



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 89978

(13) C2

(51) МПК (2009)

F22B 37/00

F22B 29/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) ПРЯМОТОЧНИЙ ПАРОГЕНЕРАТОР

1

(21) а200709320  
(22) 06.02.2006  
(24) 25.03.2010  
(86) РСТ/ЕР2006/050688, 06.02.2006  
(31) 05003267.1  
(32) 16.02.2005  
(33) ЕР  
(46) 25.03.2010, Бюл.№ 6, 2010 р.  
(72) КРАЛЬ РУДОЛЬФ, DE, ЕФФЕРТ МАРТИН, DE, ФРАНКЕ ЙОАХИМ, DE  
(73) СІМЕНС АКЦІЕНГЕЗЕЛЬШАФТ, DE  
(56) US 3789806, 05.02.1974  
GB 1202780, 19.08.1970  
US 3633344, 11.01.1972  
US 5976207, 02.11.1999  
DE 4242144 A1, 16.06.1994  
US 5735236 A, 07.04.1998  
GB 746459, 14.03.1956  
DE 19702133 A1, 11.12.1997  
(57) 1. Прямоточний парогенератор (1) із створюючою газохід (20) захисною стінкою (2), яка утворена в нижній області з герметично зварених одна з одною випарних труб (6) і у верхній області з герметично зварених одна з одною перегрівальних труб (6'), причому перегрівальні труби (6') включені відносно напрямку потоку текучого середовища після випарних труб (6) через водовіддільну систему (14), який **відрізняється** тим, що водовіддільна система (14) має велику кількість водовіддільних елементів (30), з яких кожний відповідно підключений відносно напрямку потоку текучого середовища після менше ніж десяти випарних труб (6), переважно однієї єдиної випарної труби і/або перед менше ніж десятьма перегрівальними трубами (6'), переважно одною єдиною перегрівальною трубою (6'), а також тим, що відповідний водовіддільний елемент (30) містить сполучений з передвключеними випарними трубами (6) вхідний відрізок труби (32), який при розгляді у своєму поздовжньому напрямі переходить у водовідвідний відрізок труби (34), причому в перехідній області (36) відгалужується велика кількість сполучених відповідно з підключеними далі перегрівальними трубами (6') вихідних відрізків труби (38).

2

2. Прямоточний парогенератор (1) за пунктом 1, при якому в області випарних труб (6) в захисній стінці (2) розташована велика кількість пальників, який **відрізняється** тим, що водовіддільні елементи (30) позиціонуються на висоті не більше ніж 20 м вище відповідно найвищого пальника.  
3. Прямоточний парогенератор (1) за пунктом 1, який **відрізняється** тим, що вхідний відрізок труби (32) має на вході коліно, орієнтоване вигином догори.  
4. Прямоточний парогенератор (1) за пунктом 1 або 3, який **відрізняється** тим, що водовідвідний відрізок труби (34) в перехідній області (36) своїм поздовжнім напрямом розташований похило вниз відносно горизонталі у напрямі потоку.  
5. Прямоточний парогенератор (1) за будь-яким із пунктів 1, 3 або 4, який **відрізняється** тим, що водовідвідний відрізок труби (34) у своїй вхідній області виконаний у вигляді зігнутого вниз коліна труби.  
6. Прямоточний парогенератор (1) за будь-яким із пунктів 1-5, який **відрізняється** тим, що водовіддільні елементи (30) на стороні виходу води сполучені групами з великою кількістю спільних вихідних колекторів (40).  
7. Прямоточний парогенератор (1) за пунктом 6, який **відрізняється** тим, що після вихідних колекторів (40) підключена велика кількість водозбірних баків (42).  
8. Прямоточний парогенератор (1) за пунктом 7, який **відрізняється** тим, що у підключену до водозбірних баків (42) зливу лінію (52) включений керований через відповідний регулювальний пристрій (60) встановлювальний вентиль (64), причому вхідним для регулюючого пристрою (60) є параметр, характеристичний для ентальпії текучого середовища на виході пари перегрівальної поверхні (18), підключеної після водовіддільної системи (14).  
9. Прямоточний парогенератор (1) за пунктом 8, який **відрізняється** тим, що циркуляційний насос (54) для випарних труб (6) виконаний з можливістю керування від регулювального пристрою (60).

