патент РФ на винахід № 2589726, МПК G21C17/022, G01M3/00, опубл. 10.07.2016), в якому система моніторингу протікання басейну витримки атомної електростанції містить сукупність датчиків у вигляді датчика витрати води, що надходить по трубопроводу системи очищення, датчика рівня рідини, встановленого на штатних гніздах водозаміщуючих виробів (твелів), двох датчиків температури і вологості, кожен з яких розміщений на вході і виході вентиляції реакторного залу, сигналізатор перевищення допустимого рівня витоків радіаційної води, при цьому всі виходи перерахованих датчиків електрично з'єднані через пристрій введення з контролером, зв'язаним своїм виходом з входом сигналізатора перевищення допустимого рівня витоків радіаційної води і з'єднані з комп'ютером, причому контролер має блок введення інформації кількості обслуговуючого персоналу і водозаміщуючих виробів, а для забезпечення постійного функціонування система забезпечена блоком безперебійного живлення.

Таке рішення дозволяє знизити громіздкість системи моніторингу протікання басейну витримки за рахунок застосування засобів автоматизації. Недоліком такого рішення, як і в попередніх аналогах, є неможливість визначення конкретного негерметичного зварного шва без попереднього видалення радіоактивності, можливість попадання радіоактивної води на бічні бетонні стінки басейну витримки, необхідність наявності другого металевого дна і низька радіаційна безпека, пов'язана з неможливістю контролю герметичності другого дна. При цьому у всіх відомих з рівня техніки рішеннях відсутність інформації про розташування місць протікання з басейну витримки збільшує час ремонту басейну витримки після його розвантаження і осушення, оскільки вимагає додаткового визначення цих місць.

Розкриття винаходу

Завданням даного винаходу є розробка системи контролю протікань рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива, що дозволяє підвищити безпеку зберігання відпрацьованого ядерного палива в басейні витримки за рахунок забезпечення можливості визначення негерметичності конкретного зварного шва без повного видалення радіоактивності і виключення можливості потрапляння радіоактивної води на бічні стінки басейну витримки, а також знизити час ремонту басейну витримки за рахунок попереднього визначення негерметичних швів.

Технічним результатом даного винаходу є підвищення безпеки зберігання відпрацьованого ядерного палива за рахунок забезпечення можливості визначення негерметичності конкретного зварного шва без видалення радіоактивної рідини і виключення можливості потрапляння радіоактивної води на бічні стінки басейну витримки, а також зниження часу ремонту басейну витримки відпрацьованого ядерного палива за рахунок попереднього визначення негерметичних швів в процесі роботи.

Технічний результат досягається тим, що в відомій системі контролю протікання рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива, в якій встановлений трубопровід, датчик контролю рівня рідини і з'єднаний з ним блок управління, зварні шви басейну витримки додатково забезпечені герметичним металевим огородженням, з'єднаним за допомогою трубок з клапанами з трубопроводом, з'єднаним з двох сторін з баком збору протікання, забезпеченим датчиком контролю рівня рідини, блок управління з'єднаний з усіма клапанами і виконаний з можливістю управління клапанами.

Бажано забезпечити систему контролю протікання рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива пристроєм подачі стисненого повітря і клапаном подачі стисненого повітря, при цьому пристрій подачі стисненого повітря з'єднаний через клапан подачі стисненого повітря з трубопроводом, пристрій подачі стисненого повітря виконано з можливістю подачі стисненого повітря через клапан подачі стисненого повітря, трубопровід і клапан в металеву огорожу зварного шва для додаткового уточнення місця протікання.

Доцільно забезпечити систему контролю протікання рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива пристроєм подачі підфарбованої води і клапаном подачі підфарбованої води, при цьому пристрій подачі підфарбованої води з'єднаний через клапан подачі підфарбованої води з трубопроводом, пристрій подачі підфарбованої води виконано з можливістю подачі підфарбованої води через клапан подачі підфарбованої води, трубопровід і клапан в металеву огорожу зварного шва для додаткового уточнення місця протікання.

Рекомендовано встановити на вході в бак збору протікання збірний клапан, а на виході - клапан повернення.

Бажано встановити насос між баком збору протікання і клапаном повернення.

Доцільно використовувати в якості датчика контролю рівня рідини датчик тиску.

Рекомендовано використовувати в якості датчика контролю рівня рідини датчик провідності.

Бажано з'єднати блок управління з усіма клапанами системи і насосом за допомогою дротового або бездротового зв'язку.

Доцільно додатково забезпечити пристрій подачі стисненого повітря датчиком тиску стисненого повітря.

