



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **119555** (13) **C2**
(51) МПК (2019.01)
F25B 23/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

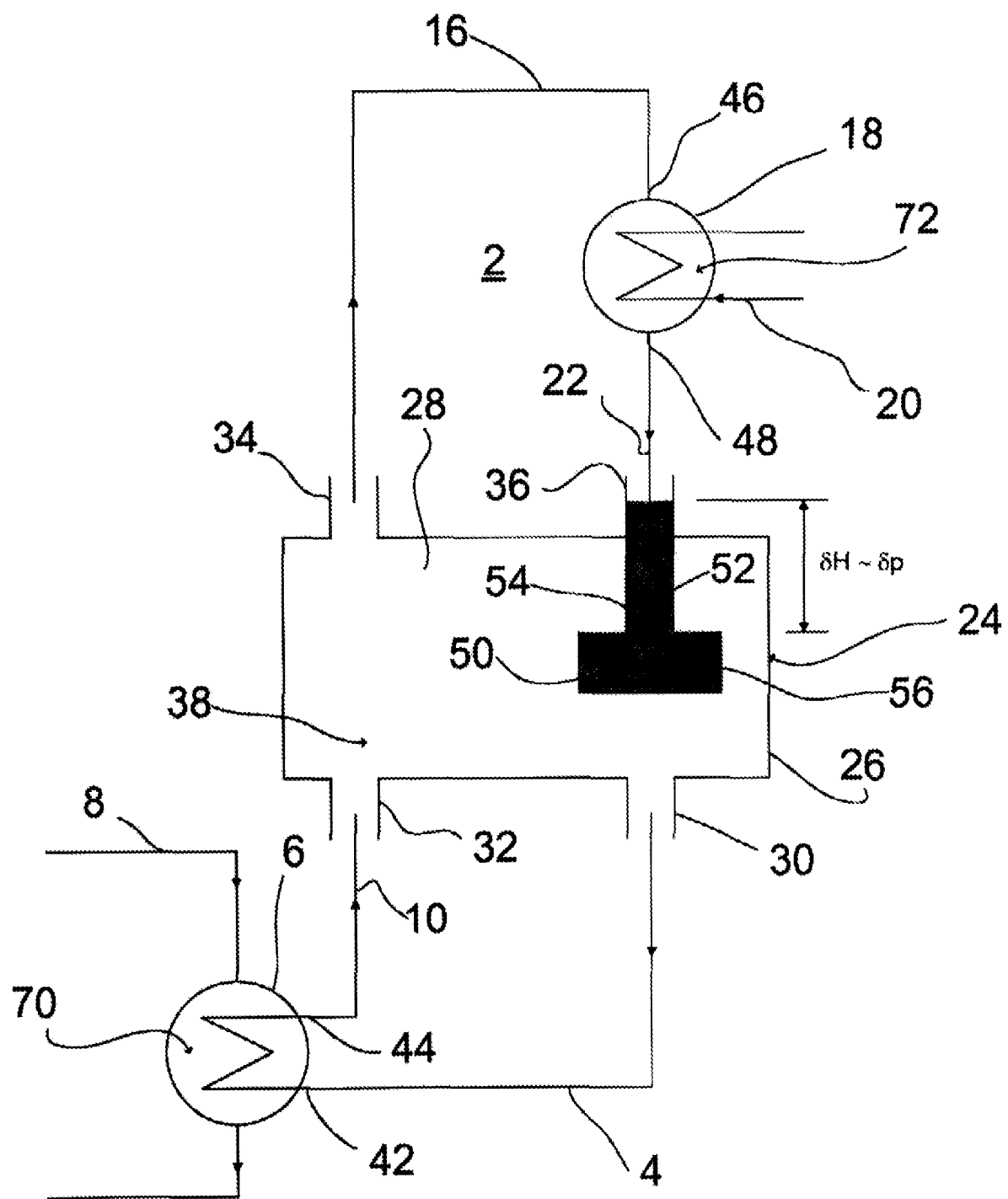
(21) Номер заявки:	а 2016 10388	(72) Винахідник(и):	Фукс Томас (DE),
(22) Дата подання заявки:	17.03.2015		Орнот Лео (DE),
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.07.2019		Рекк Маркус (DE),
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	10 2014 205 086.3	(73) Власник(и):	ФРАМАТОМЕ ГМБХ,
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	19.03.2014		Paul-Gossen-Strasse 100, 91052 Erlangen, Germany (DE)
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	DE	(74) Представник:	Пахаренко Олександр Володимирович,
(41) Публікація відомостей про заявку:	12.12.2016, Бюл.№ 23		реєстр. №136
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.07.2019, Бюл.№ 13	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 4314601 A, 09.02.1982
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	РСТ/EP2015/055529, 17.03.2015		US 6477847 B1, 12.11.2002

(54) ПАСИВНИЙ ДВОФАЗНИЙ ОХОЛОДЖУВАЛЬНИЙ КОНТУР

(57) Реферат:

