



УКРАЇНА

(19) UA (11) 22159 (13) U
(51) МПК (2006)
F24H 1/10МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ НАГРІВАННЯ ВОДИ

1

(21) u200702150

(22) 28.02.2007

(24) 10.04.2007

(46) 10.04.2007, Бюл. № 4, 2007 р.

(72) Висоцький Сергій Павлович, Трубіцин Андрій
Миколайович, Трубіцин Олександр Андрійович(73) Висоцький Сергій Павлович, Трубіцин Андрій
Миколайович, Трубіцин Олександр Андрійович

(57) 1. Спосіб нагрівання води шляхом спалюван-
ня палива та здійснювання теплообміну між газо-
подібними продуктами згоряння палива та водою,
який включає контактну-поверхневе нагрівання
води шляхом її пропускання через контактний шар
з переданням тепла воді від газоподібних продук-
тів згоряння та конвективне нагрівання води шля-
хом її пропускання з контактуванням із стінкою
камери згоряння, який **відрізняється** тим, що пе-
ред нагріванням воду розподіляють на два потоки,
кожний з яких нагрівають окремо один від одного
одним із згаданих методів - конвективним або кон-
тактно-поверхневим, причому величина співвід-

2

ношення витрати потоків визначається за форму-
лою:

$$\alpha / 1 - \alpha = (t_H - t_O) / (t_O - t_B), \text{ де}$$

α - частка потоку, що нагрівають контактну-
поверхневим методом,

$1 - \alpha$ - частка потоку, що нагрівають конвективним
методом,

t_H - температура води після її пропускання через
контактний шар,

t_O - температура води, яку подають у мережу,

t_B - температура холодної води (в зворотній лінії),
а змішують обидва потоки після їх нагрівання, пе-
ред поданням у теплопостачальний трубопровід.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що кон-
вективне нагрівання одного із згаданих потоків
води здійснюють у два етапи: спочатку за рахунок
відбору тепла від стінки камери із контактним ша-
ром усередині, а потім за рахунок відбору тепла
від стінки камери згоряння.

Корисна модель належить до теплоенергетики
і може бути використаною в системах теплопос-
тачання промислових підприємств та в комунально-
му господарстві для нагріву рідин, зокрема, води.

В сучасних системах теплопостачання в широ-
кій мірі застосовується контактну-поверхневий
нагрів води - за рахунок передачі їй тепла від га-
зоподібних продуктів згоряння, які утворюються в
камері згоряння і пропускаються знизу вверх через
контактний шар. У зустрічному напрямку, зверху
униз, пропускають холодну воду, яку перед конта-
ктуванням з контактним шаром розподіляють ві-
домими засобами на окремі краплини або/та стру-
мені [И.З. Аронов. Контактный нагрев воды
продуктами сгорания природного газа. Л: Недра,
1990г., сс.32-39]. В якості контактного шару засто-
совують одну або декілька, встановлених одна
понад одною, барботажні решітки або відрізки ке-
рамичних або металевих труб чи інших профілів,
які розміщують у контактній камері стовпцями або
навалом.

Відомо, що при прямому контакті продуктів

згоряння палива з водою, в умовах нерегульова-
ного стоку води через контактний шар, при високій
концентрації вуглекислого газу в продуктах зго-
ряння палива, вода насичується продуктом її реа-
кції з вуглекислим газом - вугільною кислотою.
Насичення води вугільною кислотою призводить
до високої інтенсивності корозійних процесів. Ві-
домо, також, що корозійні процеси, обумовлені
присутністю вугільної кислоти, мають такі особли-
вості: вугільна кислота неповністю дисоціює на
іони H^+ та HCO_3^+ . Нарівні з останніми іонами в воді
знаходиться велика кількість недисоційованих
молекул H_2CO_3 . Іони водню, які розрядились вна-
слідок корозії, поповнюються новими порціями
подальшої дисоціації H_2CO_3 . Тому при високій
концентрації вугільної кислоти в воді показник рН
змінюється мало, а процес корозії в тепловій ме-
режі продовжується з високою інтенсивністю [П.А.
Акользин. Предупреждение коррозии металла па-
ровых котлов. М.: Энергия, 1975г., сс.56-57].

Корозія металу мережі, яка протікає в присут-
ності вугільної кислоти, призводить до забруднен-

(13) U

(11) 22159

(19) UA

ня води продуктами корозії, які різко погіршують органолептичні властивості води та призводять до виходу з ладу теплової мережі.