Короткий опис креслень

Сутність запропонованого винаходу представлена на схемі, де представлений кращий варіант системи виявлення протікання рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива, що включає обличкування басейну витримки 6, виконану зі звареними швами 1 і оточену бетонною стіною (показана штрихуванням), на кожному зварному шві 1 встановлені металеві огорожі 2, прикріплені до басейну витримки 6 зовнішніми звареними швами 11 і з'єднані трубками з клапанами 3 з трубопроводом, виконаним з можливістю відведення можливих протікань через збірний клапан 4 в бак збору протікання 7, обладнаний датчиком контролю рівня рідини 5. З бака збору протікання 7 передбачено повернення води назад в басейн витримки 6 насосом 8 через клапан повернення 9. Система забезпечена також клапаном подачі стисненого повітря 10, виконаним з можливістю подачі стисненого повітря або підфарбованої води в систему і забезпеченим датчиком тиску стисненого повітря 12. Всі клапани і насос з'єднані з блоком управління (на схемі не показаний) за допомогою дротового і бездротового зв'язку, при цьому блок керування виконаний з можливістю управління всіма клапанами і насосом.

Варіанти впровадження винаходу

Система виявлення протікання рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива працює наступним чином. Під час витримки відпрацьованого ядерного палива в басейні витримки 6 оператор за допомогою блока управління виконує періодичне відкриття клапанів 3 по одному при закритих інших клапанах 3, контролюючи при цьому показання датчика контролю рівня рідини 5 при закритому клапані повернення 9 і вимкненому насосі 8. В тому випадку, якщо при цьому показання датчика контролю рівня рідини 5 не змінюються, оператор робить висновок про те, що відповідний відкритому клапану 3 зварений шов 1 не має протікання. В тому випадку, якщо датчик контролю рівня рідини 5 показує підвищення рівня рідини в баку збору протікання 7, оператор робить висновок про те, що відповідний відкритому клапану 3 зварений шов 1 протікає. Після цього оператор аналогічним чином проводить перевірку інших зварених швів. Після перевірки або в міру наповнення бака збору протікання 7 оператор повертає рідину з бака збору протікання 7 за допомогою насоса 8 при відкритому клапані повернення 9. Потім оператор закриває клапани 3, відповідні тим зварним швам 1, протікання яких виявила попередня перевірка, для унеможливлення потрапляння радіоактивної води на бічні стінки басейну витримки. При цьому радіоактивна вода, що потрапила назовні басейну витримки 6 через зварений шов 1, що втратив герметичність, утримується від попадання на бічні стінки басейну витримки 6 металевими огорожами 2, що дозволяє продовжити функціонування басейну витримки 6 до моменту проведення планово-профілактичного ремонту, час якого буде істотно скорочено за рахунок того, що місця негерметичності зварених швів 1 вже відомі.

У кращому варіанті система виявлення протікання рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива додатково забезпечена клапаном подачі стисненого повітря 10, виконаним з можливістю подачі стисненого повітря, наприклад, з балона зі стисненим повітрям. У цьому варіанті оператор подає в систему стиснене повітря, відкриваючи клапан подачі стисненого повітря 10 і всі або частину клапанів 3, перекриваючи при цьому збірний клапан 4 і клапан повернення 9. При цьому стиснене повітря проходить через трубопроводи і відкриті клапани 3, потрапляє в басейн витримки 6 через зварні шви, що втратили герметичність, 1 басейну витримки у вигляді легко помітних бульбашок, що дозволяє уточнити герметичність кожного звареного шва і конкретне місце розгерметизації кожного звареного шва

за допомогою засобів телеметрії без осушення басейну витримки 6. Замість стисненого повітря в одному з варіантів здійснення винаходу можливе використання підфарбованої рідини, що дозволяє досягти того ж результату.

Крім того, використання додаткового датчика тиску стисненого повітря 12 в пристрої подачі стисненого повітря 10 дозволяє досліджувати на герметичність зовнішні зварені шви 11 кріплення металевих огорож 2 до басейну витримки 6. Для цього оператор може включити подачу стисненого повітря в трубопровід, наприклад, при одному відкритому клапані 3 і закритих інших клапанах 3, збірному клапані 4 і клапані повернення 9 і, переконавшись у відсутності бульбашок повітря з внутрішньої сторони відповідного зварного шва 1, простежити за показаннями датчика тиску стисненого повітря 12. В тому випадку, якщо тиск падає, оператор робить висновок про негерметичність відповідного звареного шва кріплення металевої огорожі 11.

Промислова придатність

Система виявлення протікання рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива дозволяє підвищити радіаційну безпеку і надійність зберігання відпрацьованого ядерного палива в басейнах витримки, а також скоротити терміни ремонту басейну витримки і може бути широко застосована в атомній галузі.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Система контролю протікання рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива, в якій встановлений трубопровід, датчик контролю рівня рідини і з'єднаний з ним блок управління, яка **відрізняється** тим, що зварні шви басейну витримки додатково забезпечені герметичним металевим огородженням, з'єднаним за допомогою трубок з клапанами та з трубопроводом, з'єднаним з двох сторін з баком збору протікання, забезпеченим датчиком контролю рівня рідини, а блок управління з'єднаний з усіма клапанами і виконаний з можливістю управління клапанами.