(13) C2

(11) 89978

(19) UA

Винахід стосується прямооточного парогенератора із створюючою газохід захисною стінкою, яка утворена в нижній області з газоплотно зварених одна з одною випарних труб, а у верхній області з газоплотно зварених одна з одною перегрівальних труб, причому перегрівальні труби включені після випарних труб на стороні текучого середовища через водовіддільну систему.

У прямооточному парогенераторі нагрівання великої кількості випарних труб, які утворюють разом газохідну захисну стінку камери згоряння, приводить до повного випаровування текучого середовища у випарних трубах за один прохід. Текуче середовище - звичайно воду - підводять після її випаровування до підключених після випарних труб перегрівальних труб і там перегрівають. Положення кінцевої точки випаровування, тобто гранична область між випарованим і невивпарованим текучим середовищем, є при цьому змінним і залежним від вигляду експлуатації. В режимі повного навантаження подібного прямооточного парогенератора кінцева точка випаровування лежить, наприклад, в кінцевій області випарних труб так, що перегрів випарованого текучого середовища починається вже у випарних трубах. Прямоточний парогенератор у протилежність до парогенератора з природною або примусовою циркуляцією не підлягає ніякому обмеженню тиску так, що він може бути розрахований для тиску свіжої пари значно вищого за критичний тиск води ( $P_{\text{крі}}=221$  бар), де не існує ніякої відмінності фаз вода і пара і тим самим також не можливе ніяке розділення фаз.

В режимі слабкого навантаження або при запуску подібний прямооточний парогенератор експлуатують звичайно з мінімальним потоком текучого середовища у випарних трубах, щоб забезпечити надійне охолодження випарних труб. При цьому якраз при низьких навантаженнях, наприклад, менше ніж 40% розрахункового навантаження, чисто проточний масопотік через випарник звичайно більше не є достатнім для охолодження випарних труб так, що на протікання текучого середовища через випарник у циркуляції накладають додаткову витрату текучого середовища. Передбачений у випарних трубах згідно з режимом експлуатації мінімальний потік текучого середовища тим самим при запуску або в режимі слабкого навантаження у випарних трубах випаровується не повністю так, що в подібному режимі експлуатації на кінці випарних труб ще є невивпароване текуче середовище, зокрема, пароводяна суміш.

Проте, оскільки перегрівальні труби звичайно підключені після випарних труб прямооточного парогенератора, лише після протікання через стінки камери згоряння, не розраховані на протікання невивпарованого текучого середовища, прямооточні парогенератори звичайно розраховані так, що також при запуску і в режимі слабкого навантаження надійно уникають надходження води в перегрівальні труби. Для цього випарні труби сполучені із зазвичай включеними після них перегрівальними трубами через водовіддільну систему. Водовіддільник при цьому викликає розділення пароводяної суміші, що виходить з випарних труб при запуску і в режимі слабкого навантаження, на воду і пару.

Пару подають до включених після водовіддільника перегрівальних труб, тоді як відокремлену воду можна знову подавати, наприклад, через циркуляційний насос до випарних труб або яких відводити через розширювач. Прямоточний парогенератор вище названого типу конструкції є відомим, наприклад, з DE 197 02 133 A1.

У подібних прямооточних парогенераторах випарні труби, створюючи нижню частину захисної стінки газоходу, звичайно впадають в один або декілька вихідних колекторів, від яких текуче середовище направляють до включеного далі пароводяного віддільника. Там відбувається розділення текучого середовища на воду і пару, причому пару передають у включену перед перегрівальними трубами розподільну систему, де відбувається розподіл парового масопотоку на окремі включені паралельно на стороні текучого середовища перегрівальні труби.

В подібному виді конструкції кінцева точка випаровування прямооточного парогенератора в режимі запуску або в режимі слабкого навантаження встановлена за допомогою проміжного включення водовіддільної системи, а не є змінною, як в режимі повного навантаження. Таким чином експлуатаційна гнучкість прямооточного парогенератора в подібній конструкції в режимі слабкого навантаження є істотно обмеженою. Крім того, в подібній конструкції віддільні системи, як правило, повинні бути розраховані відносно вибору матеріалу так, щоб пара у віддільнику в чисто прямооточному режимі експлуатації була явно перегрітою. Необхідний вибір матеріалу приводить так само до значного обмеження експлуатаційної гнучкості. Відносно вибору розмірів і конструкції необхідних компонентів названий вид конструкції обумовлює до того ж те, що викид води, що виходить при запуску прямооточного парогенератора в першій фазі запуску, повинен повністю прийматися у віддільній системі і через включені після неї балон-сепаратор і спускові вентилі може відводитися у розширювач. Тому необхідні для цього порівняно великі розміри балона-сепаратора і спускових вентилів приводять до значних витрат на виготовлення і монтаж.

