



УКРАЇНА

(19) UA (11) 42888 (13) C2

(51) 7 F22B1/18

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

### (54) ПАРОГЕНЕРАТОР, ЯКИЙ ПРАЦЮЄ НА ВІДХІДНОМУ ТЕПЛІ

(21) 99127211

(22) 17.06.1998

(24) 15.11.2001

(31) 19727721.7

(32) 30.06.1997

(33) DE

(86) PCT/DE98/01663, 17.06.1998

(46) 15.11.2001, Бюл. № 10, 2001 р.

(72) Брюккнер Херманн, DE, Шварцотт Вернер, DE, Штіршторфер Хельмут, DE

(73) СІМЕНС АКЦІЕНГЕЗЕЛЛЬШАФТ, DE

(56) EP № 0595009 B1

(57) 1. Парогенератор, що працює на відхідному теплі, зокрема, для газо- і паротурбінної установки з великою кількістю поверхонь нагрівання, що обігріваються за допомогою димового газу (RG) і направляють середовище, що підлягає нагріванню, причому розташований після випарника на стороні димового газу підігрівник і розташований перед випарником на стороні димового газу перегрівник включені на стороні середовища у протитечії до димового газу, який **відрізняється** тим, що включений на стороні середовища у протитечії до димового газу випарник на стороні входу з'єднаний із підігрівником через вхідний розподільник, до якого підключена кожна випарна труба через дросель, і що до випарника підключений колектор, що зрівнює тиск, у вигляді труби, що зрівнює.

2. Парогенератор, що працює на відхідному теплі, за пунктом 1, який **відрізняється** тим, що труба, що зрівнює, з'єднана зі свердленим отвором кожної випарної труби.

3. Парогенератор, що працює на відхідному теплі, за пунктом 1 або 2, який **відрізняється** тим, що колектор, що зрівнює тиск, підключений до випарника в області вигину випарника.

4. Парогенератор, що працює на відхідному теплі, за будь-яким з пунктів 1-3, який **відрізняється** тим, що випарник складений із декількох включених одна за одною на стороні середовища частин випарника.

5. Парогенератор, що працює на відхідному теплі, за пунктом 4, який **відрізняється** тим, що на стороні середовища перша частина випарника виконана з випарних труб із внутрішнім діаметром, меншим у порівнянні з внутрішнім діаметром включених після неї випарних труб другої частини випарника.

6. Парогенератор, що працює на відхідному теплі, за пунктом 5, який **відрізняється** тим, що випарні труби частин випарника з'єднані одна з одною безпосередньо через виконану конічною сполучну деталь.

7. Парогенератор, що працює на відхідному теплі, за будь-яким з пунктів 1-6, який **відрізняється** тим, що випарник на стороні виходу з'єднаний із перегрівником через пусковий балон.

8. Парогенератор, що працює на відхідному теплі, за пунктом 7, який **відрізняється** тим, що пусковий балон з'єднаний із підігрівником на стороні води через циркуляційний насос із включеним після нього управляючим клапаном.

9. Парогенератор, що працює на відхідному теплі, за пунктом 7 або 8, який **відрізняється** тим, що пусковий балон на стороні води через циркуляційний насос із включеним після нього управляючим клапаном з'єднаний із випарником.

10. Парогенератор, що працює на відхідному теплі, за пунктом 8 або 9, який **відрізняється** тим, що після циркуляційного насоса включена дросельна заслінка.

11. Парогенератор, що працює на відхідному теплі, за будь-яким з пунктів 7-10, який **відрізняється** тим, що до пускового балона на стороні води підключена відвідна лінія із управляючим клапаном.

12. Парогенератор, що працює на відхідному теплі, за будь-яким з пунктів 1-11, який **відрізняється** тим, що підігрівник на стороні входу з'єднаний із лінією живильної води, в яку включений управляючий клапан.

