



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **145343** (13) **U**
(51) МПК (2020.01)
B08B 15/00
B01D 45/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

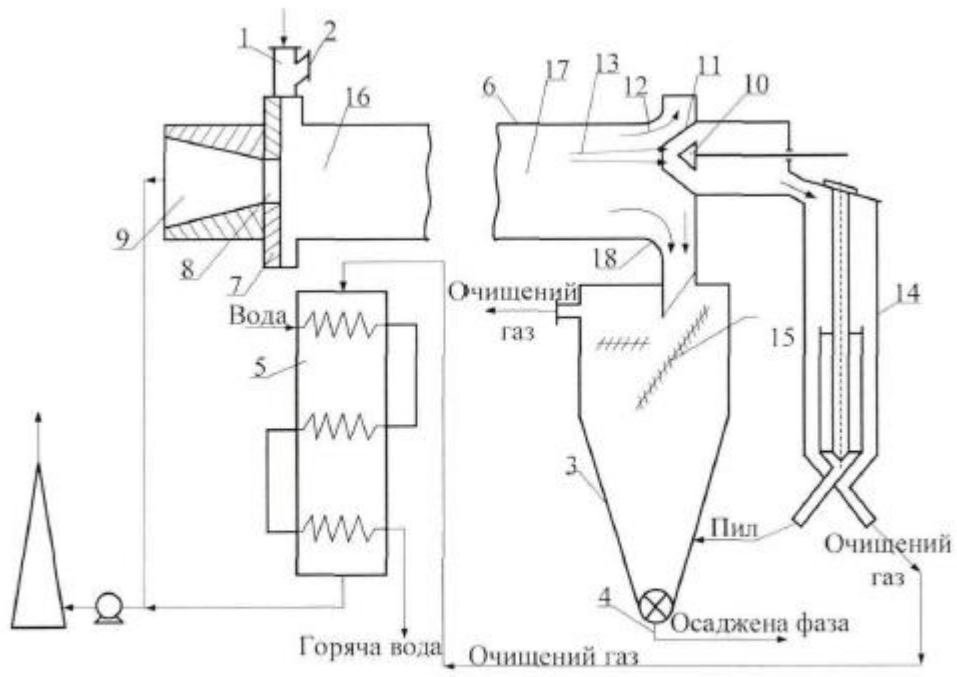
<p>(21) Номер заявки: u 2020 01361</p> <p>(22) Дата подання заявки: 28.02.2020</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 11.12.2020</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 10.12.2020, Бюл.№ 23</p>	<p>(73) Володілець (володільці): Брянкін Сергій Серафимович, вул. Тракторобудівників, 85, кв. 4, м. Харків, 61123 (UA), Пітак Інна Вячеславівна, просп. Московський, 15, кв. 62, м. Харків, 61003 (UA), Шапоров Валерій Павлович, вул. Блюхера, 40, кв. 92, м. Харків, 61129 (UA), Самойленко Наталія Миколаївна, вул. Ахсарова, 11-А, кв. 128, м. Харків, 61202 (UA), Баранова Антоніна Олегівна, вул. Лермонтовська, 38, кв. 44, м. Харків, 61024 (UA)</p>
---	---

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛА І ОЧИСТКИ ДИМОВИХ ГАЗІВ

(57) Реферат:

Установка для утилізації тепла і сухої очистки димових газів містить корпус з газоходами для підведення і відведення повітря, підігрівач технологічної води з патрубками підведення і відведення рідкого теплоносія, форбункер для осадження пилу, патрубки для виведення осадженого пилу. Газохід, для підведення димових газів у форбункер, виконаний у вигляді вихрової труби, параметри якої забезпечують при протіканні обертового потоку виникнення ефекту Ранка. На виході вихрової труби встановлений конічний сепаратор, для відділення підігрітого газу, що рухається в пристінному шарі. В прямооточному циклоні з коаксіальною вставкою виконаний отвір з дросельним клапаном. У форбункері виконані відбивачі у вигляді групи паралельних пластин, з можливістю зміни кутового положення відбивачів щодо потоку. Діаметр вихрової труби, її конфігурація і тип завихрювача потоку вибирається таким, щоб забезпечити значення Re при лінійному русі газу уздовж вихрової труби на рівні не менше $Re=10^6$. Додатково містить штуцер (сопло) для введення в аеродисперсну систему насичених парів води і/або води в кількості, яка буде відповідати стехіометричному відношенню до маси газових домішок (маса води дорівнює 1).

