



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **55906** (13) **U**  
(51) МПК (2009)  
F24H 1/12

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) СПОСІБ РОБОТИ ДВОБАРАБАННОГО ВОДОГРІЙНОГО КОТЛА

1

2

(21) u201008296

(22) 05.07.2010

(24) 27.12.2010

(46) 27.12.2010, Бюл. № 24, 2010 р.

(72) ЛАВРЕНЦОВ ЄВГЕН МИХАЙЛОВИЧ, МАРЧЕНКО ГЕОРГІЙ СЕРГІЙОВИЧ, СМІХУЛА АНАТОЛІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, МАКАРЕНКО ВІКТОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(73) ІНСТИТУТ ГАЗУ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(57) Спосіб роботи двобарабанного водогрійного котла, що включає подачу хімічно очищеної води в гідравлічну систему котла і тепломережу з наступною подачею зворотної води в труби як конвективної поверхні, так і радіаційної поверхні, а також подачу нагрітої води споживачам, який **відрізняється** тим, що зворотну воду єдиним потоком подають спочатку в труби радіаційної поверхні нагріву зверху вниз, а потім в труби конвективної поверхні нагріву знизу наверх, з яких направляють в тепломережу для споживачів.

Корисна модель належить до водогрійних котлів, в яких вода відділена від нагрівачого середовища. Котел може бути використаний для системи водяного опалення і гарячого водопостачання житлових, громадських та інших будівель.

Відомий спосіб роботи двобарабанного водогрійного котла (патент України №22331, М.Кл.<sup>6</sup> F24H1/12, 1998р.), в якому холодну хімічно очищену воду подають для заповнення гідравлічної системи котла і мережної системи подачі нагрітої води до споживачів теплової енергії, в котрих створюють циркуляцію води з підведенням тепла до води від спалення палива в топці. Охолоджену (зворотну) воду після споживачів тепла підводять через вхідний трубопровід до котла і поділяють на дві частини. До однієї частини додають частину нагрітої води, відведеної від вихідного трубопроводу інжекційним відсосом, змішують їх і направляють в нижній барабан і через труби конвективної поверхні нагріву, де воду нагрівають від продуктів згоряння палива в топці, в верхній барабан. А другу частину в одночасі подають в нижній колектор радіаційної поверхні нагріву, а потім у труби цієї поверхні, де воду нагрівають від факелу і продуктів згоряння, і подають в верхній барабан, де її змішують з водою, яка поступає в барабан через конвективні труби, і через вихідний трубопровід подають в тепломережу для споживачів теплової енергії за винятком частини нагрітої води, яку відводять від верхнього трубопроводу інжекційним відсосом для змішування.

Відомий також спосіб роботи двобарабанного водогрійного котла (декларційний патент України на корисну модель №1431, М.кл.<sup>6</sup> P24H1/12, 2002 року), в якому холодну хімічно очищену воду подають для заповнення гідравлічної системи котла і мережної системи подачі нагрітої води до споживачів теплової енергії, в котрих створюють циркуляцію води з підведенням тепла до них від спалення палива в топці. Охолоджену воду після споживачів тепла підводять через вхідний трубопровід до котла і поділяють на дві частини. До однієї частини додають частину нагрітої води, відведеної від вихідного трубопроводу інжекційним відсосом, змішують їх і направляють в нижній барабан і через труби конвективної поверхні нагріву, де воду нагрівають від продуктів згоряння палива в топці, в верхній барабан. А другу частину в одночасі подають в верхню частину опускних труб, по яких воду опускають до нижніх колекторів радіаційної поверхні нагріву, а потім в труби цієї поверхні, де воду нагрівають від факелу і продуктів згоряння, і подають в верхній барабан, де її змішують з водою, яка поступає в барабан через конвективні труби, і через вихідний трубопровід подають в тепломережу для споживачів теплової енергії за винятком частини нагрітої води, яку відводять від вихідного трубопроводу інжекційним відсосом для змішування. Додаткова циркуляція, яка створена між нижніми колекторами і нижнім барабаном, повинна забезпечувати саморегулювання розподілу води між ними від можливої зміни тиску води в них в процесі роботи.