13. Парогенератор, що працює на відхідному теплі, за будь-яким з пунктів 1-12, який **відрізняється** тим, що перегрівник містить вхідний розподільник і вихідний колектор, до якого підключений головний паропровід.

14. Парогенератор, що працює на відхідному теплі, за будь-яким з пунктів 1-13, який **відрізняється** тим, що перегрівник містить дві включені одна за одною на стороні середовища часткові поверхні нагрівання.

15. Парогенератор, що працює на відхідному теплі, за будь-яким з пунктів 1-14, який **відрізняється** тим, що він виконаний у вигляді прямооточного парогенератора, працюючого на відхідному теплі.

(19) UA (11) 42888 (13) C2

Винахід стосується парогенератора, який працює на відхідному теплі, зокрема, для газо- і паротурбінної установки з великою кількістю поверхонь нагрівання, що обігріваються за допомогою димового газу і направляють підлягаюче нагріванню середовище.

Відомий прямоточний парогенератор, що працює на відхідному теплі, зокрема, для газо- і паротурбінної установки з великою кількістю поверхонь нагрівання, що обігріваються за допомогою димового газу (RG) і направляють підлягаюче нагріванню середовище, причому розташований після випарника на стороні димового газу підігрівник і розташований перед випарником на стороні димового газу перегрівник включені на стороні середовища у протитечії до димового газу (див. опис до патента EP 0595009 B1). У з'єднанні з газовою турбіною в так називаний комбінований газо- і паротурбінній установці подібний прямоточний парогенератор, однак, звичайно не використовують в якості парогенератора, що працює тільки на відхідному теплі. Більш того відхідний із газової турбіни газ, що містить кисень, служить тільки в якості необхідного для горіння повітря для топкової установки цього парогенератора, що працює на копалинному паливі.

Вказаний вище парогенератор за сукупністю суттєвих ознак є найближчим аналогом.

Недоліком в подібному прямоточному парогенераторі є високі витрати на його включення і техніку регулювання, а також його високі пускові втрати за рахунок так називаного викиду води. Останній виникає, коли починається випар у випарнику і пар виштовхує наявну донизу за течією кількість води (водяної краплі). Додаткові компоненти відділення і контролю, передбачені для усунення викиданих цим пускових утрат, підвищують додатково технічні витрати і тим самим капіталовкладення, які сильно збільшуються з бажаною реалізацією більш високих і максимальних тисків пару. Інший істотний недолік прямоточного парогенератора, що працює на копалинному паливі, у порівнянні з парогенератором, що працює тільки на відхідному теплі, перебуває в порівняно нерівномірному узгодженні температурної характеристики середовища (крива вода/вода-пар), що нагрівається, із температурною характеристикою середовища (крива димового газу), що гріє.

В основі винаходу покладена задача створити такий парогенератор, який працює на відхідному теплі, зокрема, для газо- і паротурбінної установки, із яким при одночасно стабільному гідродинамічному режимі роботи у всіх областях навантаження, зокрема, також в області часткового навантаження є реалізованим критичний або надкритичний тиск пару.

Задача, яка покладена до основи досягається завдяки тому, що у парогенератора, що працює на відхідному теплі, зокрема, для газо- і паротурбінної установки з великою кількістю поверхонь нагрівання, що обігріваються за допомогою димового газу (RG) і направляють підлягаюче нагріванню середовище, причому розташований після випарника на стороні димового газу підігрівник і розташований перед випарником на стороні димового газу перегрівник включені на стороні середовища у

протитечії до димового газу, стосовно винаходу включений на стороні середовища у протитечії до димового газу випарник на стороні входу з'єднаний із підігрівником через вхідний розподільник, до якого підключена кожна випарна труба через дросель, і що до випарника підключений колектор, що зрівнює тиск, у вигляді труби, що зрівнює.

Крім того, стосовно винаходу у парогенератора, що працює на відхідному теплі, труба, що зрівнює, з'єднана зі свердленим отвором кожної випарної труби.