В основі винаходу тому лежить задача створення прямооточного парогенератора вище названого виду, який при підтримуваних порівняно малими витратах на виготовлення і монтаж має особливо високу експлуатаційну гнучкість також в режимі запуску і слабкого навантаження.

Ця задача вирішується згідно з винаходом за рахунок того, що водовіддільна система містить велику кількість водовіддільних елементів, з яких кожний відповідно підключений на стороні потоку текучого середовища після або, відповідно, перед менше ніж десятьма, переважно, однією єдиною випарною трубою, і/або менше ніж десятьма, переважно, однією єдиною перегрівальною трубою.

Винахід виходить при цьому з точки зору, що прямооточний парогенератор для досягнення особливо високої експлуатаційної гнучкості також в режимі пуску в дію або в режимі слабкого навантаження для цілей випаровування повинен бути розрахований на змінну кінцеву точку випарову-

вання. Для цього потрібно б уникати конструктивно обумовленої звичайної в існуючих системах фіксації кінцевої точки випаровування у водовіддільній системі. У зв'язку із знанням того, що ця фіксація в основному виникає за рахунок збору витікаючого з випарних труб текучого середовища, подальшого відділення води в централізованому водовіддільному пристрої і подальшого розподілу пари на перегрівальні труби, повинна б бути здійснена децентралізація водовіддільної функції. Водовідділення при цьому повинне б бути, зокрема, розраховане так, що після водовідділення не було передбачено ніякого дуже складного розподілу текучого середовища, оскільки саме він не може практикуватися для пароводяної суміші. Це є досяжним за рахунок того, що випарним і/або перегрівальним трубам привласнені індивідуально або з'єднані в маленькі групи водовіддільні елементи.

Захисна стінка газоходу може бути при цьому утворена вертикальними трубами або також спірально встановленими трубами. В камері згоряння з вертикальним встановленням труб, зокрема, кількість перегрівальних труб може бути вибрана таким чином, що кожна перегрівальна труба може бути підключена індивідуально через проміжно включений водовіддільний елемент після випарної труби в смислі відповідності «один - одному». При подібному розташуванні без будь-якої необхідності нового розподілу текучого середовища при переході від випарної труби до перегрівальної труби стає особливо простим чином можливим зміщення при необхідності кінцевої точки випаровування від випарної труби у відповідно включену потім перегрівальну трубу. Особливо при конструктивному виконанні камери згоряння із спірально намотаними трубами кількість випарних труб може також бути вибрана проте значно меншою, ніж кількість переважним чином вертикально розташованих перегрівальних труб. У подібній формі виконання після кожної випарної труби через доданий у відповідність водовіддільний елемент може бути підключена велика кількість перегрівальних труб, наприклад, три перегрівальні труби.

Зроблене можливим за допомогою водовіддільних елементів, індивідуально або малими групами, доданими у відповідність випарним трубам і/або перегрівальним трубам, децентралізоване водовідділення в окремій трубі забезпечує те, що в регулярних робочих режимах кінцева точка випаровування може бути зміщена від випарних труб у включені після них перегрівальні труби. За допомогою подібного виконання стає, зокрема, можливим, що просторова перехідна область може бути зміщена від випарних труб у перегрівальні труби в захисній стінці прямооточного парогенератора порівняно далеко вниз, тобто до пальників, розташованих в захисній стінці в області випарних труб. За рахунок цього в режимі запуску або слабкого навантаження можна підтримувати порівняно малою частину захисної стінки прямооточного парогенератора, експлуатовану з накладеною циркуляцією, і обмежувати, зокрема, до області дійсної потреби, тобто області порівняно високої густини теплового потоку в безпосередній близькості до пальників. За рахунок цього необхідна в цілому накладена цир-

куляція надається у розпорядження з підтримуваними порівняно малими витратами. Для цього переважним чином водовіддільні елементи позиціюються на висоті до 20м вище відповідно самого верхнього пальника в захисній стінці.