Винахід стосується пасивного двофазного охолоджувального контуру (2), що містить випарник (6) і конденсатор (18) для циркулюючого в охолоджувальному контурі (2) охолоджувального засобу, причому до випарника (6) приєднаний підвідний трубопровід (4) випарника і відвідний трубопровід (10) випарника, і причому до конденсатора (18) приєднаний підвідний трубопровід (16) конденсатора і відвідний трубопровід (22) конденсатора. Подібний охолоджувальний контур необхідно вдосконалити таким чином, щоб при простій та економічній в експлуатації конструкції системи зменшити стрибки тиску або навіть повністю запобігти їх утворенню в процесі роботи. Для цього згідно з винаходом передбачено, що підвідний трубопровід (4) випарника, відвідний трубопровід (10) випарника, підвідний трубопровід (16) конденсатора і відвідний трубопровід (22) конденсатора сполучені зі спільним демпфірувальним резервуаром (24), причому у відвідному трубопроводі конденсатора (22) в процесі роботи охолоджувального контуру (2) утворюється рідинний стовп (52), який виконує функції гідравлічного герметизувального елемента (50), а також гідродинамічного гасника коливань.

UA 119555 C2



ФІГ. 2

Винахід стосується пасивного двофазного охолоджувального контуру згідно з обмежувальною частиною пункту 1 формули винаходу.

Двофазні системи теплопередачі, в яких охолоджувальний засіб (називаний також холодоагентом) у циркуляційному контурі зазнає фазового переходу з рідкого стану в газоподібний і знову в рідкий, дозволяють досягти високої ефективності теплопередачі при малих різницях температури як рушійній силі процесу передачі тепла порівняно з однофазними циркуляційними контурами. Проте, двофазні системи мають більше ступенів свободи і тому є складнішими у керуванні порівняно з однофазними системами. Це особливо стосується пасивних систем, які не потребують застосування активних засобів для впливу на потік, таких як електричні насоси тощо, і в яких, окрім цього, транспортування охолоджувального засобу відбувається виключно завдяки різниці температур між відповідними джерелом тепла і тепловідводом. Зокрема, нерегулярні коливання і гідравлічні удари, особливо стрибки тиску, спричинені конденсацією в системі трубопроводів, є справжньою проблемою, оскільки внаслідок цього можуть виникати екстремальні механічні навантаження. В найгіршому випадку це може призводити до руйнування системи.

В основу винаходу покладено задачу вдосконалення охолоджувального контуру описаного вище виду таким чином, щоб при простій та економічній конструкції системи зменшити або взагалі повністю уникнути гідравлічних ударів у процесі експлуатації.

Цю задачу згідно з винаходом вирішено в охолоджувальному контурі ознаками пункту 1 формули винаходу.

Суттєвим компонентом апаратури є демпфірувальний резервуар, називаний також розділювальним резервуаром, об'єм якого узгоджений зі спеціальним випадком розрахунку, який містить принаймні чотири приєднувальних елементи для підключення трубопроводів, приєднаних до випарника і конденсатора, і відведених від них трубопроводів охолоджувального контуру. Крім цього, на приєднувальному елементі для підключення зворотного трубопроводу конденсатора встановлено трубоподібний конструктивний елемент, який забезпечує можливість утворення рідинного стовпа. Завдяки цьому забезпечується можливість стабілізації потоку в нестационарних зонах, оскільки рідинний стовп функціонує як гідродинамічний гасник коливань. Крім цього, завдяки наявності рідинного стовпа забезпечується зменшення тиску на виході конденсатора, результатом чого є зростання різниці тисків у конденсаторі як рушійної сили процесу теплопередачі, а разом із цим також збільшення масового потоку.

Таким чином, гідравлічні удари, які досі вважають загрозою для системи, в пасивних двофазних системах можна зменшити або навіть повністю запобігти їх утворенню за допомогою запропонованої апаратури, яка діє як гідродинамічний гасник коливань. Окрім цього, завдяки зміненому співвідношенню тисків у циркуляційному контурі утворюється чи стабілізується напрямлений потік (мінімізація чи ліквідація вторинних зворотних потоків), збільшується різниця тисків у конденсаторі як рушійна сила процесу теплопередачі, завдяки чому збільшується масовий потік, що забезпечує передачу тепла, і в результаті досягається значне підвищення ефективності.

Іншими словами, запропонована модифікація двофазного охолоджувального контуру завдяки пасивній стабілізації та підвищенню ефективності дозволяє помітно збільшити надійність експлуатації, а разом із цим – практичність порівняно з попередніми системами. Завдяки підвищенню питомої продуктивності двофазної системи можна в пасивному режимі відводити великі об'єми води при невеликій різниці температури як рушійній силі процесу теплопередачі, що неможливо реалізувати в однофазній системі.

Потенційними галузями застосування, наприклад в атомній енергетиці, є відведення тепла з басейнів витримки відпрацьованих паливних касет, охолодження компонентів (наприклад насосів, дизельних агрегатів, трансформаторів), охолодження захисної оболонки реактора та приміщень з електроіндукованим тепловим навантаженням. Самозрозуміло, що поряд із атомною енергетикою можливим є застосування двофазних систем в інших галузях.

Переважно гідравлічний герметизувальний елемент розміщують у внутрішній порожнині демпфірувального резервуара, зокрема як вбудований у нього або попередньо змонтований у ньому конструктивний елемент, що спрощує процес монтажу всієї системи.