Крім того, стосовно винаходу у парогенератора колектор, що зрівнює тиск, підключений до випарника в області вигину випарника.

Крім того, стосовно винаходу у парогенератора випарник складений із декількох включених одна за одною на стороні середовища частин випарника.

Крім того, стосовно винаходу на стороні середовища перша частина випарника виконана з випарних труб із внутрішнім діаметром, меншим у порівнянні з внутрішнім діаметром включених після неї випарних труб другої частини випарника.

Крім того, стосовно винаходу випарні труби частин випарника з'єднані одна з одною безпосередньо через виконану конічною сполучну деталь.

Крім того, стосовно винаходу випарник на стороні виходу з'єднаний із перегрівником через пусковий балон.

Крім того, стосовно винаходу пусковий балон з'єднаний із підігрівником на стороні води через циркуляційний насос із включенням після нього управляючим клапаном.

Крім того, стосовно винаходу пусковий балон на стороні води через циркуляційний насос із включенням після нього управляючим клапаном з'єднаний із випарником.

Крім того, стосовно винаходу після циркуляційного насоса включена дросельна заслінка.

Крім того, стосовно винаходу до пускового балона на стороні води підключена відвідна лінія із управляючим клапаном.

Крім того, стосовно винаходу підігрівник на стороні входу з'єднаний із лінією живильної води, в якій включений управляючий клапан.

Крім того, стосовно винаходу перегрівник містить вхідний розподільник і вихідний колектор, до якого підключений головний паропровід.

Крім того, стосовно винаходу перегрівник містить дві включені одна за одною на стороні середовища часткових поверхонь нагрівання.

Крім того, стосовно винаходу парогенератор виконаний у вигляді прямоточного парогенератора, працюючого на відхідному теплі.

Таким чином, передбачений парогенератор, що працює на відхідному теплі за принципом примусової циркуляції, випарник якого, який не має барабана, включений на стороні середовища у протитечії до напрямку потоку димового газу.

Випарник на стороні входу з'єднаний із підігрівником через вхідний розподільник, який ідентичний із вихідним колектором підігрівника. Для досягнення особливо стабільного режиму роботи випарника він постачений на стороні входу дросельним пристроєм, причому доцільно у вхід кожної окремої випарної труби включений дросель. За раху-

нок цього досягається підвищена втрата тиску в особливо великій області навантаження у випарнику. Це забезпечує рівномірне протікання через випарні труби.

Крім того, замість звичайно використовуваного колектора і розподільника між ділянками випарника або частинами випарника передбачений тільки один колектор, що зрівнює тиск. Він підрозділяє на напірній стороні весь випарник як би на дві ділянки, тому що на кінцях цих ділянок випарника мають місце однакові тиски. Це підвищує стабільність протікання при запобіганні подальшого збільшення втрат тиску. Доцільно цей колектор, що зрівнює тиск, містить тільки відносно тонку трубу для з'єднання свердленого отвору кожної випарної труби. Ця сполучна труба з порівняно малими розмірами робить тільки незначний вплив на течію всередині випарника і тому не є проблематичною в зв'язку з поділом по випарних трубах середовища, яке підлягає нагріванню і яке встановлюється у випарнику двофазної суміші.

Доцільним також є те, що підключений після випарника на стороні димового газу підігрівник і підключений перед випарником на стороні димового газу перегрівник на стороні середовища виконані за схемою протитечії.

Подібний прямоточний парогенератор або парогенератор із примусовою циркуляцією, що працює на відхідному теплі, уможливує реалізацію високих параметрів пару аж до надкритичних значень, тому що він не підлягає ніякому обмеженню тиску. Крім того, можуть бути реалізовані малі часи пуску і високі швидкості зміни навантаження за рахунок виключення використання товстостінних барабанів. Це у свою чергу сприяє особливо вигідному режиму роботи установки. Далі досягається особливо висока експлуатаційна гнучкість, тому що, з одного боку, є можливою установка температури свіжого пару винятково за допомогою витрати середовища, і тому що, з іншого боку, перемінна витрата середовища є регульованою щонайменше всередині визначених границь.