Особливо просте конструктивне виконання водовіддільних елементів при високій надійності водовідділення є досяжним за рахунок того, що відповідний водовіддільний елемент розрахований переважно на інерційну сепарацію води від пари в текучому середовищі. Для цього переважним чином використовують знання того, що водяна складова текучого середовища внаслідок своєї більш високої у порівнянні з паровою складовою інерційності переважно тече далі прямо в своєму напрямі потоку, тоді як парова складова переважно може порівняно краще слідувати вимушеному відхиленню. Для того, щоб краще використовувати це при високій віддільній дії для порівняно простої конструкції водовіддільного елемента, останній в особливо переважній формі виконання виконаний у вигляді Т-подібної деталі. При цьому відповідний водовіддільний елемент переважно містить сполучений з передвключеною випарною трубою вхідний відрізок труби, який при розгляді в його поздовжньому напрямі переходить у водовіддільний відрізок труби, причому в перехідній області відгалужується велика кількість вихідних відрізків труби, сполучених з підключеною далі перегрівальною трубою. Водяна складова впадаючої у вхідний відрізок труби текучого середовища при цьому внаслідок своєї порівняно високої інерційності в основному транспортується далі без відхилення в поздовжньому напрямі і переходить тим самим у водовіддільний відрізок труби. У протилежність цьому для парової складової внаслідок її порівняно меншої інерційності відхилення є можливим легшим так, що парова складова переходить у вихідний відрізок або вихідні відрізки труби, що відгалужується.

Переважним чином вхідний відрізок труби при цьому виконаний в основному прямолінійним, причому він може бути розташованим своїм поздовжнім напрямом в основному горизонтально або також із заданим кутом нахилу або перекидання. При цьому переважно передбачений нахил вниз у напрямі потоку. Альтернативно можна передбачати притік у вхідний відрізок труби через коліно труби, що проходить зверху, так, що в цьому випадку текуче середовище внаслідок відцентрової сили притискається у напрямі зовнішньої сторони вигину. За рахунок цього водяна складова текучого середовища переважно тече вздовж зовнішньої області вигину. В цій формі виконання тим самим переважно передбачений для відведення парової складової вихідний відрізок труби, направлений до внутрішньої сторони вигину.

Водовіддільний відрізок труби переважно в своїй вхідній області виконаний у вигляді зігнутого вниз коліна труби. Тим самим простим чином і з малими втратами полегшується відхилення відокремленої води для відповідного необхідності переливання у наступні системи.

Переважним чином водовіддільні елементи на стороні виходу води, тобто, зокрема, своїми водо-

відвідними відрізками труби сполучені групами з великою кількістю загальних вихідних колекторів. Зокрема, при цьому для кожної бічної стінки газоходу може бути відповідно передбачений один вихідний колектор, з яким сполучені водовіддільні елементи відповідної бічної стінки. При подібному монтажі тим самим, у протилежність звичайним системам, в яких на стороні текучого середовища водовіддільник включений після вихідних колекторів випарних труб, відповідний водовіддільний елемент тепер підключений перед вихідним колектором. Саме за рахунок цього також в режимі запуску або слабкого навантаження є можливим прямий перехід текучого середовища з випарних труб у перегрівальні труби без проміжного включення збірних або розподільних систем так, що кінцева точка випаровування може бути розміщена також всередину перегрівальних труб. Після вихідних колекторів при цьому переважно підключена велика кількість водозбірних баків. Водозбірний бак або водозбірні баки можуть при цьому, зі свого боку, бути зв'язаними на стороні виходу з відповідними системами, як наприклад, атмосферним розширювачем або через циркуляційний насос з контуром прямооточного парогенератора.

При розділенні води і пари у водовіддільній системі можна відділяти практично всю водяну складову так, що до підключених далі перегрівальних труб передають тільки ще випароване текуче середовище. В цьому випадку кінцева точка випаровування ще лежить у випарних трубах. Альтернативно проте можна також відділяти тільки частину води, що поступає, причому решту ще не випарованого текучого середовища разом з випарованим текучим середовищем передають далі у наступні перегрівальні труби. В цьому випадку кінцева точка випаровування зміщується у перегрівальні труби.