UA 145343 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до технологічних апаратів (установок) для утилізації тепла та очистки димових газів від високодисперсних часток, а також призначена для проведення процесів тепломасообміну між рідиною та газом. Особливість цієї установки полягає в тому, що установка належить до технічної галузі і може знайти застосування у хімічній, нафтохімічній, харчовій і суміжних галузях промисловості.

Відомий спосіб використання теплоти запилених газів, який здійснюється за допомогою регенеративного газового теплообмінника при концентрації пилу в газі $>5 \text{ г/м}^3$. Теплообмінник містить сферичні елементи, що передають тепло, які під впливом потоку запиленого газу утворюють псевдорозріджений шар. Пил, який осідає на поверхні сферичних теплопередавальних елементів, знімається або віддаляється завдяки контакту з тертям між цими елементами [1]. Шлях таким чином ефективно запобігає закупорюванню регенератора або теплообмінника при забиванні їх пилом. Внаслідок цього досягається висока теплова продуктивність теплообмінника.

Недоліком способу є те, що при досягненні досить ефективної продуктивності теплообміну ступінь очищення газопилового потоку від пилу на етапі вихлопу в димову трубу не перевищує 60 %.

Відома установка для утилізації тепла і очищення димових газів, що містить корпус з газоходами для підведення і відведення потоку, підігрівач технологічної води з патрубками підведення і відведення рідкого теплоносія, конусну рідинну ванну, патрубки виведення шламу. При цьому газоходи для підведення і відведення потоку виконані у вигляді одного трубопроводу з роздільною перегородкою між газоходами. Установка забезпечена форсунками, що здвоєні заспокоювачем рівня рідини, розміщеним у верхній частині рідинної ванни, розподільником димових газів, вібраційним пристроєм, шнековим і лопатевим для видалення шламу [2].

Недоліком установки і способу є те, що запилений димовий газ при введенні в установку контактує з поверхнею підігрівача технологічної води, а потім контактує з рідкою фазою (водою), рівень якої підтримується в конічній частині установки над елементом для видалення шламу.

Зазначене призводить до:

1) при введенні газу, осадження пилу на теплопередаючих поверхнях знижує ефективність підігрівачів;

2) при контакті з водою, утворюються значні об'єми шламів і суспензії, які необхідно утилізувати (обладнання для очищення води, зневоднення та утилізації шламів і т. п.).

Таким чином, у відомій установці реалізується процес утилізації тепла від запиленого газу, а очищення газу від пилу здійснюється "мокрим" способом.

Ці два фактори не можуть задовольнити ефективний процес утилізації тепла в підігрівачах, і незважаючи на високий ступінь очищення димових газів від пилу (до 92 %) установка і спосіб відрізняються складністю і ненадійністю в процесі експлуатації, а також її реалізація вимагає великих економічних витрат.

Задачею корисної моделі є забезпечення ефективних умов теплообміну і очистки газових викидів від пилу.

Поставлена задача вирішується тим, що в установці для утилізації тепла і сухої очистки димових газів, яка містить корпус з газоходами для підведення і відведення повітря, підігрівач технологічної води з патрубками підведення і відведення рідкого теплоносія, форбункер для осадження пилу, патрубки для виведення осадженого пилу, згідно з корисною моделлю з метою підвищення ефективності сухого очищення димових газів від пилу і забезпечення умов деструкції газових домішок типу (CO, NOx, SOx), що містяться в димових газах, а також підвищення надійності роботи підігрівачів технологічної води, газохід, для підведення димових газів у форбункер, виконаний у вигляді вихрової труби, параметри якої забезпечують при протіканні обертового потоку виникнення ефекту Ранка, а на виході вихрової труби, встановлений конічний сепаратор, для відділення підігрітого газу, що рухається в пристінному шарі, який насичений частинками пилу з подальшим відведенням потоку в форбункері, приосьовий потік, зі слідами пилу, через отвір з дросельним клапаном, направляється до прямооточного циклона з коаксіальною вставкою, де повністю відділяється від пилу, потоки очищеного гарячого газу з форбункера і після прямооточного циклона об'єднуються і направляються на підігрівач технологічної води.