Для реалізації принципу прямотечійності випарник на стороні входу з'єднаний без проміжного включення пароводяного розділювального барабана як би безпосередньо з виходом підігрівника. При цьому передбачене на стороні середовища включення випарника в протитечії до димового газу приводить кращим способом до рівномірних температурних зазорів між кривою димового газу і кривою вода/водяний пар так, що в цілому потрібна поверхня нагрівання відносно малого розміру. Крім того це включення в протитечії має перевагою особливо малий викид води при пуску парогенератора, що працює на відхідному теплі, тому що на стороні димового газу гаряча сторона із підним нагадування утворенням пухирців пару лежать лише на кінці випарника на стороні води. У результаті короткого шляху, що є в розпорядженні для утворених пухирців пару, вони витискають із випарника тільки малу кількість води.

Відносно теплотехнічного виконання випарника він доцільно розділений на дві окремі поверхні нагрівання, тобто на дві частини випарника. При цьому перша частина випарника не містить на стороні середовища ніякого вихідного колектора. Точно так включена після нього друга частина ви-

парника не містить на стороні середовища ніякого вхідного колектора. При цьому кількість рівнобіжних труб обох окремих поверхонь нагрівання або частин випарника є однаковою. Крім того, перша частина випарника виконана доцільно з труб із порівняно меншим у порівнянні з другою частиною випарника внутрішнім діаметром. За рахунок цієї конструкції випарника через економію колекторів досягається економія витрат. Якщо втрата тиску лежить переважно на початку течії і швидкість течії вздовж усього випарника утримується в кращому діапазоні, то досягається стабільна течія. За рахунок цього досягається особливо хороший тепловий перехід від димового газу на середовище з низькою ерозією, що тече через випарник. Крім того, утримуються малими можливі різниці температури між рівнобіжними трубами внаслідок рівномірного обтікання на стороні водяного пару.

Для запобігання того, щоб витиснута при пуску вода потрапляла в перегрівник, перед ним включений пусковий балон, підключений після випарника. При цьому випарник і перегрівник з'єднані на стороні пару з головним кінцем пускового балона. Підігрівник і випарник з'єднані на стороні входу з донним підключенням на стороні води пускового балона. Часткові потоки, що транспортуються у випарник і перегрівник, є встановлюваними за допомогою регулюючих органів. Підведена до підігрівника живильна вода може тим самим бути доповнена цим частковим потоком із пускового балона або бути заміненою їм щонайменше частково. Також вода з пускового балона, яка не потребується для роботи прямоточного парогенератора, який працює на відхідному теплі, може відводитися з управлінням. Для цього на стороні води на донному кінці пускового балона передбачена відвідна лінія.

Підведений до перегрівника через пусковий балон і через вхідний розподільник пар відводять із нього в якості перегрітого пару (потік головного пару) через вихідний колектор. При цьому перегрівник виконаний кращим способом із двох окремих поверхонь нагрівання, які на стороні середовища включені одна після одної, а при вертикальній конструкції прямоточного парогенератора, що працює на відхідному теплі, розташовані одна над іншою на стороні димового газу так, що відбувається двоступінчасте перегрівання пару.

Переваги, що досягаються винаходом, складаються, зокрема, з того, що за рахунок виконання випарника парогенератора, що працює на відхідному теплі, у вигляді випарника з примусовою циркуляцією за схемою протитечії в широкому діапазоні навантаження досягається особливо стабільний режим роботи. За рахунок цього випарник, що не має барабана, при одночасно малій втраті тиску на стороні води і пару може бути виконаний настільки великої площі, що в усіх режимах роботи він діє по прямоточному принципу в якості часткового економайзера й в якості випарника, а також в якості часткового перегрівника. Тому на виході підігрівника або поверхні нагрівання економайзера живильна вода є переохолодженою в будь-якій робочій точці так, що випар в економайзері надійно уникається. Тому що підігрів до температури кипіння відбувається в самому випарнику, що діє в якості часткового економайзера, так називана "то-

чка наближення" є завжди такою, що дорівнює нулю. Звідси результується мала в порівнянні з барабанним котлом поверхня нагрівання випарника.