У названому останнім випадку, що позначається також як переливання віддільного пристрою, спочатку повністю заповнюються водою підключені на стороні води після водовіддільних елементів компоненти, як, наприклад, вихідні колектори або водозбірні баки так, що при воді, яка далі притікає, у відповідних відрізках лінії утворюється зворотний еліпір. Як тільки цей підпір досягне водовіддільних елементів принаймні один частковий потік води, що знов притікає, направляють далі разом з направленою в текучому середовищі парою у наступні перегрівальні труби. Щоб забезпечити особливо високу експлуатаційну гнучкість в цьому режимі так званого переливання водовіддільної системи, в особливо переважній формі виконання у підключену до водозбірних баків зливну лінію включений керований через відповідний регулювальний пристрій встановлювальний вентиль. Регулювальний пристрій є при цьому переважним чином навантажуваним вхідним значенням, яке є характерним для ентальпії текучого середовища на кінці на стороні димового газу захисної стінки, утвореної перегрівальними поверхнями нагріву.

За допомогою подібної системи в режимі експлуатації переливання водовіддільної системи за допомогою націленого управління включеного в зливну лінію водозбірного бака вентилем можна

встановлювати витікаючий з водозбірного бака масопотік. Оскільки його замінюють відповідним масопотоком води з водовіддільних елементів, тим самим можна встановлювати також масопотік, який потрапляє з водовіддільних елементів у систему колектора. Тим самим, у свою чергу, можна встановлювати також такий частковий потік, який разом з парою передають далі у перегрівальні труби так, що через відповідне встановлення цього часткового потоку, наприклад, на кінці наступних після стінок камери згоряння поверхонь нагріву можна підтримувати задану ентальпію. Альтернативно або додатково можна також впливати на передаваний далі у перегрівальні труби разом з парою частковий потік води за допомогою відповідного управління накладеним контуром циркуляції. Для цього у подальшій або альтернативній переважній формі виконання через доданий у відповідність водовіддільній системі регулювальний пристрій можна управляти циркуляційним насосом.

Досягнуті винаходом переваги полягають, зокрема, в тому, що за рахунок інтеграції водовідділення у систему труб прямооточного парогенератора водовідділення можна проводити без попереднього збору текучого середовища, що відтікає з випарних труб, і без подальшого розподілу на перегрівальні труби передаваного далі на перегрівальні труби текучого середовища. Тим самим можна економити складні колекторні і розподільні системи. За рахунок відмови від складних розподільних систем, крім того, передача текучого середовища на перегрівальні труби не обмежується тільки парою, більш того на перегрівальні труби можна передавати далі також пароводяну суміш. Саме за допомогою цього можна переміщати кінцеву точку випаровування через місце розділу між випарними і перегрівальними трубами при необхідності всередину в перегрівальні труби. За рахунок цього досягають особливо високої експлуатаційної гнучкості також в режимі запуску або слабкого навантаження прямооточного парогенератора. Прямоточний парогенератор є при цьому якраз особливо придатним також для порівняно великого енергоблока електростанції з електричною потужністю більше, ніж 100МВт.

Крім того водовіддільні елементи можуть бути виконані, зокрема, у вигляді Т-подібних деталей на основі вже і так наявної системи труб прямооточного парогенератора. Ці Т-подібні деталі можуть бути виконані порівняно тонкостінними, причому діаметр і товщина стінки можуть підтримуватися приблизно порівняними з діаметром і товщиною труб стінки. Тим самим за рахунок тонкостінного виконання водовіддільних елементів тривалості пускового періоду котла в цілому або також швидкості зміни навантаження більше не обмежуються так, що також в установках для високих параметрів пари є досяжними порівняно короткі часи реакції при змінах навантаження. До того ж подібні Т-подібні деталі є такими, що виготовляються особливо економічно щодо витрат. Крім того, за рахунок розташування водовіддільної системи на порівняно малій висоті вище за пальники можна підтримувати малою складову заповнених водою

при запуску котла поверхонь нагріву так, що викид води, що з'являється при запуску, і пов'язані з цим втрати можуть підтримуватися особливо малими. Зокрема, допустимим є також проміжне переливання віддільних елементів при запуску або в режимі слабкого навантаження так, що частину киплячої води, що викидається, можна уловлювати у підключених після випарних труб перегрівальних трубах. Таким чином розрахунок водозбірних систем, як, наприклад, балонів-сепараторів або зливних вентилів, можна здійснювати для відповідно менших зливних кількостей і тим самим більш економічно щодо витрат. Далі, переміщення кінцевої точки випаровування у перегрівальні труби дозволяє обмежити можливо необхідне уприскування води і пов'язані з цим втрати.