У першому переважному варіанті виконання винаходу гідравлічний герметизувальний елемент, називаний також сифоном, містить ділянку трубопроводу в формі літери U, S або J, наприклад аналогічно компонентам, застосовуваним у побутових санітарно-технічних системах.

У другому переважному варіанті виконання винаходу гідравлічний герметизувальний елемент утворений шляхом введення труби чи кінця труби в резервуар, який оточує по сторонах трубу чи кінець труби і відкритий догори у внутрішню порожнину демпфірувального резервуара, завдяки чому забезпечується можливість утворення рідинного стовпа.

У переважній формі виконання винаходу підвідний і відвідний трубопроводи випарника виведені в придонну зону демпфірувального резервуара, а саме переважно на деякій відстані один від одного. Завдяки цьому, по-перше, забезпечується можливість розділення в демпфірувальному резервуарі суміші рідкого і випаровуваного охолоджувального засобу, яка надходить по відвідному трубопроводу випарника; по-друге, рідкий охолоджувальний засіб, що накопичується у придонній зоні, може просто і безперешкодно стікати в підвідний трубопровід випарника.

На відміну від цього, підвідний трубопровід конденсатора виведений переважно у верхню зону демпфірувального резервуара, завдяки чому забезпечується просте і безперешкодне напрямлення у цей трубопровід пари, яка накопичується над рідким охолоджувальним засобом.

Для підтримки природної циркуляції в охолоджувальному контурі демпфірувальний резервуар встановлюють переважно нижче конденсатора, причому відвідний трубопровід конденсатора – залежно від конкретних обставин за винятком ділянки з гідравлічним герметизувальним елементом – принаймні переважно виконують у формі низхідного стояка.

Переваги винаходу полягають зокрема в тому, що завдяки розділенню циркуляційних контурів випарника і конденсатора та реалізації гідродинамічного гасника коливань у пасивній системі забезпечується реалізація регулювальних заходів для забезпечення стабільного і направленого потоку у випарнику і конденсаторі.

Далі винахід пояснюється докладніше на прикладі виконання з посиланням на креслення. На кресленнях у значно спрощеній схематичній формі зображено:

Фіг. 1 Пасивний двофазний охолоджувальний контур згідно з рівнем техніки,

Фіг. 2 Пасивний двофазний охолоджувальний контур згідно з винаходом, і

Фіг. 3 Альтернативний варіант фрагмента фіг. 2.

Однакові або діючі за однаковим принципом елементи на всіх кресленнях мають однакові позиційні позначення.

На фіг. 1 наведена схема класичного охолоджувального контуру 2, застосовуваного в різних галузях техніки, в яких необхідно відводити надлишкове тепло із нагрітих зон установок. Напрямки потоків плинних засобів позначені відповідними стрілками.

Циркулюючий у контурі охолоджувальний засіб спочатку в рідкій формі по підвідному трубопроводу 4 випарника (називаному також підвідною лінією випарника або живильним трубопроводом) напрямляють у випарник 6. Випарник 6 виконаний у формі теплообмінника, для нагрівання якого передбачене термічно сполучене з ним теплоджерело 70, в даному випадку лише як приклад виконане у формі нагрівального трубопроводу 8, по якому напрямляють нагрівальний засіб 8. Внаслідок теплопередачі від теплоджерела 70 у випарнику 6 відбувається принаймні часткове випаровування охолоджувального засобу. Утворюваний при цьому пароподібний охолоджувальний засіб відводять із випарника 6 по відвідному трубопроводу 10 випарника (називаному також зворотним трубопроводом випарника або паропроводом).

Далі в напрямку потоку пароподібний охолоджувальний засіб по підвідному трубопроводу 16 конденсатора (називаному також підвідною лінією конденсатора) напрямляють у конденсатор 18. Конденсатор 18 виконаний у формі теплообмінника, який термічно сполучений з тепловідводом 72, в даному випадку лише як приклад виконаним у формі охолоджувального трубопроводу 20, по якому напрямляють охолоджувальний засіб. Внаслідок передачі тепла тепловідводу 72 в конденсаторі 18 відбувається конденсація пароподібного охолоджувального засобу. Зріджений таким чином охолоджувальний засіб випускають із конденсатора 18 по відвідному трубопроводу 22 конденсатора (називаному також зворотним трубопроводом конденсатора), який далі в напрямку потоку сполучений із підвідним трубопроводом 4 випарника, внаслідок чого циркуляція поновлюється.

У разі застосування охолоджувального контуру з примусовим напрямленням потоку між відвідним трубопроводом 10 випарника і підвідним трубопроводом 16 конденсатора встановлюють насос 14 для транспортування охолоджувального засобу.

Проте, для різних варіантів застосування охолоджувальний контур 2 виконують переважно в формі пасивного циркуляційного контуру, що не містить активних компонентів, зокрема насосів. У цьому випадку відвідний трубопровід 10 випарника безпосередньо переходить у підвідний трубопровід 16 конденсатора. При цьому циркуляція охолоджувального засобу відбувається згідно з принципом природної циркуляції під дією різниці температур між теплоджерелом 70 і тепловідводом 72. Для цього компоненти встановлюють на відповідній геодезичній висоті один відносно одного і належним чином узгоджують поперечні перерізи трубопроводів тощо. Температура кипіння охолоджувального засобу відповідним чином узгоджена з комбінацією співвідношень температур і тисків в охолоджувальному контурі 2, завдяки чому фактично забезпечується бажане випаровування у випарнику 6 і конденсація в конденсаторі 18. Внаслідок

зміни фаз охолоджувального засобу з рідкої на газоподібну і з газоподібної на рідку такий контур називають двофазним охолоджувальним контуром.