Можливим є також нейтральний хімічний режим роботи, за рахунок чого зменшується витрата хімікалій. Внаслідок нейтрального хімічного режиму роботи до того ж не потрібна продувка по шлангу під час експлуатації. За рахунок виключення застосування барабанів для поділу води і пару і необхідних при цьому сполучних трубопроводів, а також за рахунок можливості зменшення габаритів котлів або парогенераторів досягається значне зменшення витрат. Всередині газо- і паротурбінної установки, зокрема, також в областях із низьким частковим навантаженням газової турбіни забезпечений стабільний характер роботи в прямоточному режимі.

У подальшому за допомогою креслень описуються приклади виконання винаходу, де:

фіг. 1 - прямоточний парогенератор, що працює на відхідному теплі, поверхні нагрівання якого включені в пароводяний контур, схематично у вирізі, і

фіг. 2 - виконаний із двох окремих поверхонь нагрівання випарник парогенератора, що працює на відхідному теплі, згідно з фіг. 1.

Однакові деталі на обох фігурах поставлені однаковими посиальними позиціями.

Поданий прямоточний парогенератор 1, що працює на відхідному теплі, вертикальної конструкції є, наприклад, частиною газо- і паротурбінної установки й обтікається на первинній стороні гарячим димовим газом RG із газової турбіни. Охолоджений димовий газ RG покидає парогенератор 1, що працює на відхідному теплі, у напрямку димової труби, не поданої на кресленні. Парогенератор 1, що працює на відхідному теплі, містить в якості поверхонь нагрівання підігрівник або економайзер 2 і випарник 3, а також перегрівник 4 одного ступеню тиску. Представлене розташування поверхонь нагрівання використовується як у частині високого тиску, так і в частині середнього тиску прямоточного парогенератора 1, що працює на відхідному теплі.

Підігрівник 2 містить на стороні входу загальний для всіх підігрівальних труб вхідний розподільник 5, у який включена лінія живильної води 6 із управляючим клапаном 1, що приводиться у дію двигуном. На стороні виходу труби підігрівника 2 входять у загальний вихідний колектор 8, який одночасно є вхідним розподільником включеного після підігрівника 2 на стороні середовища випарника 3. Для досягнення стабільного режиму роботи випарника 3 перед ним розташований дросельний пристрій. Для цього у вхід кожної рівнобіжної труби випарника 3 включений дросель 9, за рахунок чого досягається підвищена втрата тиску в широкому діапазоні навантаження у випарнику 3. В області вигину 10 випарника 3 передбачений колектор 11, що вирівнює тиск, у формі відносно тонкої труби для з'єднання зі свердленим отвором 12 кожної рівнобіжної труби випарника 3. На стороні виходу рівнобіжні труби випарника 3 входять у вихідний колектор 13, який через паропровід 14 підключений до пускового балона 15. Підключення паропроводу 14 передбачено на стороні пару на головному кінці 15а пускового балона, на якому під-

ключений інший паропровід 16. Паропровід 16 входить у вхідний розподільник 17 перегрівника 4. Виконаний із першої часткової або окремої поверхні нагрівання 4а і з підключеної після неї на стороні середовища і перед ній на стороні димового газу другої часткової поверхні нагрівання 4b перегрівник 4 містить на стороні виходу вихідний колектор 18, до якого підключений головний паропровід 19.

Пусковий балон 15 містить на своєму донному кінці 15b на стороні води відвідну лінію 20 із управляючим клапаном 21, що приводиться у дію двигуном.