В установці очищення газів від пилу у форбункері здійснюється за рахунок різкої зміни напрямку потоку з використанням відбивачів у вигляді групи паралельних пластин, з можливістю зміни кутового положення відбивачів щодо потоку.

В установці залежно від витрати аеродисперсної системи, що подається на очистку, її параметрів (P, T), діаметр вихрової труби, її конфігурація і тип завихрювача потоку вибирається

таким, щоб забезпечити значення Re при лінійному русі газу уздовж вихрової труби на рівні не менше $Re=10^6$.

В установці для інтенсифікації процесу деструкції газових домішок в аеродисперсній системі перед її введенням в завихрювач вихрової труби, передбачений штуцер (сопло) для введення в аеродисперсну систему насичених парів води і/або води в кількості, яка буде відповідати стехіометричному відношенню маси газових домішок (маса води дорівнює 1).

Пристрій пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 показана принципова схема установки, на фіг. 2 показаний прямооточний циклон з коаксіальною вставкою, на фіг. 3 вигляд А-А на фіг. 2.

Установка (фіг. 1) складається з наступних конструктивних елементів.

Аеродисперсна система через вхідний патрубок 1 (і при подачі необхідної кількості води, в необхідному співвідношенні через штуцер (сопло) 2) надходять у вихрову трубу 6, яка містить кільцевий завихрювач 7, діафрагму 8, камеру відведення холодного газу 9, камеру енергетичного поділу 16, зону квазіпотенційної течії 17, дросельний клапан 10, камеру відведення приграничного насиченого дисперсною фазою потоку 12, кінцевий сепаратор 11, камера для відводу приосьового потоку газу 13. По газоходу 18, потік газу, насичений дисперсною фазою, надходить у форбункер 3, а потім в патрубок для відведення осажденої фази 4, в якому встановлені блоки 15 відбивних перегородок з механічним управлінням, що забезпечує зміну кутового положення відбивачів, щодо потоку газу. Потік газу, насичений дисперсною фазою після форбункера, надходить в патрубок для відведення осажденої фази. Через кільцевий зазор, утворений кінцевим сепаратором і дросельним клапаном (яким регулюють співвідношення витрат вхідного газу, що виходить через вхідний патрубок і охолодженого газу, що виходить через камеру відведення холодного газу), очищений приосьовий потік газу надходить в прямооточний циклон з коаксіальною вставкою, де повністю очищається від слідів пилу. Пил з прямооточного циклона з коаксіальною вставкою 14 надходить в форбункер, а очищений гарячий газ об'єднується з потоком очищеного гарячого газу з форбункера і надходить на підігрівачі технологічної води 5, які складаються з декількох секцій. Гарячий газ віддає тепло, тим самим нагріваючи воду, а потім викидається в атмосферу через димову трубу. При цьому невеликий холодний потік газу об'єднується з газом, який в подальшому викидається в атмосферу.

Аеродисперсна система, що складається з суцільної газової фази і дисперсної фази, концентрація якої більше 5 г/нм^3 в суцільній фазі, міститься в межах до 100 мг/нм^3 газових домішок CO , NO_x , SO_x кожного виду, температура аеродисперсної системи на вході в установку $\geq 573 \text{ K}$, витрата $4000\text{-}12000 \text{ нм}^3/\text{год}$.