(13) **U**  
(11) **55906**  
(19) **UA**

У відомих способах охолодження (зворотну) воду після споживачів тепла подають двома частинами (потоками). Розподіл води на два потоки зменшує в два рази швидкість її порівняно з єдиним потоком, а це збільшує можливість порушення циркуляції і скипання води в окремих елементах циркуляції. Взагалі надійність роботи водогрійних котлів пов'язана з прямоточністю і послідовністю руху води, коли вода єдиним потоком проходить послідовно по елементах циркуляційної системи. А додаткова циркуляція, яка створена між нижніми колекторами і нижнім барабаном і повинна забезпечувати саморегулювання розподілу живлення між ними, в умовах неможливості контролю зміни тиску води і впливу на нього, від якого залежить саморегулювання, стає сама неконтрольованою, що не сприяє забезпеченню надійної роботи системи.

Найбільш близький за сукупністю ознак до пропозиції є спосіб роботи двобарабанного водогрійного котла (Лавренцов Е.М., Сигал І.Я., Куц В.П., Колчев В.А. і др. «Повышение эффективности паровых котлов типа ДКВР, работающих в водогрейном режиме» // Экотехнологии и ресурсосбережение. - 2006. - 2 - С.23-28), в якому охолоджену (зворотну) воду після споживачів тепла єдиним потоком через вхідний патрубок подають в задню частину верхнього барабану. З верхнього барабану воду опускають по конвективних трубах, де її нагрівають від продуктів згоряння палива в топці котла, в нижній барабан і через нижні колектори радіаційної поверхні нагріву подають в труби цієї поверхні, де воду догрівають до розрахункових параметрів від факелу і продуктів згоряння, і далі в передню частину верхнього барабану. З верхнього барабану нагріту воду через вихідний патрубок направляють в тепломережу для споживачів теплової енергії. Але за даним способом охолоджена (зворотна) вода, яку з верхнього барабану направляють вниз по трубах конвективної поверхні нагріву до нижнього барабану, має дуже малу швидкість, пов'язану з тим, що живий переріз труб конвективної поверхні нагріву дуже великий і приблизно в 10 разів більший від живого перерізу труб радіаційної поверхні нагріву. Дуже мала швидкість може призвести до скипання води в окремих трубах, де в результаті гідравлічної нерівномірності, що має місце при живленні паралельно підключених труб, швидкість води може бути ще меншою. А при русі води вниз парові бульбашки при скипанні будуть направлені наверх, тобто назустріч руху води, а це буде призводити до ще більшого зниження швидкості руху води і більшому скипанню. Останнє може призвести до гідравлічних ударів в таких трубах, до порушень зварних з'єднань чи місць розвальцовки труб. Тому що зворотна вода має найнижчу температуру в гідравлічній системі і тому, що температура продуктів згоряння, що нагрівають воду, найменша після віддачі частини тепла від спалювання палива воді в трубах радіаційної поверхні нагріву, то на зовнішній поверхні окремих конвективних труб в результаті тієї ж гідравлічної нерівномірності температура може бути нижче від температури точки роси і тому може утворюватись корозійно-активний

конденсат. Також при цьому способі збільшується теплове навантаження на труби радіаційної поверхні, тому, що в топці температура топкового середовища найвища від факелу палива і до того ж вода в радіаційні труби поступає вже нагрітою після конвективної поверхні нагріву.

В основу пропозиції покладено завдання удосконалення способу роботи двобарабанного водогрійного котла, в якому, внаслідок зміни напрямку подачі зворотної води в котел і відведення прямої води з котла, забезпечується робота котла без перегрівання (скипання) води, як в трубах радіаційної поверхні нагріву, так і в трубах конвективної поверхні нагріву, а також підвищення температури зовнішньої поверхні конвективних труб до температури вищої від температури точки роси і за рахунок цього унеможливується утворення корозійно-активного конденсату, що сприяє тривалій безаварійній (надійній) роботі котла.

Поставлене завдання вирішено завдяки тому, що в способі роботи двобарабанного водогрійного котла, який включає подачу хімічно очищеної води в гідравлічну систему котла і тепломережу з наступною подачею зворотної води в труби як конвективної поверхні, так і радіаційної поверхні, а також подачу нагрітої води споживачам, згідно пропозиції, зворотну воду єдиним потоком подають спочатку в труби радіаційної поверхні нагріву зверху вниз, а потім в труби конвективної поверхні нагріву знизу наверх, з яких направляють в тепломережу для споживачів.