Двофазні системи теплопередачі дозволяють досягти високої ефективності теплопередачі при невеликих значеннях різниці температур як рушійної сили процесу передачі тепла. Проте, стрибки тиску чи конденсації є суттєвою проблемою, оскільки можуть спричинити екстремальні механічні навантаження. В найгіршому випадку це призводить до руйнування системи.

Нестаціонарні та почасти хаотичні процеси в гідравлічних компонентах можуть спричинити сильні флуктуації чи коливання в системі, тому ділянки, по яких напрямляють пару, зміщують в зони із нижчою температурою стінок. При цьому залежно від конкретних обставин може відбуватися стрибкоподібна конденсація пари, і, таким чином, утворення так званих стрибків конденсації.

Спрощено це можна пояснити таким чином: при утворенні парової пробки у трубопроводі випарника відбувається сильне охолодження оточення. Особливої уваги варте циклічне охолодження стінки труби. Це означає, що потрібен деякий час для нагрівання і досягнення необхідного перегрівання стінки. Таким чином, існують сильні локальні флуктуації з певною частотою коливань. Оскільки в трубі випарника існують різні зони кипіння з різними частотами коливань, навіть при загальному стаціонарному стані існує локальна зона нестаціонарного стану. Проте, оскільки в пасивних системах локальні умови кипіння впливають також на рушійну силу потоку, завжди існують флуктуації потоку. В найгіршому випадку виникає локальний або глобальний резонанс, і вся система переходить у дуже несприятливий стан (із можливим значним зменшенням тепловідводу).

Окрім цього, існує ще такий недолік: залежно від рівня тепловідводу в конденсаторі може відбуватися переохолодження конденсату. Переохолоджену рідину у випарнику спочатку необхідно знову доводити до температури кипіння. Проте, оскільки однофазна теплопередача є значно гіршою, аніж двофазна, потенціал випарника використовується лише недостатньо.

Зображений на фіг. 2 комплекс апаратури дозволяє зменшити або навіть повністю уникнути подібних процесів. Наведений далі опис ґрунтується на описі фіг. 1 і сконцентрований на здійснених модифікаціях охолоджувального контуру 2.

Суттєвим елементом модифікації є приєднаний до охолоджувального контуру 2, взаємодіючий з рідинним стовпом як гідродинамічним гасником коливань демпфірувальний резервуар 24, який з урахуванням його функції розділення циркуляційних контурів випарника і конденсатора може бути названий також розділювальним резервуаром (див. далі). Демпфірувальний резервуар 24 має герметично ізольовану з усіх боків від оточення стінкою 26 внутрішню порожнину 28, об'єм якої є достатньо великим для реалізації покладених на неї головних задач гасіння коливань і напрямлення середовищ. Окрім цього, передбачено чотири виконуючих різні функції приєднувальних елементи 30, 32, 34, 36, які особливим чином сполучені з системою трубопроводів охолоджувального контуру 2. В процесі роботи охолоджувального контуру 2 у внутрішній порожнині 28 демпфірувальний резервуар 24 накопичуються рідкий, а також пароподібний охолоджувальні засоби, причому рідка фаза під дією сили тяжіння осідає у придонній зоні 38, а газо/пароподібна фаза накопичується вгорі у верхній зоні 40.

Перший приєднувальний елемент 30 введений у придонну зону 38 демпфірувального резервуара 24, зокрема безпосередньо в дно, крізь оточуючу стінку 26. Він приєднаний до сполученого з входом 42 випарника підвідний трубопроводом 4 випарника; таким чином, у процесі роботи накопичений у придонній зоні 38 рідкий охолоджувальний засіб через приєднувальний елемент 30 і підвідний трубопровід 4 випарника напрямляють у випарник 6, в якому відбувається випаровування охолоджувального засобу.

До другого приєднувального елемента 32, який також виведений у придонну зону 38 демпфірувального резервуара 24, зокрема безпосередньо в дно, залежно від конкретних обставин дещо вище крізь оточуючу стінку 26, приєднаний відведений від виходу 44 випарника відвідний трубопровід 10 випарника. В загальному випадку охолоджувальний засіб у випарнику 6 випаровується не повністю, а лише частково; таким чином, утворювану суміш рідкого і пароподібного охолоджувальних засобів напрямляють по відвідному трубопроводу 10 випарника через приєднувальний елемент 32 у внутрішню порожнину 28 демпфірувального резервуара 24, в якому, як описано вище, відбувається розділення фаз.

Третій приєднувальний елемент 34 виведений у верхню зону 40 демпфірувального резервуара 24, зокрема безпосередньо в кришку, крізь оточуючу стінку 26. До нього приєднаний відведений від входу 46 конденсатора підвідний трубопровід 16 конденсатора; таким чином, накопичуваний у верхній зоні 40 пароподібний охолоджувальний засіб через приєднувальний

елемент 34 і підвідний трубопровід 16 конденсатора напрямляють у конденсатор 18, в якому відбувається конденсація пароподібного охолоджувального засобу.