Відгалуження 22 цієї відвідної лінії 20, у яке включений циркуляційний насос 23, веде через управляючу або дросельну заслінку 24 і управляючий клапан 26, що приводиться в дію двигуном, включений у першу лінію часткового потоку 25, до лінії живильної води 6. Друга лінія часткового потоку 27 відгалуження 22 веде через управляючий клапан 28, що приводиться у дію двигуном, до вхідного розподільника або, відповідно вихідного колектора 8. Поверхні нагрівання 2, 3 і 4 прямоточного парогенератора 1, що працює на відхідному теплі, включені через лінію живильної води 6 і головний паропровід 19 не поданим більш докладно способом у пароводяний контур парової турбіни газо- і паротурбінної установки.

Фіг. 2 показує кращу форму виконання випарника 3 із двома окремими поверхнями нагрівання. Вони реалізовані першою частиною випарника 3а і включеної після неї на стороні середовища і перед нею на стороні димового газу другою частиною випарника 3b. Вхідний розподільник 8 підключений до впускного отвору 29 першої частини випарника 3а. Обидві частини випарника 3а і 3b складаються відповідно з однакової кількості рівнобіжних труб, із який відповідно видно тільки одну рівнобіжну або випарну трубу 30а або, відповідно, 30b. Колектор 11, що вирівнює тиск, підключений до першої частини випарника 3а, причому значним є тільки один свердлений отвір 12.

Обидві частини випарника 3а і 3b з'єднані одна з одною безпосередньо, тобто без проміжного включення вихідного колектора або вхідного розподільника. При цьому рівнобіжні труби 30а першої частини випарника 3а мають внутрішній діаметр  $d_1$ , який є меншим в порівнянні з внутрішнім діаметром  $d_2$  рівнобіжних труб 30b другої частини випарника 3b ( $d_1 < d_2$ ). З'єднання окремих рівнобіжних труб 30а і 30b частин випарника 3а або, відповідно, 3b реалізовано через відповідно кінчно виконану проміжну деталь. Ця проміжна або сполучна деталь 31 для реалізації розширення діаметра виконана кінчною, переважно, у формі усіченого конуса. На стороні виходу рівнобіжні труби 30b другої частини випарника 3b підключені до вихідного колектора 13.

При роботі прямоточного парогенератора 1, що працює на відхідному теплі, конденсована вода, так називана живильна вода SW, тече з підключеного після (не показаної) парової турбіни (не показаного) конденсатора через лінію живильної води 6 і через підігрівник 2 у вихідний колектор або вхідний розподільник 8. Звідти підігріта живильна вода SW тече через дроселі 9 в окремі випарні труби 30а першої частини випарника 3а випарни-

ка 3. При цьому з'єднання між підігрівником 2 і випарником 3 при одночасно особливо малій загальній поверхні нагрівання випарника 3 є особливо коротким і нескладним.

Дроселі 9 забезпечують практично у всьому діапазоні навантаження парогенератора 1, що працює на відхідному теплі, підвищену втрату тиску у випарнику 3. Випарник 3, тобто як його перша частина випарника 3а з випарними трубами 30а, так також і його підключена після неї друга частина випарника 3b із випарними трубами 30b обтікається на стороні середовища або на стороні води в протитечії до напрямку течії димового газу RG. При цьому досягається стабільне і рівномірне протікання підігрітої живильної води SW через випарні труби 30а, 30b, причому у випарних трубах 30а, 30b установлюється відповідному тиску текучого середовища температура кипіння.

Одержаний у випарнику 3 пар D на виході випарника 3, тобто у вихідному колекторі 13 і в підключеному до нього паропроводі 14, внаслідок циркуляції або примусової циркуляції при відповідній витраті в кожній робочій точці є злегка перегрітим. У такий спосіб у включений далі перегрівник 4 не можуть потрапляти ніякі краплі води. За рахунок цього надійно виключаються uszkodження на поверхнях нагрівання перегрівника 4 внаслідок неприпустимих температурних градієнтів. Внаслідок такого розрахунку і виконання випарника 3 він може експлуатуватися в широкому діапазоні навантаження з змінною точкою кипіння. Зроблений у випарнику 3 пар D може бути таким способом направлений безпосередньо в перегрівник 4, причому пусковий балон 15 вступає в роботу винятково при пуску прямооточного парогенератора 1, що працює на відхідному теплі.

