

(19) C2 (11) 44364 (13) UA

(98) сектор ЗІС, вул. Горлівської дивізії, 10, Донецька обл., м. Горлівка, 84610

(85) null

(74) null

(45) [2002-02-15]

(43) null

(24) 2002-02-15

(22) 1999-06-08

(12) null

(21) 99063124

(46) 2002-02-15

(86)

(30)

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ТЕПЛО-, МАСООБМІННИХ І РЕАКЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

(56)

(71)

(72) UA Янковський Микола Андрійович UA Янковский Николай Андреевич UA Yankovskyi Mykola Andriiovych UA Перепада Микола Петрович UA Перепада Николай Петрович UA Perepadia Mykola Petrovych UA Мазниченко Сергій Васильович UA Мазниченко Сергей Васильевич UA Maznychenko Serhii Vasyliovych UA Туголуков Олександр Володимирович UA Туголуков Александр Владимирович UA Tuholukov Oleksandr Volodymyrovych UA Степанов Валерій Андрійович UA Степанов Валерий Андреевич UA Stepanov Valerii Andriiovych UA Подерягін Микола Васильович UA Подерягин Николай Васильевич UA Poderiahin Mykola Vasyliovych UA Шутенко Леонід Іванович UA Шутенко Леонид Иванович UA Shutenko Leonid Ivanovych UA Енін Леонід Федорович UA Энин Леонид Федорович UA Enin Leonid Fedorovych UA Белецька Світлана Юхимівна UA Белецкая Светлана Ефимовна UA Beletska Svitlana Yukhymivna

(73) UA ГОРЛІВСЬКЕ ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "КОНЦЕРН СТИРОЛ" UA ГОРЛОВСКОЕ ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "КОНЦЕРН СТИРОЛ" UA "STYROL CONCERN", HORLIVKA OPEN JOINT-STOCK COMPANY

Изобретение относится к устройствам для проведения тепло-, массообменных и реакционных процессов системы газ (пар)-жидкость, и может быть использован в химической, нефтехимической и смежных с ними отраслях промышленности. Для интенсификации процесса тепло-, массообмена, утилизации тепла отработанного пара низкого температурного потенциала после паровых турбин или тепловых электростанций, трубчатый вертикальный теплообменник устройства выполнен в виде труб нагрева, в середине которых концентрично размещена многокаскадная пленкообразующая насадка, которая представляет из себя центральные трубки меньшего диаметра с отверстиями, расположенными с шагом между рядами. Над отверстиями закреплены втулки, ступенчатые по внутреннему диаметру. В верхней части центральные трубки оснащены опорными центрирующими втулками, а в нижней –центрирующими ребрами, в верхней части нагревательных трубок сделаны вертикальные щели.

Винахід відноситься до пристроїв для проведення тепло-, масообмінних і реакційних процесів системі газ (пара) - рідина, і може бути використаний в хімічній, нафтохімічній і суміжних з ними галузях промисловості. Для інтенсифікації процесу тепло- і масообміну, утилізації тепла відпрацьованої пари низького температурного потенціалу після парових турбін або теплових електростанцій, трубчастий вертикальний теплообмінник пристрою виконаний у вигляді нагрівальних труб, всередині яких концентрично розташована багатокаскадна плівкоутворююча насадка, що являє собою центральні трубки меншого діаметра з отворами, які розташовані із кроком між рядами. Над отворами закріплені втулки, ступінчасті по внутрішньому діаметру. У верхній частині центральні трубки обладнані опорними центруючими втулками, а в нижній - центруючими ребрами, у верхній частині нагрівальних трубок виконані вертикальні щілині.

The invention relates to apparatuses for conducting heat, mass exchange and reaction processes in a gas (steam) – liquid system. It may be used in the chemical, petrochemical and related industries. For the purpose of intensification of the processes of heat and mass exchange and utilization of heat of the waste steam of low temperature potential withdrawn from steam turbines or heat power stations a tubular vertical heat exchanger of the apparatus is made as heating tubes in the middle of which a multistage film-forming nozzle is located concentrically. It consists of central tubes of smaller diameter with openings located with spacing between the rows. Step-like in inner diameter hubs are fixed above the openings. At the upper part the central tubes are provided with supporting centering hubs, at the lower part – with centering fins. Vertical slots are made in the upper part of the heating tubes.