Сукупність відомих ознак пропозиції дозволяє вирішити поставлене завдання тому, що зворотна (охолоджена) вода має найнижчу температуру води в температурному графіку гідравлічної системи котла, краще охолоджує труби цієї поверхні. Це особливо важливо в умовах підвищеного теплового навантаження від факелу палива і високої температури продуктів згоряння. Процесу охолодження радіаційних труб сприяє також порівняно висока швидкість води в радіаційних трубах. Тобто подача самої холодної води і порівняно велика швидкість води - це фактори, які роблять роботу радіаційної поверхні надійною від перегрівання (скипання), незважаючи на те, що рух води в трубах йде зверху вниз. А переміщення частково нагрітої води в труби конвективної поверхні нагріву сприяє підвищенню температури зовнішньої поверхні труб до температури точки роси чи вище і тому ліквідує можливість появи на поверхні корозійно-активного конденсату, а також зменшує ризик гідравлічних ударів у випадках скипання води в окремих трубах завдяки тому, що парові бульбашки будуть підійматися разом з рухом води наверх, а не проти руху, навпаки сприяючи йому, входити в верхній барабан, заповнений водою, і конденсуватися.

Пропонований спосіб здійснюють згідно схеми, представленої на кресленні.

Спочатку холодну хімічно очищену воду подають для заповнення гідравлічної системи котла і мережної системи подачі нагрітої води до споживачів і зворотної (охолодженої) води від споживачів до котла, в котрих створюють циркуляцію води з підведенням тепла до води від спалення палива

в топці котла. Після заповнення систем і створення циркуляції холодну воду нагрівають і подають до споживачів. Після споживачів зворотну (охлаждену) воду одним потоком подають через вхідний патрубок 1 і верхній барабан 2 в труби радіаційної поверхні нагріву 3 зверху вниз, де її частково підігрівують від факелу і продуктів згоряння палива. Потім частково підігріту воду подають через колектор 4 і нижній барабан котла 5 в труби конвективної поверхні нагріву 6 знизу наверх, де воду догрівають до розрахункових показників від продуктів згоряння палива і через верхній барабан 7 і вихідний патрубок 8 нагріту (пряму) воду подають в тепломережу до споживачів.

В котельні ПТУ-8 м.Києва були проведені випробування способу роботи двобарабанного водогрійного котла згідно способу роботи за прототипом та за пропонуваним способом.

Приклад 1 (за прототипом)

При тепловому навантаженні в 1,93Гкал/г зворотну (охлаждену) воду після споживачів тепла єдиним потоком при температурі 50°C направляють через верхній барабан в труби конвективної поверхні, а потім по трубах опускають зверху вниз при малій швидкості в 0,05м/с, нагрівають її в трубах від тепла продуктів згоряння палива в топці котла до температури 66°C. Далі воду через нижній барабан і нижні колектори радіаційної поверхні подають в труби цієї поверхні, де воду підіймають знизу наверх з достатньою в котловій практиці швидкістю 0,5м/с і догрівають від факелу і продуктів згоряння палива в топці до розрахункової температури в 90°C і через верхній барабан направляють тепломережею споживачам.

Результати випробувань наведені в табл.1.

Приклад 2 (за прототипом)

Як і в прикладі 1, але при тепловому навантаженні в 1,338Гкал/г, при цьому температурний режим води буде іншим. Так, температура зворотної води 38°C, температура води на виході з труб конвективної поверхні 46°C, а температура води догрітої до розрахункової величини всього 58°C. Зниження температурного рівня циркуляційної води залишає можливість закипання води в окре-

мих трубах конвективної поверхні через дуже малу швидкість води в трубах і призводить до 90-100% можливості утворення агресивного конденсату на зовнішній поверхні конвективних труб.

Результати випробувань наведені в табл.2.

Приклад 3 (за пропонуваним способом)

При тепловому навантаженні 1,93Гкал/г зворотну (охлаждену) воду після споживачів тепла одним потоком при температурі 50°C направляють через верхній барабан в труби радіаційної поверхні, а потім по трубах опускають зверху вниз з достатньою в практиці експлуатації водогрійних котлів швидкістю води в трубах 0,5м/с, нагріваючи її від факелу і продуктів згоряння палива в топці до температури 74°C. Далі воду через нижні колектори радіаційної поверхні, нижній барабан подають в труби конвективної поверхні, де воду підіймають знизу наверх з малою швидкістю в 0,05м/с і догрівають від тепла продуктів згоряння палива в топці котла до розрахункової температури 90°C і через верхній барабан направляють в тепломережу до споживачів.

Результати випробувань наведені в табл.1.

