



(19) **UA** (11) **36103** (13) **U**  
(51) **МПК (2006)**  
**F28D 15/00**  
**F28F 1/00**  
**F28F 13/00**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ**

# ОПИС

## ДО ПАТЕНТУ

### НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) КОНТАКТНИЙ ТЕПЛОУТИЛІЗАТОР

1

2

(21) u200806889  
(22) 19.05.2008  
(24) 10.10.2008  
(46) 10.10.2008, Бюл.№ 19, 2008 р.  
(72) НІЩИК ОЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ, UA, ГЕР-  
ШУНІ ОЛЕКСАНДР НАУМОВИЧ, UA  
(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-  
ТУТ", UA  
(57) 1. Контактний теплоутилізатор, що містить  
корпус з активною насадкою-теплообмінником в

ньому, який **відрізняється** тим, що насадка виконана у вигляді випаровувальних ділянок пакета теплових труб, які разом з конденсаційними ділянками цього пакета теплових труб утворюють теплообмінник.

2. Контактний теплоутилізатор за п. 1, який **відрізняється** тим, що випаровувальні ділянки теплових труб оснащено ребрами.

3. Контактний теплоутилізатор за п. 1, який **відрізняється** тим, що випаровувальні ділянки і конденсаційні ділянки теплових труб оснащено ребрами.

Корисна модель відноситься до галузі енергетики і може бути використана при розробці утилізаторів теплоти відхідних потоків від паливо - та енерговикористовуючого устаткування.

Відомий контактний теплоутилізатор [див. книгу В.Г. Григоров, В.К. Нейман, С.Д. Чураков і др. Утилизация низкопотенциальных тепловых вторичных энергоресурсов на химических предприятиях. -М.: Химия, 1987, с.116-119, рис. 4.18] містить корпус з насадкою в ньому. Насадка найчастіше виконується з керамічних кілець. До переваг таких теплоутилізаторів, які часто застосовуються в якості економайзерів, при укладанні кілець насадки у шахматному порядку є їх відносно невеликий аеродинамічний опір і вартість. Однак коефіцієнт теплообміну між газами та водою в таких насадкових шарах невеликий і глибоке охолодження відхідних газів може бути досягнуто при висоті насадкового шару не менше 1,2м. Внаслідок великих трудовитрат при спорудженні упорядкованого шару великих габаритів застосовують більш простий і менш трудовитратний спосіб завантаження кілець навалом. Але при більших величинах коефіцієнту теплообміну між відхідними газами та водою значно збільшується вибродований білизною насадки іноді суттю контактний теплоутилізатор [див. книгу М.Ю. Ліхтман, Л.О. Храмович. Обладнання та експлуатація котельнь. -Київ: Техніка, 1997. с.76, 77, рис.3.2], що містить корпус з актив-

ною насадкою-теплообмінником в ньому. Ця так звана активна насадка являє собою введенний в корпус поверхневий теплообмінник у вигляді паке-ту змійовиків з труб. Аеродинамічний опір такої насадки значно менший у порівнянні з насадкою, застосованою у аналогові, а коефіцієнт теплообмі-ну більший за рахунок того, що тепловий потік пе-редається до труб насадки і далі до води, що цир-кулює в них, як від нагрітої в потоковій відхідних газів води, так і безпосередньо від газів. До того ж на трубах може відбуватися процес конденсації водяної пари з газів (у випадку неповного змочу-вання) або на водяній плівці при температурі, ме-ншій температури точки роси димових газів, що сприяє інтенсифікації теплообміну між відхідними газами і активною насадкою-теплообмінником.

В той же час недоліками технічного рішення прототипу є все ще низька ефективність внаслідок невисокої інтенсивності теплообміну зі сторони середовища, яке рухається всередині труб. Це спричинюється малою площею поверхні теплообміну (площа внутрішньої поверхні труб активної насадки-теплообмінника) та застосуванням мало-ефективного режиму повздовжнього обтікання теплоносієм внутрішньої поверхні цих труб. Невисока інтенсивність теплообміну між гарячим та холодним теплоносіями також обумовлюється застосованими в прототипі малоефективними режимами взаємного руху теплоносіїв, а саме прямотечія для відхідних газів та води та перехресний і на

$${}^{(19)}\text{UA} \quad {}^{(11)}\text{36103} \quad {}^{(13)}\text{U}$$

невеличких ділянках протіччя для відхідних газів і води, що циркулює в активній насадці. Характерним для прототипу є також низька ремонтпридатність, тому що при виході з ладу хоча б одного змійовика потребує заміни весь пакет. Внутрішню поверхню змійовиків неможливо очистити без проведення великого об'єму робіт з демонтажем-монтажем всього пакету.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення контактного теплоутилізатора, в якому нова будова насадки-теплообмінника дозволила б забезпечити підвищення ефективності роботи, ремонтпридатності та спростити очищення.