1. Пристрій для проведення тепло-, масообмінних і реакційних процесів, який містить послідовно з'єднані між собою по лінії парогазової суміші збірник циркуляційної вихідної рідини, трубчастий вертикальний теплообмінник, сепаратор парорідинної фази, колектор вторинної (сокової) пари, циркуляційний насос, з'єднувальні трубопроводи і технологічні патрубки для підводу вихідної циркуляційної рідини, гріючого агента, створення вакууму, для відводу інертних газів, концентрованого розчину і конденсату, виводу вторинної (сокової) пари, який **відрізняється** тим, що трубчастий вертикальний теплообмінник виконаний у вигляді гріючих труб, всередині яких концентрично розташована багатокаскадна плівкоутворююча насадка, що являє собою центральні трубки меншого діаметра з отворами, які розташовані із кроком h між рядами, над отворами закріплені втулки, ступінчасті по внутрішньому діаметру, встановлені із зазором σ між внутрішньою поверхнею гріючої трубки і зовнішньою поверхнею втулки і з зазором σ_2 між внутрішньою поверхнею втулки і зовнішньою поверхнею центральної трубки, у верхній частині центральні трубки обладнані опорноцентруючими втулками, а в нижній - центруючими ребрами, у верхній частині гріючих трубок виконані вертикальні щілини.
2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що у верхній частині теплообмінника і нижній, між теплообмінником і збірником циркуляційної вихідної рідини, розташовані відповідно верхня і нижня сепараційні камери, з'єднані із сепаратором.
3. Пристрій за п. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що сепаратор розташований над теплообмінником, між верхньою сепараційною камерою і колектором вторинної (сокової) пари і має тангенціальний вхід із обох сепараційних камер.

Винахід відноситься до пристроїв для проведення тепло-, масообмінних і реакційних процесів в системі газ (пара) - рідина, при проведенні рідиннофазних екзо-, ендотермічних реакцій, зокрема для дистиляції і може бути використаний в хімічній, нафтохімічній і суміжних з ними галузях промисловості.

Відомо спосіб проведення тепло-, масообмінних і реакційних процесів і трубчастий плівковий апарат для його здійснення.

Спосіб полягає в подачі вихідного розчину у вигляді тонкої плівки на зовнішню поверхню контактних трубок теплообмінника, введенні у внутрішню порожнину контактних трубок гріючої пари і підтримання в апараті, в зоні контакту вихідного розчину з контактними трубками, вакууму визначеної величини. Апарат містить вертикальний трубчастий теплообмінник із трубними дошками для кріплення контактних трубок, збірники розчину, дистилляту і конденсату, патрубки, відповідно, введення і виведення теплоагента, введення вихідного розчину і дистилляту, введення гріючої пари, виведення конденсату і підключення вакууму.

[1. А.с. СРСР N 1703160, МКВ В 01 D 1/06, 1/22, опуб. 07.01.92 БВ N 1]. Спосіб за допомогою апарата здійснюють таким чином: у міжтрубний простір теплообмінника вводиться знизу вгору теплоагент, зверху вниз через патрубок у трубний простір подається гріюча пара, а вихідний розчин у вигляді тонкої плівки зверху вниз надходить на зовнішню поверхню контактних трубок через спеціальний плівкоутворювач. В апараті, в трубному просторі, між основними і контактними трубками, підтримується вакуум визначеної величини, при якому відбувається інтенсивне випарювання розчину з поверхні контактних труб. Утворені пари конденсуються на внутрішній поверхні теплообмінних трубок і у вигляді дистилляту стікають у нижню частину апарата і відводяться через вивідний патрубок. Упарений розчин стікає по зовнішній поверхні контактних трубок, збирається в збірнику і також через вивідний патрубок виводиться із апарата. Недоліками способу й апарата є низький коефіцієнт корисної дії через чуттєвість контактних трубок до відхилення їх від вертикального положення, тобто відрив плівки розчину від поверхні контактних трубок, а також зниження якості дистилляту в результаті попадання окремих бризок розчину з поверхні контактних трубок в процесі кипіння-випарювання.