Приклад виконання винаходу пояснюється більш детально за допомогою креслення. При цьому показують:

Фіг.1 схематично прямооточний парогенератор вертикального типу конструкції

Фіг.2 у вигляді вирізів водовіддільна система прямооточного парогенератора по Фіг.1, і

Фіг.3а-3д водовіддільний елемент.

Однакові деталі на всіх фігурах позначені однаковими посилальними позиціями.

Прямоточний парогенератор 1 згідно з Фіг.1 виконаний як вертикального типу конструкція і у вигляді двоходового парогенератора. Він містить захисну стінку 2, яка на нижньому кінці утвореного нею першого газоходу переходить у воронкоподібне дно 4. Захисна стінка 2 у нижній області або випарній області виконана з випарних труб 6, а у верхній області або перегрівальній області - з перегрівальних труб 6'. Випарні труби 6 або, відповідно, перегрівальні труби 6' газоплотно сполучені одна з одною, наприклад, зварені на своїх поздовжніх сторонах. Дно 4 містить не представлений більш детально розвантажувальний отвір 8 для сажі.

Випарні труби 6 захисної стінки 2, через які протікає текуче середовище, зокрема, вода або пароводяна суміш від низу до верху, підключені своїми вхідними кінцями до вхідного колектора 12. На стороні виходу випарні труби 6 через водовіддільну систему 14 підключені до перегрівальних труб 6', які проходять далі на стороні текучого середовища.

Випарні труби 6 захисної стінки 2 утворюють на відрізку газоходу, що знаходиться між вхідним колектором 12 і водовіддільною системою 14, випарну поверхню нагріву 16. До неї примикає утворена перегрівальними трубами 6' поверхня додаткового нагріву або перегрівальна поверхня нагріву 18. Додатково в другому, обтічному топковими газами вниз, газоході 20 і у сполучаючому його на стороні топкового газу з першим газоходом поперечному газоході 22 ще розташовані наступні, представлені тільки схематично, поверхні нагріву 24, наприклад, економайзер і конвективні перегрівальні поверхні нагріву.

В нижній області захисної стінки 2 розміщена велика кількість пальників для викопного палива відповідно в отвори 26. На подібному отворі 26 випарні труби захисної стінки 2 є зігнутими для

обходу відповідного отвору 26 і проходять на зовнішній стороні вертикального газоходу. Ці отвори можуть бути також передбачені, наприклад, для повітряних сопел.

Прямоточний парогенератор 1 розрахований на те, що також в режимі запуску або слабкого навантаження, при якому випарним трубам 6 додатково до випаровуваного масопотоку текучого середовища з міркувань експлуатаційної надійності додають ще наступний циркуляційний масопотік текучого середовища, положення кінцевої точки випаровування можна підтримувати змінним для особливо високої експлуатаційної гнучкості. Для цього кінцева точка випаровування в режимі запуску або слабкого навантаження, при якому текуче середовище на кінці випарних труб 6 згідно з розрахунком ще не є повністю випарованим, повинна зміщуватися у перегрівальні труби 6'. Для досягнення цього водовіддільна система 14 розрахована таким чином, що після відділення води і пари не вимагається розподілу пароводяної суміші на перегрівальні труби 6'. Щоб зробити це можливим, водовіддільна система 14 містить велику кількість водовіддільних елементів 30, з яких в прикладі виконання кожний відповідно підключений на стороні текучого середовища після або, відповідно, перед однією єдиною випарною трубою 6 і однією єдиною перегрівальною трубою 6'. Альтернативно відношення випарних труб 6 і/або перегрівальних труб 6' до окремих водовіддільних елементів 30, могло бути б здійснено також групами таким чином, що максимально відповідно десять випарних труб 6 і/або перегрівальних труб 6' сполучені з одним загальним водовіддільним елементом 30.