Таким чином, при контактному-поверхневому нагріві води, шляхом її пропускання через контактний шар, вона насичується вуглекислим газом, що призводить до інтенсивної корозії теплових мереж, а нейтралізація вуглекислого газу лужними агентами потребує великих втрат останніх та викликає поступове підвищення мінералізації та корозійних властивостей теплоносія. Це, в свою чергу, призводить до необхідності періодичної продувки теплової мережі та додаткових витрат тепла та води. Отже, зменшення вмісту вугільної кислоти в теплоносії є однією з найсерйозніших проблем при нагріві води для тепломереж. На нашу думку, в відомих способах контактному-поверхневого нагріву ця проблема поки не вирішена.

Так, у способі нагріву води за [патентом України UA52364, F24H1/10, публ. 16.12.02], нагрів води здійснюється шляхом передання їй тепла від газоподібних продуктів згоряння через барботажну решітку. Остання встановлена у верхній частині корпусу, який оснащений камерою згоряння з палинковим засобом, водозбірником, патрубками підводу води та відводу парогазової суміші та зливу води. В камері згоряння встановлені також вертикальні трубні ряди. Окрім барботажної решітки з переливним пристроєм, у верхній частині корпусу встановлені сепаратор краплини та протитисковий клапан. В патентному опису згадано, що температуру продуктів згоряння вдалося зменшити до 150-200°C, що дає можливість проводити теплообмін на 80-90% у нижній частині корпусу. Очевидно, саме для забезпечення цього, камера згоряння оснащена трубними рядами. Але обмеження температури в контактній зоні обумовлює великий вміст вугільної кислоти у воді, оскільки за даними П.А. Акользіна, згадана книга, с.71, мінімальному коефіцієнту поглинання вуглекислого газу водою відповідає температура, що наближається до 100°C, і, навпаки, при зменшенні температури коефіцієнт поглинання вуглекислого газу та інших газів водою значно зростає (див. графік на Фіг.1). Крім того, ефективність передачі тепла залежить від навантаження. Внаслідок нерегульованості потоку води, що подається на нагрів, при малих навантаженнях пристрою, настає явище "провалу" води через контактний шар що є причиною зменшення поверхні контакту.

Відомий також спосіб контактному-поверхневого нагріву води за рахунок передачі їй тепла від газоподібних продуктів згоряння через шар, утворений насадками з керамічних або металевих кілець або інших профільних елементів [згадана книга І.З. Аронова, сс.32-39; патент Росії RU2055274, F24H1/10, публ. 02.27.96]. Пристрій за згаданим патентом уявляє собою корпус з патрубками підводу та відводу води та відводу газів, в якому розміщена камера згоряння. Остання сполучена в її верхній частині з вертикальним пучком огорожених зверху теплообмінних труб, понад якими розміщена контактна камера. Як і при згаданому вище способі, вода після нагріву в контактній камері потрапляє в середню та нижню частини корпусу, де підігрівається від кожуха камери згоряння та пучка

труб. Але необхідність її підігріву після виходу з контактної камери свідчить про те, що температура її нагріву в контактній камері суттєво нижча за температуру кипіння. Отже, в процесі безпосереднього контактування з продуктами згоряння за вказаною вище причиною водою поглинається велика кількість вуглекислого газу з усіма негативними наслідками.

Найближчим за суттю та сукупністю ознак до запропонованого є спосіб нагріву води за [авторським свідоцтвом SU1395908, F24H1/10, публ. 15.05.88], відповідно якому нагрів здійснюють у два етапи. На першому з них, контактному-поверхневому, воду пропускають через контактну камеру з шаром насадки. На другому етапі температуру попередньо нагрітої води підвищують конвективним способом, за рахунок її пропускання поруч із стінкою камери згоряння. Пристрій для здійснення способу являє собою корпус з оснащеною палинковим пристроєм камерою згоряння, навколо бічної стінки якої встановлений кожух. Пристрій оснащений також патрубками для вводу холодної води, виводу нагрітої води та газоподібних продуктів згоряння та контактною камерою, розташованою над камерою згоряння. Над контактною камерою встановлені зрошувач та трубчастий теплообмінник. У нижній частині корпусу розміщений відкритий зверху водозбірник.