Найбільш близьким за технічною сутністю та ефекту, що досягається є спосіб проведення тепло-, масообмінних і реакційних процесів, який полягає у взаємодії потоків гріючого агента і розчину, що подається зверху вниз у вигляді плівки і плівково-трубчастий апарат, який містить вертикальний трубчастий теплообмінник із плівкоутворюючою насадкою, сепаратор парорідинної фази, збірник циркуляційної води, колектор вторинної пари, циркуляційний насос, з'єднувальні трубопроводи і технологічні патрубки. Причому розчин, який упарюється, у плівкоутворюючу насадку подається під надмірним тиском.

Вихідна рідина примусово подається на плівкоутворюючу насадку, де формується і далі у вигляді рівномірної плівки стікає вниз по внутрішній поверхні порожнистих трубок плівкоутворювача і вертикальних трубок теплообмінника. Пари, які утворилися при випарюванні рідини, надходять у сепаратор і виводяться через паровий патрубок. [2. А.С. СРСР N 1621994, МКВ В 01 D 1/22, БВ N 3 1987г.)

Недоліками способу і плівково-трубчастого апарата є обмеженість по продуктивності внаслідок збільшення опору виходу парорідинної фази в сепаратор в районі плівкоутворюючої насадки в один бік - знизу вгору і, як наслідок, збільшення теплоенергетичних витрат. У процесі роботи не виключена можливість відриву плівки із внутрішньої поверхні труб.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення пристрою для проведення тепло-, масообмінних і реакційних процесів шляхом створення вакууму визначеної величини в між-трубному і трубному просторі теплообмінника, що забезпечує інтенсивне випарювання рідини з внутрішньої поверхні теплообмінних труб незалежно від їх довжини і навіть при деякому відхиленні теплообмінних труб від вертикального положення, спрямування утвореної парорідинної суміші до джерел вакуумування з обох кінців теплообмінних елементів, що збільшує час контактування, повзучої зверху вниз плівки з гріючою поверхнею трубок, інтенсифікує процес тепло- і масообміну, підвищує ефективність пристрою в цілому.

Поставлена задача досягається тим, що в пристрої для проведення тепло-, масообмінних і реакційних процесів взаємодію гріючого агента і рідини, що подається зверху вниз, здійснюють як під надмірним тиском, так і під вакуумом, утворену при цьому газорідинну суміш відбирають у двох напрямках і окремо подають у сепаратор, в якому гріючого агента використовують тепло низькопотенційної відпрацьованої пари після парових турбін крупнотонажних агрегатів виробництва аміаку, метанолу або теплових електростанцій, пристрій містить послідовно з'єднані між собою по лінії парогазової суміші збірник циркуляційної вихідної води, трубчастий вертикальний теплообмінник, сепаратор парорідинної фази, колектор вторинної (сокової) пари, циркуляційний насос, з'єднувальні трубопроводи і технологічні патрубки для підводу вихідної циркуляційної рідини, гріючого агента, створення вакууму, для відводу інертних газів, концентрованого розчину і конденсату, виводу вторинної (сокової) пари, згідно із запропонованою конструкцією, трубчастий вертикальний теплообмінник виконаний у вигляді гріючих труб, всередині яких концентричне розташована багатокаскадна плівкоутворююча насадка, що являє собою центральні трубки меншого діаметра з отворами, які розташовані із кроком h між рядами, над отворами закріплені втулки, ступінчаті по внутрішньому діаметру, встановлені із зазором σ_1 між внутрішньою поверхнею гріючої трубки і зовнішньою поверхнею втулки і з зазором σ_2 між внутрішньою поверхнею втулки і зовнішньою поверхнею центральної трубки, у верхній частині центральні трубки постачені опорно-центруючими втулками, а в нижній - центруючими ребрами, у верхній частині гріючих трубок виконані вертикальні щілини, у верхній частині теплообмінника і нижній, між теплообмінником і збірником циркуляційної вихідної, рідини, розташовані відповідно верхня і нижня сепараційні камери, з'єднані із сепаратором, який розташований над теплообмінником, між верхньою сепараційною камерою 1 колектором вторинної (сокової) пари і має тангенціальний вхід із обох сепараційних камер.