2. Система контролю протікання рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива за п. 1, яка **відрізняється** тим, що додатково забезпечена пристроєм подачі стисненого повітря і клапаном подачі стисненого повітря, при цьому пристрій подачі стисненого повітря з'єднано через клапан подачі стисненого повітря з трубопроводом, пристрій подачі стисненого повітря виконано з можливістю подачі стисненого повітря через клапан подачі стисненого повітря, при цьому трубопровід і клапан подачі стисненого повітря вбудовані в металеву огорожу навколо зварних швів для додаткового уточнення місця протікання.

3. Система контролю протікання рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива за п. 1, яка **відрізняється** тим, що додатково забезпечена пристроєм подачі підфарбованої води і клапаном подачі підфарбованої води, при цьому пристрій подачі підфарбованою води пов'язано через клапан подачі підфарбованої води з трубопроводом, пристрій подачі підфарбованої води виконано з можливістю подачі підфарбованої води через клапан подачі підфарбованої води, при цьому трубопровід і клапан подачі підфарбованої води вбудовані в металеву огорожу навколо зварних швів для додаткового уточнення місця протікання.

4. Система контролю протікання рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива за п. 1, яка **відрізняється** тим, що на вході в бак збору протікання встановлений збірний клапан, а на виході - клапан повернення.

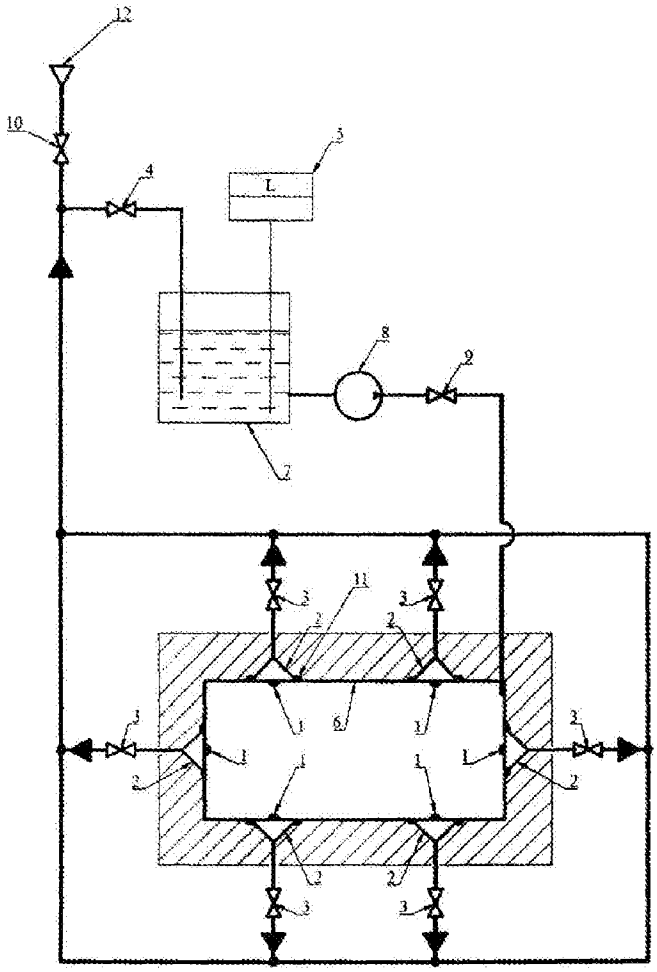
5. Система контролю протікання рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива за п. 4, яка **відрізняється** тим, що між баком збору протікання і клапаном повернення встановлений насос.

6. Система контролю протікання рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива за п. 1, яка **відрізняється** тим, що датчик контролю рівня рідини виконаний у вигляді датчика тиску.

7. Система контролю протікання рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива за п. 1, яка **відрізняється** тим, що датчик контролю рівня рідини виконаний у вигляді датчика провідності.

8. Система контролю протікання рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива за п. 5, яка **відрізняється** тим, що блок управління з'єднаний з усіма клапанами системи і насосом за допомогою дротового або бездротового зв'язку і виконаний з можливістю управління ними.

9. Система контролю протікання рідини з басейну витримки відпрацьованого ядерного палива за п. 2, яка **відрізняється** тим, що пристрій подачі стисненого повітря додатково забезпечено датчиком тиску стисненого повітря.



Фіг.

Комп'ютерна верстка М. Мацело

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