Недолік цього технічного рішення такий же, що і в згаданих вище: недоведення води на етапі контактному-поверхневого нагріву до температури, близької 100°C, внаслідок чого вона залишає контактну камеру з високим вмістом вугільної кислоти, кисню та інших газів, що на другому етапі - конвективного нагріву вже не може бути усунуто або виправлено. Наслідком цього, як згадано вище, є поступове підвищення мінералізації та корозійних властивостей теплоносія, з необхідністю періодичної продувки теплової мережі.

Технічною задачею запропонованої корисної моделі є спосіб, при якому процес нагріву здійснюється в таких умовах, що сприяють запобіганню або мінімізації насичення води вуглекислим та іншими корозійно активними газами.

Для вирішення поставленої задачі в спосіб нагріву води шляхом спалювання палива та здійснювання теплообміну між газоподібними продуктами згоряння палива та водою, який включає контактному-поверхневий нагрів води, шляхом її пропускання через контактний шар, з переданням тепла воді від газоподібних продуктів згоряння, та конвективний нагрів води, шляхом її пропускання з контактуванням із стінкою камери згоряння, відповідно до корисної моделі перед нагрівом воду розподіляють на два потоки, кожний з яких нагрівають окремо один від одного одним із згаданих методів - конвективним або контактному-поверхневим, причому величина співвідношення витрати потоків визначається з формули:

$$\alpha/1-\alpha = (t_h - t_b)/(t_0 - t_b),$$

де α - частка потоку, що нагрівають контактному-поверхневим методом; $1-\alpha$ частка потоку, що нагрівають конвективним методом; t_h - температура води після її пропускання через контактний шар; t_0 - температура води, яку подають у мережу, та t_b - температура холодної води (в зворотній лінії), а

змішують обидва потоки після їх нагріву, перед поданням у мережу.

У запропонованому способі, на відміну від прототипу, кожним з методів, контактено-поверхневим та конвективним, нагрівають не всю воду, а тільки її частину, повністю використовуючи позитивні властивості кожного з них. Контактено-поверхневим методом частину води підігрівують до 98-100°C. При такій температурі, як було згадано, пригнічення насичення води агресивними газами найбільш ефективне. Друга частина води, що нагрівається конвективним методом, взагалі безпосередньо не контактує з продуктами згоряння, отже не насичується агресивними газами. Тим самим, оптимізація якості нагрітої води досягається не за рахунок введення антикорозійних домішок, як у відомих способах, а за рахунок запобігання насичення води агресивними газами в процесі нагріву. Крім того, відомо, що температура води, що подається у мережу, дорівнює, як правило 60-70°C. При запропонованому способі тепло, витрачене на підігрів частини води до максимально можливої, не пропадає даремно, оскільки ця частина води перед введенням у мережу змішується з другою частиною, нагрітою конвективним методом. Отже, з урахуванням величини їх пропорційного співвідношення, ця друга частина води може бути нагріта до значно меншої температури.

Для подальшого підвищення коефіцієнта використання палива конвективний нагрів одного із згаданих потоків води здійснюють у два етапи: спочатку - за рахунок відбору тепла від стінки камери із контактним шаром усередині, потім - за рахунок відбору тепла від стінки камери згоряння.

Корисна модель пояснюється кресленнями, де на:

Фіг.1 показаний схематично пристрій для здійснення запропонованого способу;

Фіг.2 - графіки залежності коефіцієнтів поглинання вуглекислого газу та кисню від температури води.

У верхній частині корпусу 1 розташована контактна камера 2 з підтримуючою решіткою 3 для насадки, виконаної у вигляді відомих теплообмінних елементів типу кілець Рашіга, або кілець Палля, або сідел Берлі (не показані), що розташовані кількома шарами, стовпцями або у довільному порядку. Як теплообмінні елементи насадки можуть бути також використані інші різноманітні профілі, спроможні підвищити величину площі поверхневого контакту. Там же, у верхній частині камери 2, розташований зрошувач контактного шару у вигляді двох встановлених під прямим кутом одна до одної трубок 4, до кожної з яких під прямим кутом, з утворенням свастики (не показано), приєднані допоміжні трубки 5. Трубки 4, 5 занурені в верхню частину насадки: шар насадки над трубками не зрошується і здатний уловлювати краплі води.

Контактний шар може бути утворений також однією або декількома барботажними решітками (не показано).

Понад камерою 2 з контактним шаром знаходяться патрубок 6 відводу продуктів згоряння та

противибуховий клапан 7.