Використання тепла низькопотенційної відпрацьованої пари при створенні достатнього перепаду по вакууму, в трубному просторі більш глибокого, ніж в міжтрубному, дозволяє забезпечити інтенсивне випарювання рідини з внутрішньої поверхні теплообмінних труб і дає можливість значно підвищити коефіцієнт корисної дії пристрою, утилізувати тепло після парових турбін виробництва крупнотонажних агрегатів аміаку, метанолу або теплових електростанцій, що робить процес економічним, знижує енерговитрати на одиницю продукції.

Наявність багатокаскадної плівкоутворюючої насадки, що являє собою центральні трубки меншого діаметра, встановлені концентричне гріючим із зазором σ_1 , достатнім для установки плівкоутворювачів, виконаних у вигляді

ступінчатих по внутрішньому діаметру втулок, закріплених із кроком h на центральних трубках над отворами в них і з зазором $\sigma = 1 - 1,5$ мм між зовнішньою поверхнею втулок і внутрішньою поверхнею теплообмінних трубок і з зазором σ_2 , достатнім для проходу пари в центральні трубки через отвори в них, дає можливість не тільки сформувати рідинну плівку, але і відразу, починаючи від торця трубчастого теплообмінного елемента, рівномірно розподіляти її по всій поверхні теплообміну, що поліпшує ефективність тепло- і масообміну, підвищує продуктивність апарата по випареній волозі і підвищує якість готового продукту.

Розміщення багатокаскадної плівкоутворюючої насадки у випарному апараті із падаючою плівкою робить його нечуттєвим при наявності відхилення гріючих трубок від вертикального положення.

Установка зверху над теплообмінником і знизу, між теплообмінником і збірником циркуляційної рідини, попередніх сепараційних камер дозволяє відбирати вторинну (сокову) пару із центральних трубок у двох напрямках, що забезпечує попередню грубу сепарацію вторинної пари від бризок і значно (в 2 рази) знизити опір руху пари в цих трубках і як наслідок підвищити продуктивність установки в цілому.

Наявність збірника циркуляційної рідини і його розміщення внизу пристрою у сукупності із насосом дозволяє створювати максимальне навантаження незалежно від температури приходящої підживильної рідини.

Сутність винаходу пояснюється кресленнями, де:

на фіг. 1 - подано пристрій для здійснення способу проведення тепло-, масообмінних і реакційних процесів,