Приклад 4 (за пропонуваним способом)

Як і в прикладі 3, але при тепловому навантаженні в 1,338Гкал/год, при цьому температурний режим буде іншим. Так, температура зворотної води буде 38°C, температура води на виході з труб радіаційної поверхні 50°C, а температура води догрітої до розрахункової величини всього 58°C. Але зниження температурного рівня циркуляційної води не призводить до створення агресивного конденсату на зовнішній поверхні конвективних труб тому, що різниця між температурою зовнішньої поверхні труб і температурою точки роси залишається ще великою, а скипання води в окремих трубах, можливість якого 100% виключити не можна, не можуть потребувати якихось запобіжних заходів тому, що при русі води наверх парові пухирі в окремих трубах разом з водою будуть входити у верхній барабан, не створюючи опору руху води, і конденсуватися.

Результати випробувань наведені в табл.2.

Таблиця 1

Результати випробувань роботи двобарабанного водогрійного котла при номінальному навантаженні

№	Назва показників	за прототипом	за пропозицією
1.	Теплопродуктивність режиму, Гкал/год	1,93	1,93
2.	Темп-ра води на вході в труби конвект. поверхні, °C	50	74
3.	Темп-ра води на виході з труби конвект. поверхні, °C	66	90
4.	Темп-ра води на вході в труби радіаційної поверхні, °C	66	50
5.	Темп-ра води на виході з труби радіаційної поверхні, °C	90	74
6.	Темп-ра зовн. поверхні труби конвект. поверхні, °C	83	107
7.	Темп-ра зовн. поверхні труби радіаційної поверхні, °C	103	87
8.	Темп-ра точки роси прийнята для газового пальника, °C	62	62
9.	Різниця між температурами за п.п.6 і 8, °C	21	45
10.	Різниця між температурами за п.п.7 і 8, °C	41	25

Як бачимо, різниця між температурами зовнішньої поверхні конвективних труб і точки роси за прототипом 45°C проти 21°C за пропозицією, тоб-

то за пропозицією вірогідність утворення корозійного конденсату значно менша відносно прототипу. Також в способі роботи двобарабанного водог-

рійного котла за пропозицією робота проходить в більш поміркованому температурному режимі ніж робота за прототипом. Так, температура зовнішньої поверхні труб радіаційної поверхні всього 87°C проти 103°C за прототипом. Більш низька температура зовнішньої поверхні труб радіаційної поверхні нагріву впливає на деяке зниження температури факелу і продуктів згоряння топки і тим самим впливає на покращення екологічних показників котла.

В табл.1 наведені дані роботи котла в номінальному режимі. Відомо, що середньорічне теплове

навантаження водогрійних котлів становить 50-60% від номінального навантаження. Це значить, що приблизно 30% часу з навантаженням 50%, 30% часу з навантаженням 60% і тільки 10% часу з 100% навантаженням, при випробуваннях найменше навантаження було в 1,338Гкал/год, що становить 70% від номіналу. Також відомо, що при зниженні навантаження знижується температурний рівень води, як зворотної, так і прямої. А це підвищує можливість створення умов для корозійної конденсації. В табл.2 наводяться деякі дані.

Таблиця 2

Результати випробувань способу роботи двобарабанного водогрійного котла при меншому від номінального навантаженні

№	Назва показників	за прототипом	за пропозицією
1.	Теплопродуктивність режиму, Гкал/год	1,338	1,338
2.	Темп-ра води на вході в труби конвект. поверхні, °C	38	50
3.	Темп-ра води на виході з труби конвект. поверхні, °C	46	58
4.	Темп-ра води на вході в труби радіаційної поверхні, °C	46	38
5.	Темп-ра води на виході з труби радіаційної поверхні, °C	58	50
6.	Темп-ра зовн. поверхні труби конвект. поверхні, °C	67	79
7.	Темп-ра зовн. поверхні труби радіаційної поверхні, °C	77	69
8.	Темп-ра точки роси прийнята для газового пальника, °C	62	62
9.	Різниця між температурами за п.п.6 і 8, °C	5	17
10.	Різниця між температурами за п.п.7 і 8, °C	15	7

При зниженні навантаження котла підвищується можливість корозійної конденсації. Так, в цьому прикладі температура зовнішньої поверхні конвективних труб в прототипі всього на 5°C вище від температури точки роси. Можна очікувати, що при подальшому зниженні навантаження до 30-40% температура зовнішньої поверхні конвективних труб буде в межах температури конденсації, тобто точки роси, а температура зовнішньої поверхні конвективних труб за пропозицією буде мати де-

яке перевищення на 4-6°C від температури точки роси.

Таким чином, в способі роботи двобарабанного водогрійного котла за пропозицією агресивної конденсації на зовнішній поверхні конвективних труб, перегріву труб поверхонь нагріву котла, порушення циркуляції в гідравлічній системі котла через можливе скипання води в трубах не відбуватиметься в усьому діапазоні навантаження котла.