Тому що при запуску викид води з випарника 3 є особливо малим, вимагаються тільки відносно малі габарити пускового балона 15 для прийому води, що викидається. При цьому можуть бути реалізовані відносно малі товщини стінки пускового

балона 15, що зв'язано з відповідно короткими часами пуску і перемінного навантаження. У випадку представленої вертикальної конструкції прямооточного парогенератора 1, що працює на відхідному теплі, особливо малий викид води досягається за рахунок того, що, зокрема, випарні труби 30а, 30b у реалізації схеми протитечії на стороні середовища або води обтікаються зверху вниз. Випар тому має місце в основному в нижніх випарних трубах 30b другої частини випарника 3b і зменшується в напрямку верхніх випарних труб 30а першої частини випарника 3а.

У той час як зроблений уже при пуску і відділений у пусковому балоні 15 пар D підводять для подальшого перегріву через перегрівник 4 і звідти в перегрітому стані в якості головного пару або свіжого пару FD до (не показаної) парової турбіни, а також звідти у вигляді конденсату знову вводять у пароводяний контур, як би відібрану від пароводяного контуру тільки при пуску воду з пускового балона 15 при необхідності підводять до випарника 3 і/або підігрівника 2. По причинах стабільності течії є, однак, доцільним значну частину цієї пускової води з пускового балона 15 через першу лінію часткового потоку 25 підмішувати до живильної води SW перед її входом у підігрівник 2. Пускову воду, що непотрібна в пароводяному контурі, можна випускати через відповідну лінію 20 із пускового балона 15.

З цим парогенератором 1, що працює на відхідному теплі, за прямооточним принципом, можна реалізовувати високі тиски пару також у критичному або надкритичному діапазоні. Для цього обидві частини випарника 3а і 3b - і в такий спосіб весь випарник 3 - обтікається на стороні середовища зверху вниз, у той час як димовий газ RG має висхідний напрямок течії. З прямооточним парогенератором 1, що працює на відхідному теплі, за прямооточним принципом досягають у цілому гідродинамічно особливо стабільний режим аж до мінімального навантаження.