на фіг. 2 - вертикальний розріз А-А пристрою на фіг. 1,

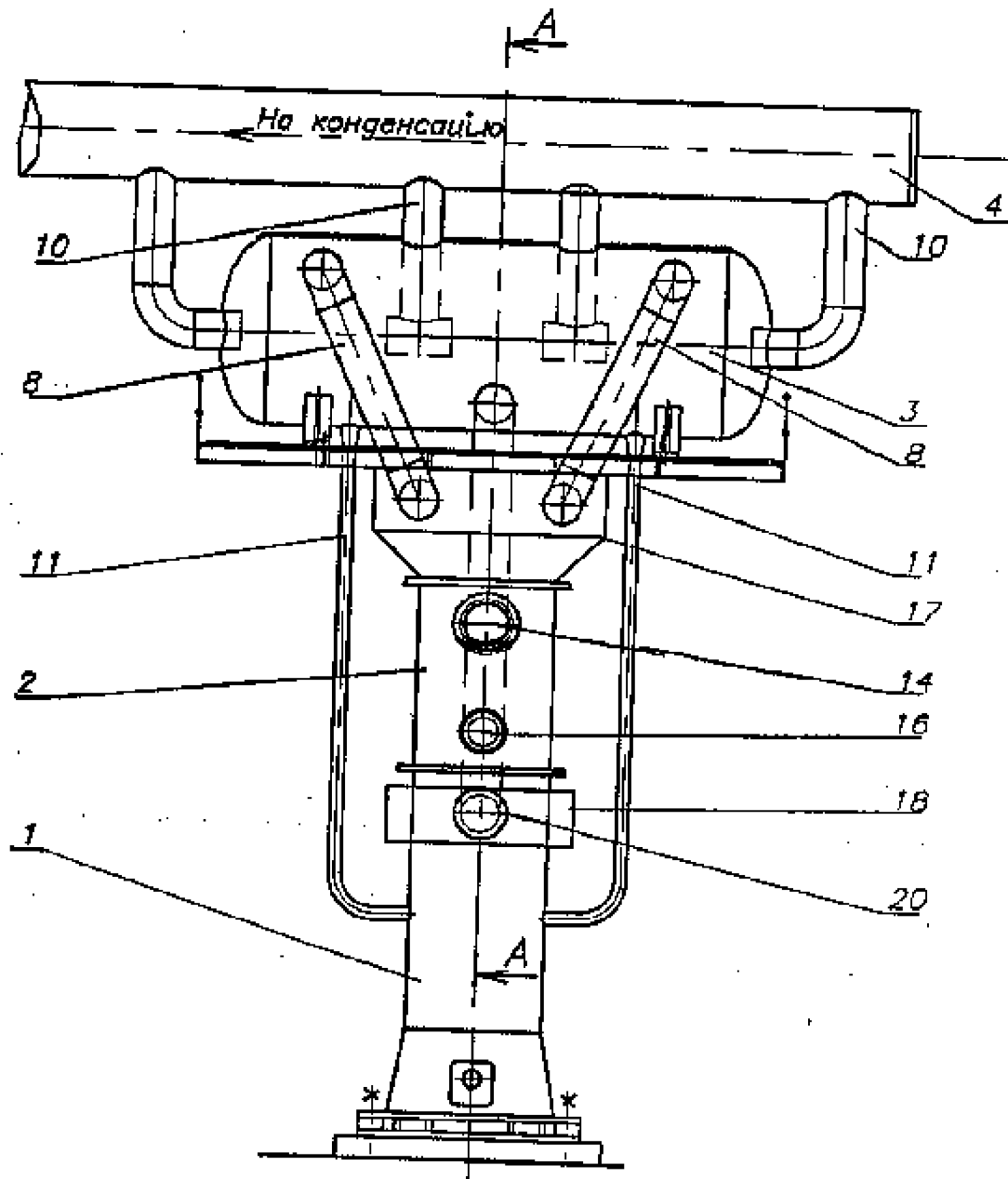
на фіг. 3 - вузол 1 по трубках на фіг. 2.