Насамкінець, четвертий приєднувальний елемент 36 виведений у верхню зону 40 демпфірувального резервуара 24, зокрема безпосередньо в кришку, крізь оточуючу стінку 26. До нього приєднаний відведений від виходу 48 конденсатора відвідний трубопровід 22 конденсатора; таким чином, зріджений у конденсаторі 18 охолоджувальний засіб через відвідний трубопровід 22 конденсатора і приєднувальний елемент 36 напрямляють у демпфірувальний резервуар 24.

Таким чином, підключені до вищеописаних приєднувальних елементів 30, 32, 34 трубопроводи 4, 10, 16 сполучені безпосередньо з внутрішньою порожниною демпфірувального резервуара 24, завдяки чому при встановленні у нормальному режимі роботи гідродинаміці потоку забезпечується можливість вирівнювання тисків між внутрішньою порожниною 28 і цими трубопроводами 4, 10, 16. На відміну від цього, четвертий приєднувальний елемент 36 виконаний таким чином, що приєднаний до нього трубопровід, а саме відвідний трубопровід 22 конденсатора, сполучений із внутрішньою порожниною 28 демпфірувального резервуара 24 з утворенням гідравлічного герметизувального елемента 50. Подібний гідравлічний герметизувальний елемент 50 називають також сифоном або трапом. Утворюваний у процесі роботи охолоджувального контуру 2 рідинний стовп 52 із рідкого охолоджувального засобу перешкоджає пропусканню газів або в будь-якому випадку ускладнює його, завдяки чому забезпечується утворення різниці тисків між внутрішньою порожниною 28 і відвідним трубопроводом 22 конденсатора. Висота δH утворюваного рідинного стовпа 52 при цьому корелює з різницею тисків δp .

Гідравлічний герметизувальний елемент 50 у принципі може бути розміщений поза демпфірувальним резервуаром 24. Проте, переважно його розміщують на ділянці труби у внутрішній порожнині 28 демпфірувального резервуара 24 і виконують у будь-якій формі, яка є доцільною для виконання відповідної функції. Наприклад, він може містити, як зображено на фіг. 2, кінець 54 труби, який вгорі виведений у відкритий догори резервуар 56. Альтернативно або додатково можуть бути застосовані відомі ділянки 58 труби в формі літер U, S або J чи функціонально еквівалентні форми виконання, як зображено на фіг. 3 на прикладі дугоподібної ділянки труби в формі літери J.

Наявність рідинного стовпа 52 сифону дозволяє утворювати зворотний потік пари, а також забезпечувати гасіння коливань у системі. Це означає, що рідинний стовп 52 необхідно узгоджувати з очікуваними нестабільностями системи. На фіг. 2 відкритий догори отвір оточуючого резервуара 56 має значно більший поперечний переріз, ніж введена в нього труба 54. Це означає, що невелика різниця висоти в резервуарі 56 спричиняє значно більшу різницю висоти в трубі 54 (відповідно до співвідношення площ поверхонь). Оскільки загальна різниця висоти δH корелює з різницею тисків δp , забезпечується протидія коливанням тиску в системі. Висоту вбудовування сифону слід узгоджувати з загальним діапазоном параметрів системи. Це означає, що при невеликій теплопродуктивності рідка фаза переважно сконцентрована в зоні випарника, тобто резервуар є майже порожнім. При високій теплопродуктивності відносно велика кількість рідкої фази концентрується в резервуарі (завдяки великій кількості пари у випарнику). Виходячи з цього, слід розраховувати параметри компонентів системи.

Для підтримання процесу природної циркуляції в охолоджувальному контурі 2 випарник 6, конденсатор 18 і демпфірувальний резервуар 24 розміщені на відповідній геодезичній висоті один відносно одного. Зокрема, демпфірувальний резервуар 24 переважно встановлюють нижче конденсатора 18, завдяки чому відвідний трубопровід 22 конденсатора від конденсатора 18 до демпфірувального резервуара 24 в основному виконують в формі низхідного стояка. Крім цього, з урахуванням виключно гідростатичних аспектів переважним є розміщення випарника 6 нижче демпфірувального резервуара 24. Внаслідок цього відвідний трубопровід 10 випарника переважно виконують у формі висхідного стояка, а підвідний трубопровід 4 випарника виконують у формі низхідного стояка. Проте, оскільки в даному випадку йдеться про гідродинамічну систему, яка до того ж є двофазною, на практиці позитивним може виявитися інше розміщення компонентів.

Таким чином, в охолоджувальному контурі 2 згідно з фіг. 2 як лінія трубопроводу від випарника 6 до конденсатора 18, так і лінія трубопроводу від конденсатора 18 до випарника 6 прокладені крізь спільний демпфірувальний резервуар 24. Рідинний стовп 52 у демпфірувальному резервуарі 24 разом із утвореною внутрішньою порожниною 28 компенсаційним об'ємом забезпечує можливість розділення циркуляційних контурів і заспокоєння потоку в перехідних зонах, оскільки він функціонує як гідродинамічний гасник коливань. Окрім цього, завдяки рідинному стовпу 52 досягається зменшення тиску зі сторони

виходу в конденсаторі 18, результатом чого є зростання різниці тисків в конденсаторі 18 як рушійної сили процесу теплопередачі, а разом із цим також збільшення масового потоку в охолоджувальному контурі 2.