Поставлена задача вирішується тим, що в контактному теплоутилізаторі, що містить корпус з активною насадкою-теплообмінником в ньому, згідно з корисною моделлю, насадка виконана у вигляді випаровувальних ділянок пакета теплових труб, які разом з конденсаційними ділянками цього пакета теплових труб утворюють теплообмінник. Теплові труби можуть бути споряджені ребрами на їх випаровувальних ділянках або на випаровувальних і конденсаційних ділянках.

Виконання насадки у вигляді випаровувальних ділянок пакета теплових труб, які разом з конденсаційними ділянками цього пакета теплових труб утворюють теплообмінник, дозволяє забезпечити підвищення ефективності роботи в порівнянні з прототипом за рахунок реалізації в кожній з теплових труб при функціонуванні контактного теплоутилізатора випаровувально-конденсаційного контуру. Після монтювання контактного теплоутилізатора випаровувальні частини контурів знаходяться в корпусі теплоутилізатора в потоковій відхідних димових газів, а конденсаційні - у камері для холодного теплоносія, наприклад, в потоковій повітря або води. Багаторазове збільшення поверхні теплообміну з боку теплоносія, для руху якого в технічному рішенні-прототипові були призначені труби, досягається тим, що внутрішню поверхню труб в пропонованому технічному рішенні замінено на розгалужену поверхню теплообміну, утворену конденсаційними ділянками пакета теплових труб, а зв'язок між потоками теплоносіїв (відхідні гази і гаряча вода та теплоносії, що повинні бути нагріті в теплоутилізаторі) ефективно здійснюється за допомогою випаровувально-конденсаційних контурів в теплових трубах. При цьому температура по всій поверхні випаровувальних ділянках, як і по всій поверхні конденсаційних ділянок теплових труб буде приблизно однаковою. В пропонованому контактному теплоутилізаторі реалізований також ефективний спосіб теплообміну як зі сторони гарячого, так і холодного середовища, а саме шляхом поперечно-го обтікання гарячим і холодним потоками теплоносіїв зовнішніх поверхонь теплових труб. В пропонованому контактному теплоутилізаторі можна використовувати як найбільш ефективний протічєвий (зустрічний) режим руху теплоносіїв, при якому забезпечується найкраще використання існуючої різниці температур між теплоносіями та найбільше змінювання температури кожного з теплоносіїв [див., наприклад книгу Справочник по теплообмінникам: В 2т. Т.1.- М.: Энергоатомиздат,

1987.-560с, с.7,8], так і, при необхідності, прямотечєвий (паралельний рух) теплоносіїв. Висока ремонтпридатність пропонованого контактного теплоутилізатора забезпечується тим, що кожна з теплових труб пакета функціонує автономно і при розгерметизації однієї або кількох труб суттєво не буде змінюватися теплопередаюча спроможність пропонованого теплоутилізатора. Тобто розгерметизація однієї чи навіть кількох труб, що є малоймовірним, не може бути причиною помітного зниження ефективності роботи теплоутилізатора. Заміна однієї чи кількох теплових труб є досить простою операцією і не потребує демонтажу всього пакета теплових труб. Очищення зовнішніх поверхонь теплових труб або міжреберного простору також може проводитися без демонтажу пакету теплових труб на відміну від прототипу, для якого періодичне очищення внутрішньої поверхні труб пакету змійовиків неможливе без демонтажу теплоутилізатора.

Технічна суть та принцип дії запропонованого контактного теплоутилізатора пояснюється кресленням.

На кресленні зображений контактний теплоутилізатор, загальний вигляд. Контактний теплоутилізатор містить корпус 1 з випаровувальними ділянками 2 теплових труб 3 в ньому. Ці випаровувальні ділянки 2 теплових труб 3 з ребрами 4 виконують роль насадки для ефективної взаємодії відхідних газів з водою. В корпусі також знаходиться форсунка 5, водозбірний басейн 6 та краплевловлюючий шар 7. Корпус 1 споряджено вхідним 8 та вихідним 9 патрубками для входу в корпус та виходу з нього відхідних газів. Басейн 6 з'єднаний з форсункою 5 трубопроводом 10, який споряджено циркуляційним насосом 11. Зовні корпусу 1 знаходиться камера 12, де розміщено конденсаційні ділянки 13 теплових труб 3, виведені з корпусу 1 через ущільнення 14. Камера 12 в її нижній та верхній частинах споряджена вхідним 15 та вихідним 16 штуцерами для введення та виведення теплоносія, що має бути нагрітий в теплоутилізаторі.