Пристрій для проведення тепло-, масообмінних і реакційних процесів містить збірник 1 циркуляційної вихідної упарюваної рідини, вертикальний трубчастий теплообмінник 2, горизонтальний центробіжний сепаратор 3 парорідинної фази, колектор 4 вторинної (сокової) пари, циркуляційний насос 5, з'єднувальні трубопроводи 6, 7, 8, 9, 10, 11, технологічні патрубки для підводу рідини, що упарюється: циркуляційної - 12, свіжої вихідної - 13, гріючої пари 16, у верхній частині теплообмінника 2 установлена попередня сепараційна камера 17, а в нижній, між теплообмінником 2 і збірником 1, зовні обечайки збірника, друга попередня сепараційна камера 18, яка сполучається із внутрішнім простором збірника 1 отворами 19, камера 18 постачена люком 20. Збірник 1 постачений рівнеміром 21. На з'єднувальному трубопроводі 6 між збірником 1 і циркуляційним насосом 5 установлений запірний клапан 22. На з'єднувальному трубопроводі 7 установлений запірний клапан 23 і трубопровід 24 із регулюючим клапаном 25 для виводу концентрованого розчину. Вертикальний трубчастий теплообмінник 2 із словзаючою зверху вниз плівкою містить гріючі трубки 26, всередині яких концентрично змонтована багатокаскадна плівкоутворююча насадка, яка містить трубки 27 меншого діаметра з отворами 28 і кроком 300-600 мм між рядами по висоті, на яких над рядами отворів закріплені втулки 29, ступінчаті по внутрішньому діаметру та встановлені із зазором ($\sigma = 1 - 1,5$ мм між внутрішньою поверхнею трубки 26 і зовнішньою поверхнею втулки 29 і з зазором σ_2 між внутрішньою поверхнею втулки 29 і зовнішньою поверхнею трубки 27, достатнім для вільного проходу вторинної пари, причому між трубками 27 і трубками 26 повинен бути забезпечений зазор σ_1 , достатній для розміщення ступінчатої втулки 29. Трубки 27, у верхній частині, постачені опорно-центруючими втулками 30 і в нижній частині центруючими ребрами 31, а гріючі трубки 26 у верхній частині - вертикальними щілинами 32 для проходу рідини, яка випарюється, усередину. Верхня і нижня сепараційні камери 17, 18 за допомогою трубопроводів 8, 9 з'єднані із сепаратором 3, причому вхід у сепаратор виконаний тангенціальним, в нижній частині сепаратор за допомогою дренажних трубопроводів 11 з'єднаний із збірником 1 для вилучення із сепаратора бризок, які уносяться із вторинною парою і з'єднаний із збірним колектором 4 вторинної пари з'єднувальними трубопроводами 10. Відбір пари відбувається по осі сепаратора 3. Сепаратор 3 установлений на обслуговуючому майданчику 33, що спирається на попередню сепараційну камеру 17.

Спосіб проведення тепло-, масообмінних і реакційних процесів за допомогою пристрою здійснюють таким чином:

Спочатку, до заповнення циркуляційного збірника 1 вихідним розчином, що випарюється, наприклад, водою, через патрубок 14 в між трубний простір вертикального трубчастого теплообмінника 2 подається гріючий агент (пара) і включається в роботу (при використанні тепла низькопотенціальної відпрацьованої пари після парових турбін різного призначення система ступінчатого роздільного вакуумування через патрубок 15 по гріючій парі і через збірний колектор 4 більш глибокий по вторинній (соковій) парі, потім включається в роботу циркуляційний насос 5, який подає розчин (наприклад, воду), який упарюється, через щілини 32 всередину трубок 26 і при досягненні температури циркуляційного розчину (води) нижче температури кипіння при заданих умовах по вакууму на 5 - 10°C, починається процес інтенсивного пароутворення (випарування) циркуляційної рідини на внутрішній поверхні гріючих трубок 26, звідки вторинна (сокова) пара через отвори 28 надходить всередину трубок 27 і далі рухається в двох напрямках вгору і вниз через сепараційні камери 17 і 18 по трубопроводах 8 і 9 в центробіжний сепаратор 3, відокремлюється від бризок і через трубопроводи 10 надходить у збірний колектор 4 і далі на конденсацію або для інших цілей. Одночасно при досягненні заданої температури циркуляційного розчину (води) включається в роботу регулюючий клапан 25 для виводу із системи концентрованого розчину, підтримання рівня в збірнику 1. Через штуцер 13 відбувається підживлення свіжим розчином (водою), що упарюється.

Таким чином пропонується спосіб проведення тепло-, масообмінних і реакційних процесів і пристрій для його здійснення дозволяють утилізувати тепло відпрацьованої пари низького температурного потенціалу після парових турбін виробництва крупнотонажних агрегатів аміаку, метанолу або теплових електростанцій, знизити енерговитрати на одиницю продукції, інтенсифікувати процес тепло- і масообміну, значно (в 2 рази) знизити опір руху пари в трубчастих елементах теплообмінника і, як наслідок, підвищити продуктивність установки в цілому.