Інша перевага демпфірувального резервуара 24 полягає в попередньому нагріванні конденсату. Оскільки на виході 44 випарника (відносний) вміст пари становить менше одиниці, частина насиченої рідини через демпфірувальний резервуар 24 знову повертається на вхід 42 випарника. При цьому відбувається змішування можливо переохолодженого конденсату з насиченою рідиною. Внаслідок цього зменшуються зони однофазної теплопередачі у випарнику 6 і поліпшується загальний процес (термодинамічна оптимізація).

Таким чином, зображений на фіг. 2 та 3 комплекс апаратури використовують як для підвищення ефективності тепловідводу, так і для зменшення стрибків конденсації у пасивному двофазному процесі циркуляції.

ПОЗИЦІЙНІ ПОЗНАЧЕННЯ

2 Охолоджувальний контур

4 Підвідний трубопровід випарника

6 Випарник

8 Нагрівальний трубопровід

10 Відвідний трубопровід випарника

14 Насос

16 Підвідний трубопровід конденсатора

18 Конденсатор

20 Охолоджувальний трубопровід

22 Відвідний трубопровід конденсатора

24 Демпфірувальний резервуар

26 Оточуюча стінка

28 Внутрішня порожнина

30 Перший приєднувальний елемент

32 Другий приєднувальний елемент

34 Третій приєднувальний елемент

36 Четвертий приєднувальний елемент

38 Придонна зона

40 Верхня зона

42 Вхід випарника

44 Вихід випарника

46 Вхід конденсатора

48 Вихід конденсатора

50 Гідралічний герметизувальний елемент

52 Рідинний стовп

54 Кінець труби

56 Резервуар

58 Ділянка труби

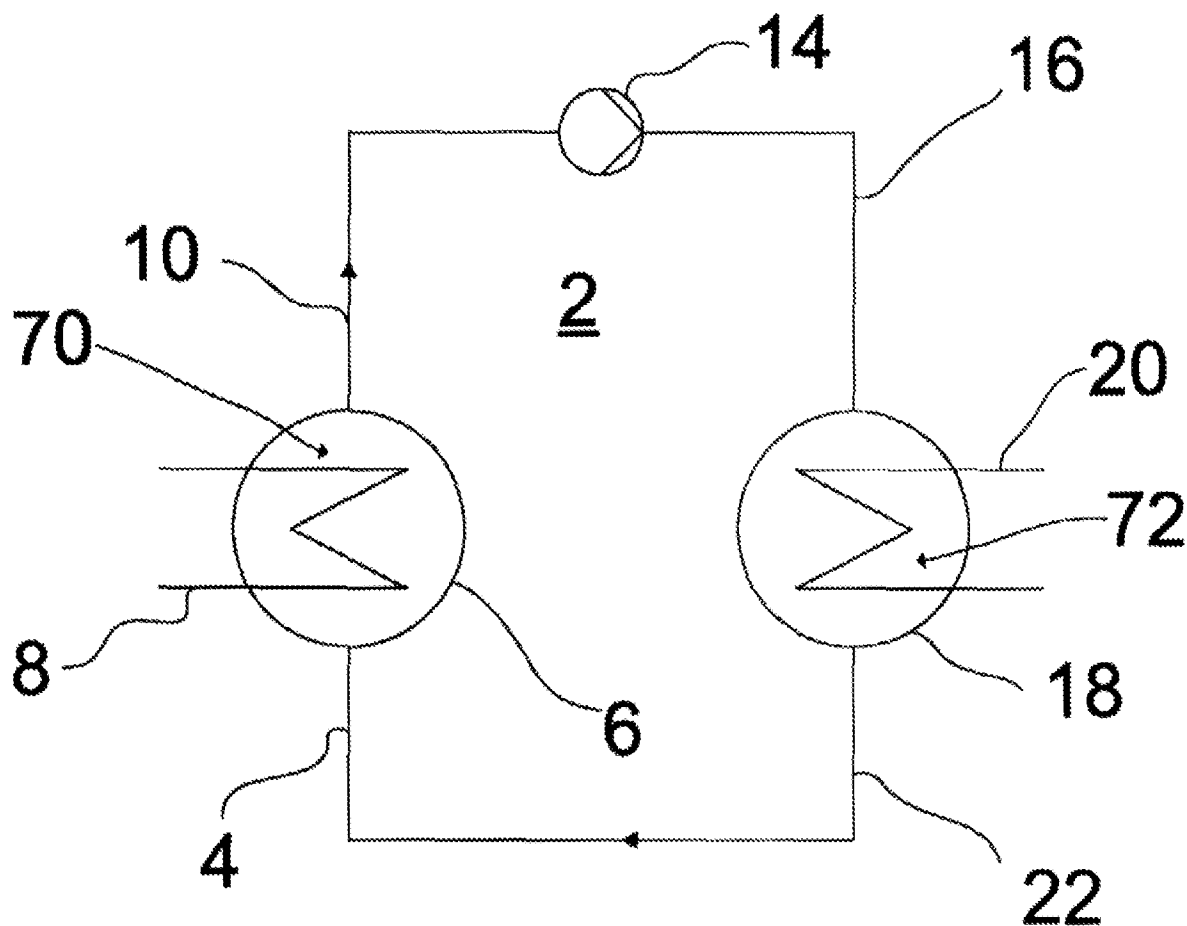
70 Теплоджерело

72 Тепловідвід

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Пасивний двофазний охолоджувальний контур (2), що містить випарник (6) і конденсатор (18) для циркулюючого в охолоджувальному контурі (2) охолоджувального засобу, причому до випарника (6) приєднані підвідний трубопровід (4) випарника і відвідний трубопровід (10) випарника, і причому до конденсатора (18) приєднані підвідний трубопровід (16) конденсатора і відвідний трубопровід (22) конденсатора, причому також підвідний трубопровід (4) випарника, відвідний трубопровід (10) випарника, підвідний трубопровід (16) конденсатора і відвідний трубопровід (22) конденсатора сполучені зі спільним демпфірувальним резервуаром (24), причому відвідний трубопровід конденсатора (22) виконаний з можливістю утворення з рідкого охолоджувального засобу в процесі роботи охолоджувального контуру (2) рідинного стовпа (52) як гідралічного герметизувального елемента (50), а також гідродинамічного гасника коливань, який **відрізняється** тим, що відвідний трубопровід (22) конденсатора виведений у верхню зону (40) демпфірувального резервуара (24) і містить ділянку труби, що видається у внутрішню порожнину (28) демпфірувального резервуара (24) з можливістю утворення гідралічного герметизувального елемента (50).

2. Охолоджувальний контур (2) за пунктом 1, який **відрізняється** тим, що гідравлічний герметизувальний елемент (50) містить ділянку (58) труби у формі літери U, S або J.
3. Охолоджувальний контур за будь-яким із пунктів 1-2, який **відрізняється** тим, що гідравлічний герметизувальний елемент (50) містить кінець (54) труби, введений у відкритий догори резервуар (56).
- 5 4. Охолоджувальний контур за будь-яким із пунктів 1-3, який **відрізняється** тим, що підвідний трубопровід (4) випарника і відвідний трубопровід випарника (10) виведені у придонну зону (38) демпфірувального резервуара (24).
- 10 5. Охолоджувальний контур за будь-яким із пунктів 1-4, який **відрізняється** тим, що демпфірувальний резервуар (24) встановлений нижче конденсатора (18), а також тим, що відвідний трубопровід (22) конденсатора переважно виконаний у формі низхідного стояка.