Під камерою 2 розташована камера згоряння 8 з паликовим пристроєм 9. Під камерою 8 встановлений похилий екран 10 з переливною трубою 11 в його найнижчому місці. Трубка 11 занурена у простір порожнини, що утворює водозбірник 12 з патрубком 13 для виводу нагрітої води.

Навколо бічної стінки корпусу 1 встановлений циліндричний кожух 14. У середині кільцевого каналу 15 між корпусом та кожухом встановлена спіралеподібна перегородка 16, з наданням каналу 15 спіралеподібної форми, а внизу - випускний патрубок 17.

Пристрій для введення води оснащений розгалуженням з регулювальним клапаном двохсторонньої дії 18 для розподілу води на два потоки, один з яких надходить до зрошувача контактного шару, другий - у канал між корпусом 1 та кожухом 14.

Робота пристрою здійснюється таким чином.

Вода для нагрівання надходить з регулювального клапана 16 двома потоками: перший - до зрошувача 4, 5, другий - у канал 15.

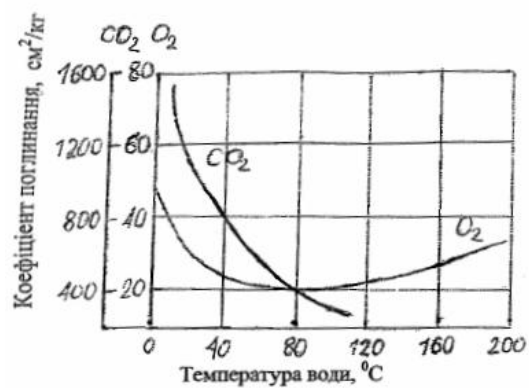
Вода першого потоку після рівномірного зрошування через трубки 4, 5 насадки 2 плівкою стікає по елементам насадки, контактуючи з газоподібними продуктами згоряння палива, що рухаються з камери 8 назустріч. Завдяки добре розвинутій поверхні насадки забезпечується висока ефективність теплопередачі та конденсації парів води, які присутні в продуктах згоряння. Верхня частина насадки не зрошується і забезпечує уловлення краплин води, які виносяться з продуктами згоряння.

Потік води рухається по насадці, нагріваючись у нижній частині насадки до температури кипіння, завдяки чому з води видаляються вуглекислий газ, кисень та інші гази, які поглинаються водою у верхній частині насадки при більш низькій температурі. При температурі 98-100°C вода потрапляє на екран 10, з якого через трубку 11 надходить у водозбірник. Трубка 11 править також за гідрозатвор.

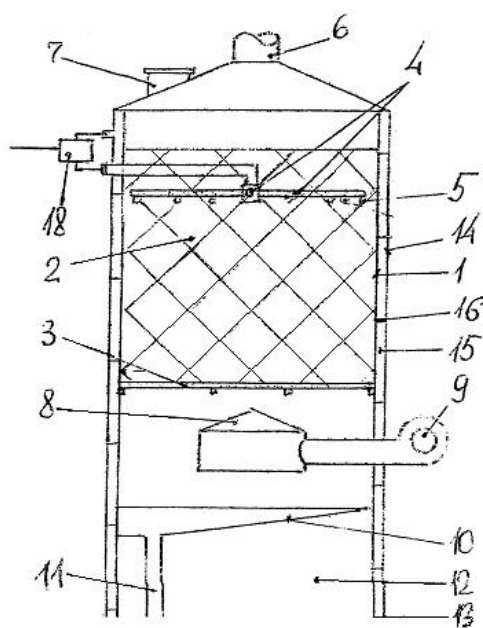
Вода другого потоку після проходження клапана 18 опускається по кільцевому спіралеподібному каналу 14, нагріваючись від стінки корпусу, нагрітої продуктами згоряння, як на рівні контактної камери 2, так і на рівні камери згоряння 8. Через патрубок 17 вода другого потоку потрапляє у водозбірник 12, де змішується з водою першого потоку.

Регулювання температури води, що виводиться з пристрою через патрубок 13, здійснюється шляхом регулювання величини співвідношення витрати першого та витрати другого потоків за допомогою клапана 18. При цьому регулюванні керуються формулою:

$\alpha/1-\alpha = (t_n - t_0)/(t_0 - t_b)$, де α - частка потоку, що нагрівають контактено-поверхневим методом; $1-\alpha$ - частка потоку, що нагрівають конвективним методом; t_n - температура води після її пропускання через контактний шар; t_0 - температура води, яку подають у мережу, та t_b - температура холодної води (в зворотній лінії).



Фиг. 1



Фиг. 2