У прикладі виконання водовіддільні елементи 30, з яких на Фіг.1 є видимим тільки один, розраховані проте таким чином, що у сенсі поєднання однієї з одною кожна випарна труба 6 сполучена точно з однією подальшою перегрівальною трубою 6' так, що водовідділення функціонально і схематично зміщено в окремі труби. Таким чином забезпечено, що у зв'язку з розділенням води і пари не є необхідним ні збір витікаючого з випарних труб 6 текучого середовища, ні розподіл підлягаючого подальшому спрямуванню текучого середовища на подальші перегрівальні труби 6'. Тим самим зроблено можливим особливо простим чином зміщення кінцевої точки випаровування у перегрівальні труби 6'. Як проте виявилось, в гідродинамічному відношенні подальша передача пароводяної суміші на перегрівальні труби 6' є можливою також тоді, якщо розподіл відбувається на не більше, ніж порядку десяти перегрівальних трубах 6'.

Водовіддільна система 14, яка знову показана збільшено у вигляді вирізу на Фіг.2, містить тим самим відповідну кількість випарних труб 6 і перегрівальних труб 6' кількість водовіддільних елементів 30, з яких кожний виконаний у вигляді Т-подібного відрізка труби. Для цього водовіддільний елемент 30 містить сполучений з передвключеною випарною трубою 6 вхідний відрізок труби 32, який при розгляді в його поздовжньому напрямі переходить у водовіддільний відрізок труби 34, причому в перехідній області 36 відгалужується вихідний

відрізок труби 38, сполучений з підключеною далі перегрівальною трубою 6'. За допомогою цієї конструкції водовіддільний елемент 30 розрахований для інерційної сепарації пароводяної суміші, яка втікає з передвключеної випарної труби 6 у вхідний відрізок труби 32. Річ у тому, що внаслідок своєї порівняно більш високої інерційності водяна складова текучого середовища, що тече у вхідному відрізку труби 32, в місці переходу 36 переважно тече прямолінійно далі в аксіальному продовженні вхідного відрізка труби 32 і тим самим потрапляє у водовідвідний відрізок труби 34. Парова складова пароводяної суміші, що тече у вхідному відрізку труби 32, у протилежність цьому внаслідок своєї порівняно меншої інерційності може краще слідувати вимушеному відхиленню і тим, самим тече через вихідний відрізок труби 38 до включеного далі відрізка перегрівальної труби 6'.

На стороні виходу води, тобто через водовідвідні відрізки труби 34, водовіддільні елементи 30 сполучені групами відповідно з одним загальним вихідним колектором 40, причому для кожної бічної стінки газоходу передбачений один єдиний вихідний колектор 40. Вихідні колектори 40 сполучені, із свого боку, на стороні виходу з одним загальним водозбірним баком 42, зокрема, балоном-сепаратором.

Виконані у вигляді Т-подібної деталі водовіддільні елементи 30 можуть бути виконані оптимізованими щодо їх віддільної дії. Приклади виконання для цього виходять з Фіг.3а-3d. Як представлено на Фіг.3а, вхідний відрізок труби 32 разом з підключеним після нього водовідвідним відрізком труби 34 може бути виконаний в основному прямолінійним і своїм поздовжнім напрямом бути нахилений відносно горизонталі. В прикладі виконання згідно з Фіг.3а перед вхідним відрізком труби 32 до того ж включений коліноподібно зігнутий відрізок труби 50, який внаслідок свого вигину і свого просторового розташування обумовлює те, що вода, що втікає у вхідний відрізок труби 32, внаслідок відцентрової сили переважно притискається до протилежної вхідному відрізку труби 38 стороні внутрішньої стінки вхідного відрізка труби 32 і водовідвідного відрізка труби 34. Тим самим поліпшується подальше транспортування водяної складової у водовідвідний відрізок труби 34 так, що віддільна дія в цілому підвищується.

Подібне посилення віддільної дії, як це представлено на Фіг.3b, є також досяжним, якщо вхідний відрізок труби 32 і водовідвідний відрізок труби 34 в основному розташовані горизонтально, тоді як перед ними так само включений відрізок труби 50, що проходить з відповідним вигином.