Фиг. 1

A - A

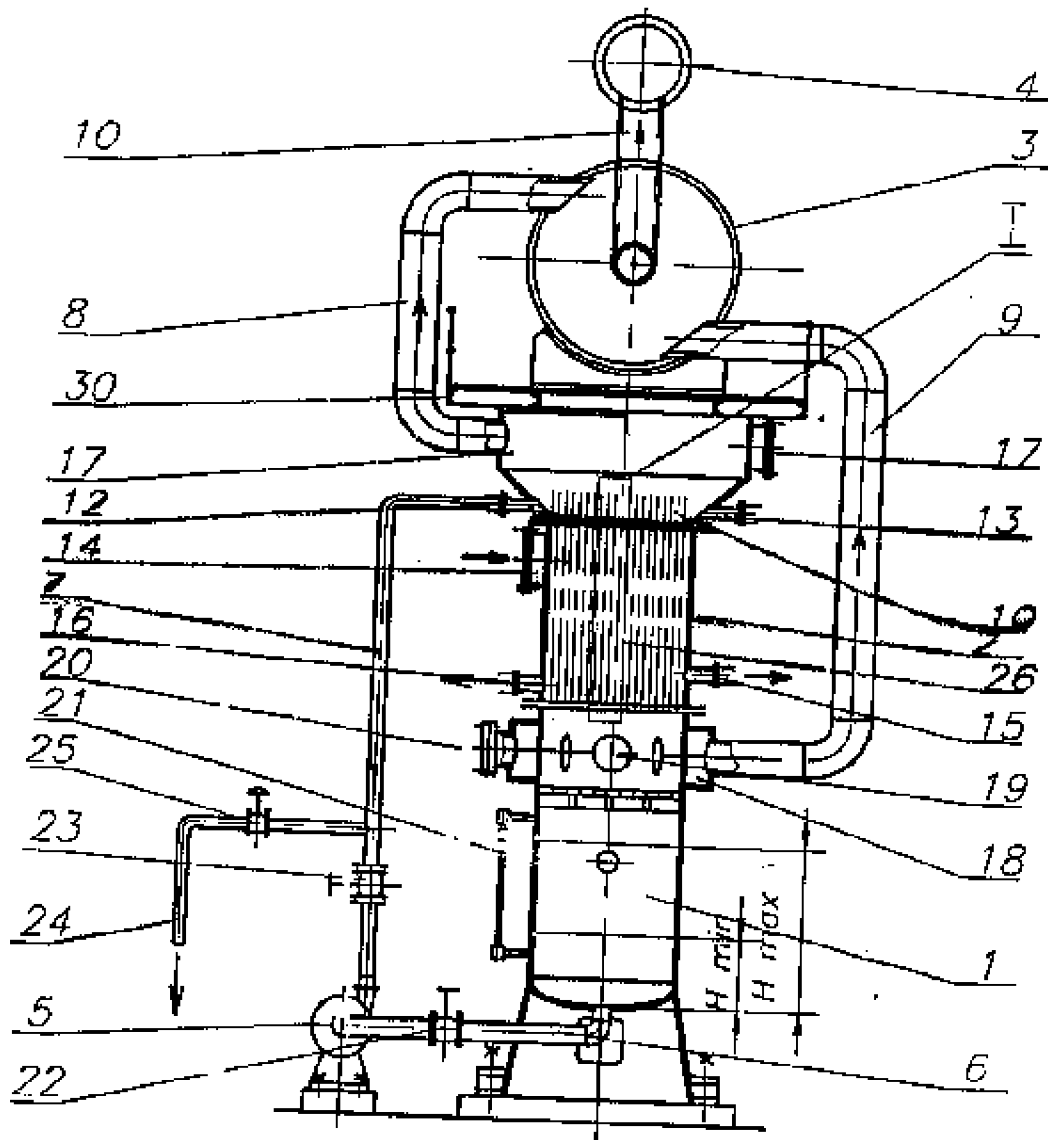