SdT

ФІГ. 1

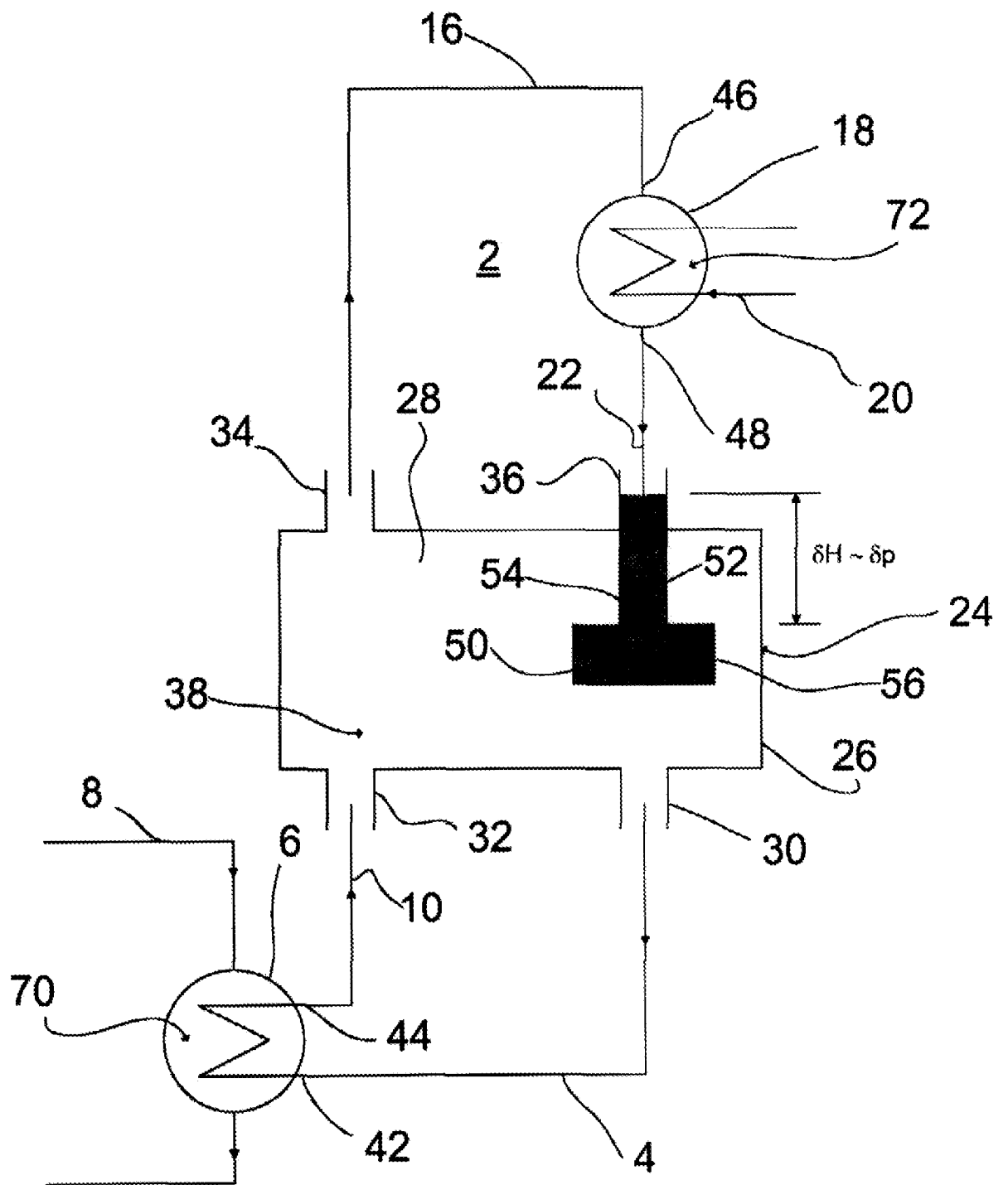
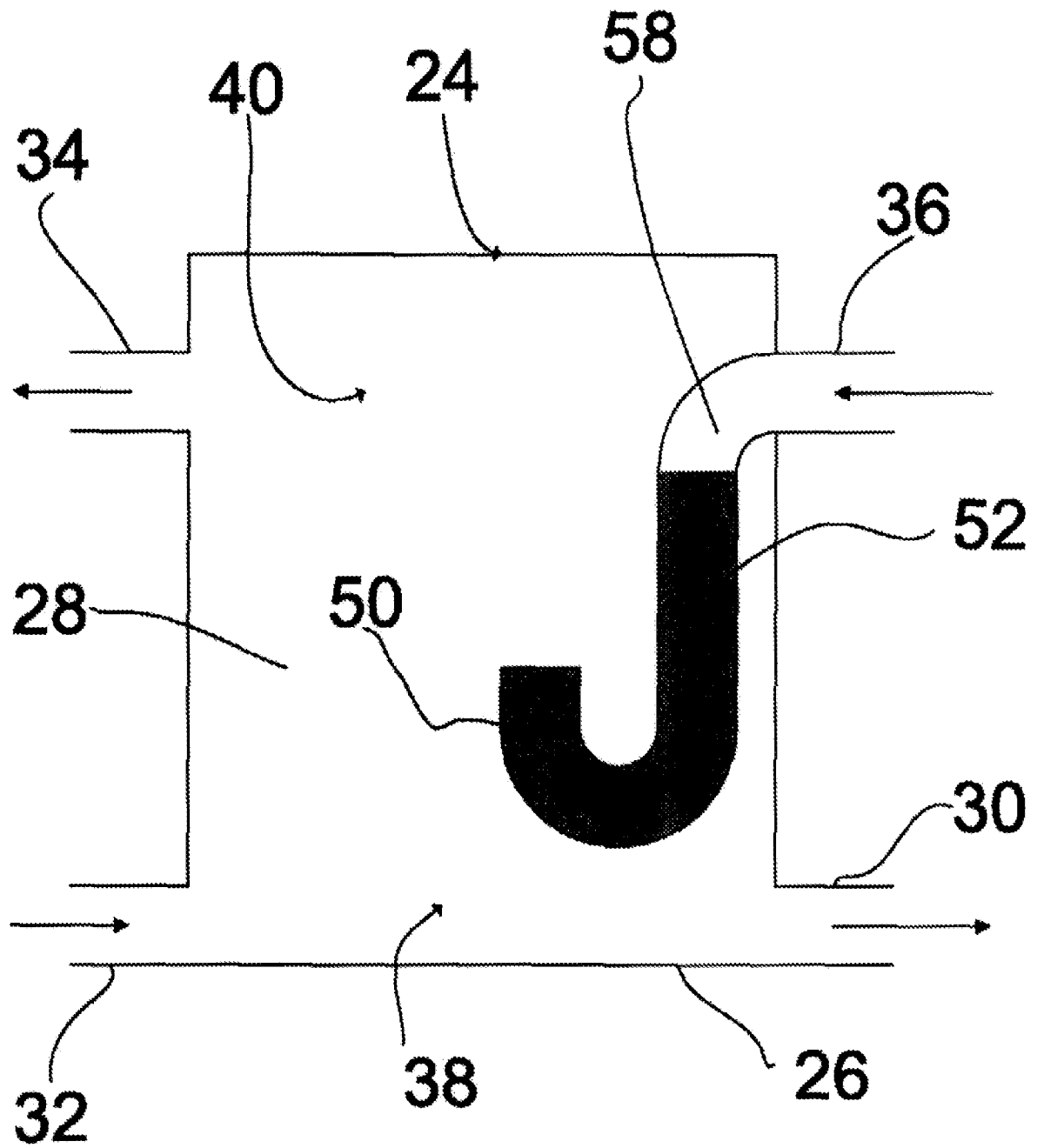


FIG. 2



ФІГ. 3

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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