На Фіг.3с представлений приклад виконання для того, що водовіддільний елемент 30 сполучає єдину передвключену випарну трубу 6 з великою кількістю підключених в прикладі виконання 2 після перегрівальних труб 6'. Для цього в прикладі виконання згідно з Фіг.3с від утвореного вхідним відрізком труби 32 і водовідвідним відрізком труби 34 каналу середовища відгалужуються два вихідні відрізки труби 38, кожний з яких відповідно сполучений з підключеною після перегрівальною трубою 6'. Для полегшення впадання відокремленої води у

включений далі вихідний колектор 40, вихідний відрізок труби 34 може бути виконаний, як це показано на Фіг.3d, у вигляді зігнутого вниз коліна труби або містити відповідно виконану проміжну частину.

Як можна бачити з представленого на Фіг.1, водозбірний бак 42 на стороні виходу сполучений через підключену зливу лінію 52 і через не представлену більш детально підігрівальну поверхню нагріву з підключеним перед випарними трубами 6 вхідним колектором 12. Тим самим виникає замкнутий циркуляційний контур, через який на текуче середовище, що тече у випарних трубах 6, в режимі запуску або слабкого навантаження можна накладати додаткову циркуляцію для підвищення експлуатаційної надійності. Залежно від виробничої необхідності або потреби можна експлуатувати віддільну систему 14 таким чином, що з текучого середовища відділяють всю воду, яка ще є на виході випарних труб 6, а далі на перегрівальні труби 6' передають тільки випароване текуче середовище.

Альтернативно віддільну систему 14 можна експлуатувати також в так званому режимі переливання, при якому з текучого середовища відділяють не всю воду, а передають далі разом з парою ще частковий потік води, що направляється разом, на перегрівальні труби 6'. При цьому режимі експлуатації кінцева точка випаровування зміщується у перегрівальні труби 6'. В подібному режимі переливання спочатку повністю заповнюється водою як водозбірний бак 42, так і підключені перед ним вихідні колектори 40 так, що утворюється зворотний підпір аж до перехідної області 36 відповідних водовіддільних елементів 30, на якій відгалужується вихідний відрізок труби 38. У зв'язку з цим зворотним підпором також водяна складова текучого середовища, що притікає до водовіддільних елементів 30, зазнає принаймні частково відхилення і потрапляє тим самим разом з парою у вихідний відрізок труби 38. Висота часткового потоку, який при цьому підводиться разом з парою до перегрівальних труб 6', виходить при цьому, з одного боку, зі всього масопотоку води, підведеного до відповідного водовіддільного елемента 30, і, з другого боку, з відведеного через водовідвідний відрізок труби 34 часткового масопотоку. Тим самим за рахунок відповідної зміни підведеного масопотоку води і/або відведеного через водовідвідний відрізок труби 34 масопотоку води можна встановлювати масопотік невикпарованого текучого середовища, що передається далі у перегрівальні труби 6'. Тим самим є можливим за допомогою управління однієї або обох названих величин встановлювати складову невикпарованого текучого середовища, що передається далі у перегрівальні труби 6' таким чином, що на кінці перегрівальної поверхні нагріву 18 встановлюється, наприклад, задана ентальпія.

Щоб зробити це можливим, водовіддільній системі 14 доданий у відповідність регулювальний пристрій 60, який на стороні входу сполучений з вимірювальним перетворювачем 62, виконаним для визначення параметра, характерного для ентальпії на кінці на стороні димового газу перегрів-

вальної поверхні нагріву 18. На стороні виходу регулювальний пристрій 60 діє, з одного боку, на встановлюваний вентиль 64, включений у зливну лінію 52 водозбірного бака 42. Тим самим за допомогою націленого управління встановлювальним вентилем 64 можна задавати потік води, який відбирають з віддільної системи 14. Цей масопотік можна знову-таки витягувати з текучого середовища у водовіддільних елементах 30 і направляти далі до наступних систем колекторів. Таким чином за рахунок управління встановлюва-

льним вентилем 64 можна здійснювати вплив на відповідно відгалужений у водовіддільному елементі 30 потік води і тим самим здійснювати вплив на водяну складову, яка ще передається далі після відділення в текучому середовищі на перегрівальні поверхні нагріву 6'. Альтернативно або додатково регулювальний пристрій 60 ще може впливати на циркуляційний насос 54 так, що можна також відповідно встановлювати швидкість притоку середовища у водовіддільну систему 14.