Fig. 2

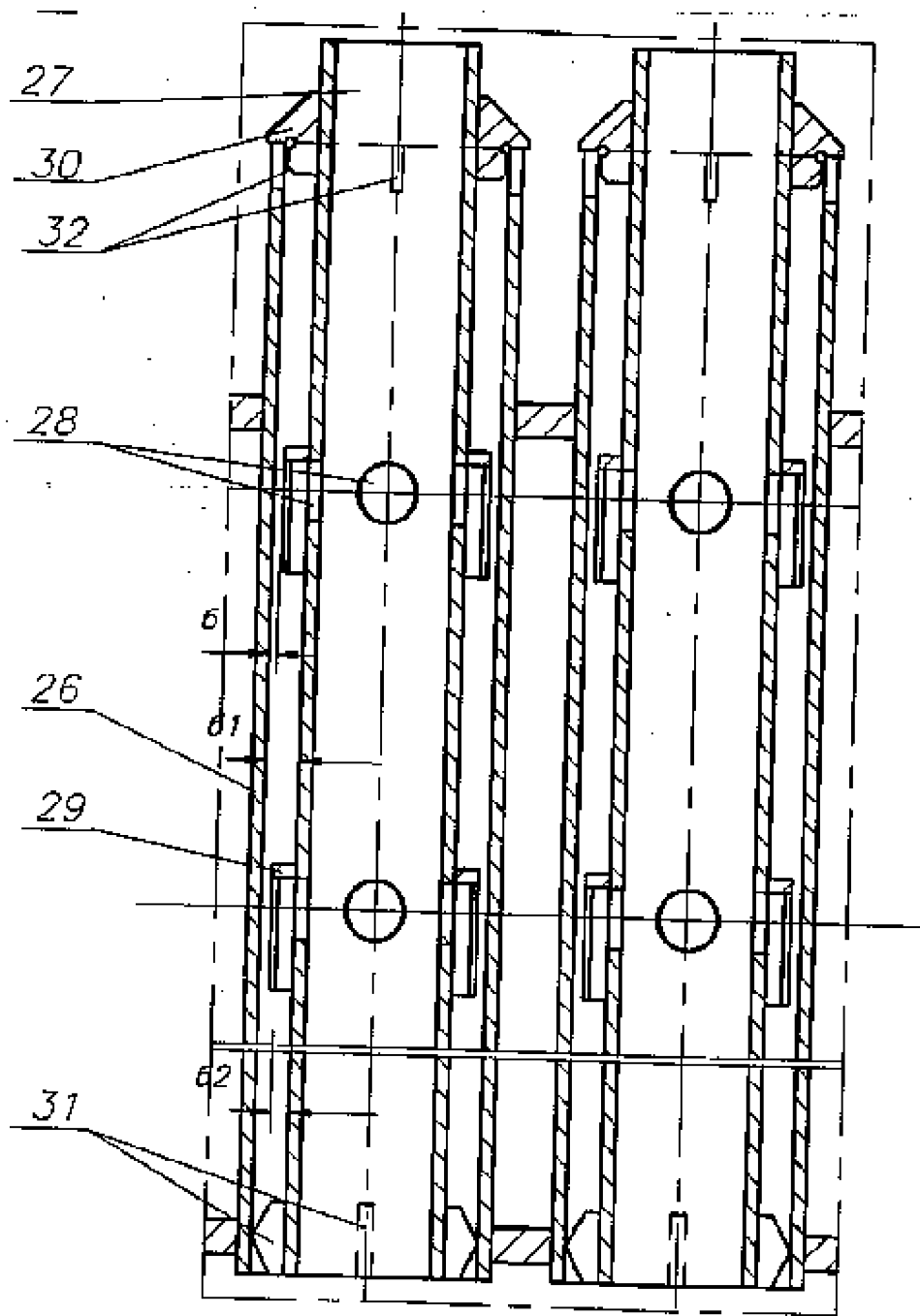


Fig. 3