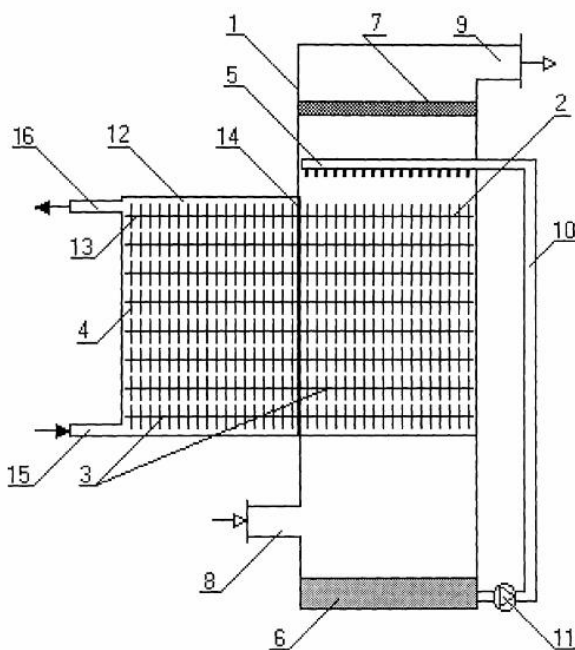
Контактний теплоутилізатор працює наступним чином. Відхідні гази подаються в корпус теплоутилізатора через вхідний патрубок 8 і виходять з нього через вихідний патрубок 9, звільняючись від крапель вологи у краплевловлюючому шарі 7. Взаємодія відхідних газів з водою відбувається у насадці-випаровувальних ділянках 2 теплових труб 3. Нагріта у насадці вода, що циркулює у замкнутому контурі, подається з басейну 6 до форсунки 5 трубопроводом 10 за допомогою циркуляційного насоса 11. Сприйнята від відхідних газів та нагрітої води теплота спричинює випаровування та кипіння теплоносія теплових труб 3, який переносить у кожній з труб тепловий потік у камеру 12. В камеру 12 подається теплоносій (газовий або рідинний) через штуцер 15. В камері 12 цей теплоносій нагрівається від конденсаційних ділянок 13 теплових труб 3 і виходить через вихідний штуцер 16. Конденсаційні ділянки 13 теплових труб 3 при цьому охолоджуються, що приводить до конденсації в них теплоносія теплових труб 3. Сконденсувавшись, теплоносій теплових труб 3 поверта-

ється на їх випаровувальні ділянки 2. При роботі контактного теплоутилізатора обидва процеси теплообміну розділені стінкою корпусу 1 з ущільненням 14.

Виготовлена модель контактного теплоутилізатора, що мала в своєму складі герметичну камеру-імітатор корпусу контактного теплоутилізатора, кілька теплових труб, випаровувальні ділянки яких вмонтовані в герметичну камеру, а конденсаційні ділянки цих теплових труб виведені через ущільнення в окрему камеру. Вище випаровувальних ділянок теплових труб було розміщено трубу з отворами у нижній її частині, що являла собою імітатор форсунки. До герметичної камери-імітатора корпусу теплоутилізатора в нижній її частині було приєднано штуцер, до якого підключався тепловентилятор. У верхній частині герметичної камери було зроблено отвір для виходу потоку повітря від тепловентилятора. Внизу герметичної камери було встановлено ємність для збирання води, що розбризкувалась імітатором форсунки. Вода з цієї ємності подавалась до імітатора форсунки за допомогою водяного насоса. Навкруги конденсаційних ділянок теплових труб була утворена камера для нагрівання навколишнього повітря з вхідним отвором внизу камери та вихідним -

вверху камери. В результаті проведених випробувань встановлено наступне:

- через деякий час після ввімкнення тепловентилятора та водяного насоса в герметичній камері розпочався процес передачі теплоти на конденсаційні ділянки теплових труб, про що свідчило підвищення температури цих ділянок теплових труб, яка вимірювалась;
- після прогрівання конденсаційних ділянок теплових труб в камері з цими ділянками починався рух повітря, про що свідчив потік нагрітого повітря, що виходив з верхнього отвору в цій камері;
- застосування в контактному теплоутилізаторі насадки у вигляді випаровувальних ділянок пакету теплових труб, що разом з їх конденсаційними ділянками утворюють теплообмінник, дозволить підвищити ефективність теплоутилізатора за рахунок як високих показників роботи замкнутого випаровувально-конденсаційного циклу, реалізованого в пакеті теплових труб, так і за рахунок створення оптимальних режимів течії теплоносіїв;
- висока ремонтпридатність теплоутилізатора обумовлена автономністю складових елементів активної насадки;
- спрощення очищення робочих поверхонь досягається заміною поверхонь, що підлягають очищенню, із внутрішніх на зовнішні.



Фіг.