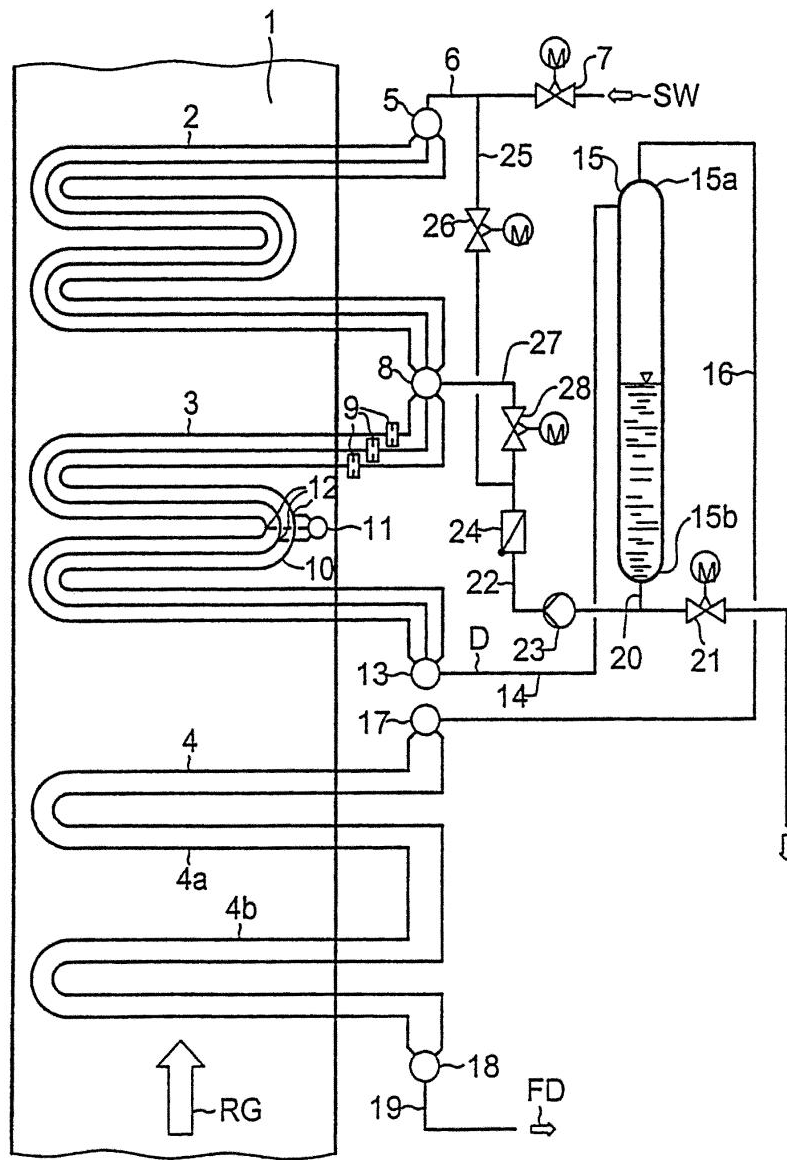


Fig. 1

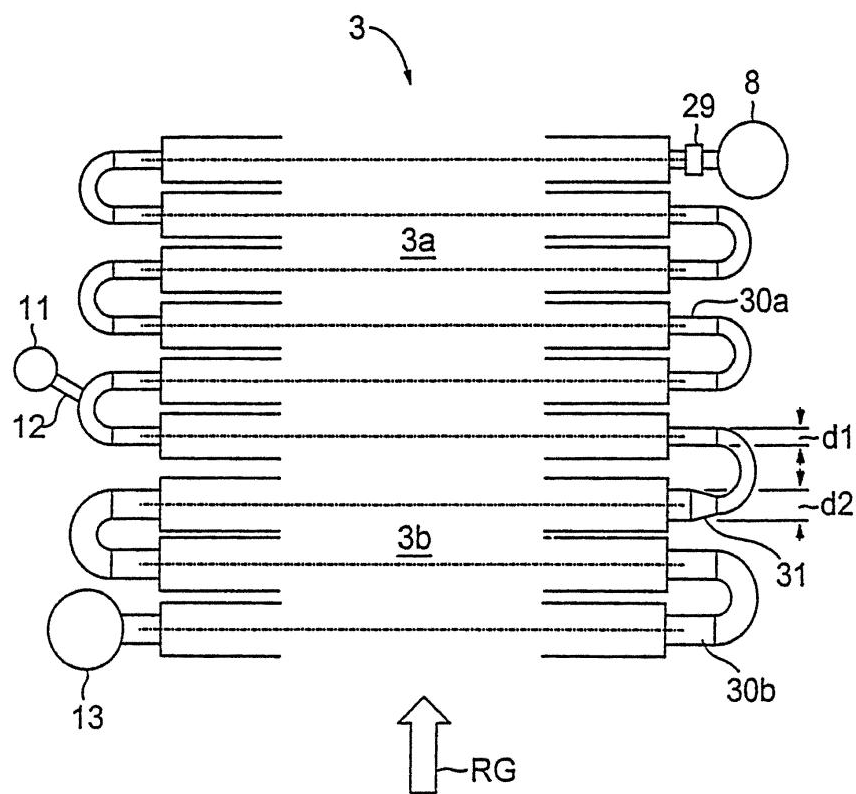


Fig. 2

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2002 р. Формат 60x84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
(044) 268-25-22