Прямоточний циклон з коаксіальною вставкою (фіг. 2) складається з наступних складових: 19 - корпус циклона з коаксіальною вставкою; 20 - кришка корпусу циклона; 21, 22 - труби; 23 - корпус теплообмінного блока; 24 - коаксіальна вставка; 25 - патрубок (тангенційний) для введення газу між корпусом циклона 19 і трубою 21; 26 - патрубок для відведення пилу; 27 - камера для відведення очищеного газу; 28 - дросельний клапан.

Установка працює в наступний спосіб.

Механізми процесів агломерації частинок пилу і деструкція газових домішок при проходженні аеродисперсної системи по вихровій трубі наступні:

Після подачі аеродисперсної системи через кільцевий завихрювач, в вихровій трубі при $Re \geq 10^6$ спостерігається дві зони руху закрученого осесиметричного потоку: зона, де течія потоку відповідає "квазітвердій". У цій зоні, в аеродисперсному потоці спостерігаються інтенсивні зіткнення дисперсних частинок, що призводить до інтенсивної їх агломерації. Встановлено, що частинки CaO , ZnO , Ca(OH)_2 , CaCO_3 і інші за розміром від $(5\div 10)$ мкм до $(30\div 50)$ мкм, одночасно в цій зоні спостерігається повний розподіл енергії потоку (температурний розподіл газового потоку), який призводить до зростання температури газового потоку при його русі від завихрювача до кінцевого сепаратора. Зростання температури при даних значеннях Re досягає $308\text{-}318 \text{ K}$. Таким чином, потік, після камери енергетичного поділу надходить в зону квазіпотенційної течії газу з підвищеною температурою відносно температури на вході, що дорівнює 573 K , тобто з температурою $608\div 620 \text{ K}$, а дисперсна фаза в зоні квазіпотенційної течії, в основному зосереджена в шарі, близькому до внутрішніх стінок (поверхні) вихрової труби.

У цій зоні (квазіпотенційної течії), приосьовий потік газу містить невеликі концентрації дисперсної фази (менше $0,03 \text{ г/нм}^3$) з розміром частинок ~ 5 мкм, яка ефективно вловлюється в прямооточному циклоні з коаксіальною вставкою. Після циклона, вміст пилу знаходиться в межах $0,005 \text{ г/нм}^3$.

Пристінковий потік, насичений дисперсною фазою, з величиною часток $\sim (25\div 50)$ мкм надходить в форбункер, де очищається, і очищений газ з форбункера з концентрацією

дисперсної фази 0,01 г/м³ об'єднується з потоком газу з прямогочного циклона і подається на нагрівач технологічної води з температурою не менше 580 К.

5 При проходженні аеродисперсної системи через вихрову трубу гідродинамічна обстановка в трубі і зростання температури потоку ініціює протікання гомогенного каталізу і хімічну взаємодію на поверхні дисперсних частинок, в результаті якого протікає деструкція газових домішок СО, NO_x, SO_x в присутності парів води, маса яких становить 3÷4 маси суми газових домішок. Тобто, якщо вміст NO_x ~100 мг/м³, то кількість водяної пари, або просто води подається в потік ~300 мг/м³

10 Термодинамічні розрахунки протікання каталітичних реакцій підтверджують можливість протікання процесів деструкції в інтервалі температур 550÷620 К. На практиці, дана ступінь деструкції зазначених газових домішок становить 75-80 %, тобто, якщо надходить 100 мг/м³, то на виході з установки концентрація становить 20÷25 мг/м³.

15 Якщо число Re в трубі складає менше 10⁴, то інтенсивність коагуляції знижується в 2 рази, тобто знижується і ступінь очищення, а ступінь деструкції знижується до 20-25 % при підтримці температури, яка дорівнює температурі на вході в установку.

Бібліографічні джерела

1. SU 1 728 593 A1. Устройство для утилизации тепла и очистки дымовых газов / П.З. Кати, С.З. Паршиков, В.В. Александров, А.А. Добряков // Бюл. - 1992. - № 15. - С. 33.
- 20 2. SU 1 494 941 A1. Установка для утилизации тепла и очистки газов / Г.А. Федоров // Бюл. - 1989. - № 27. - С. 26.

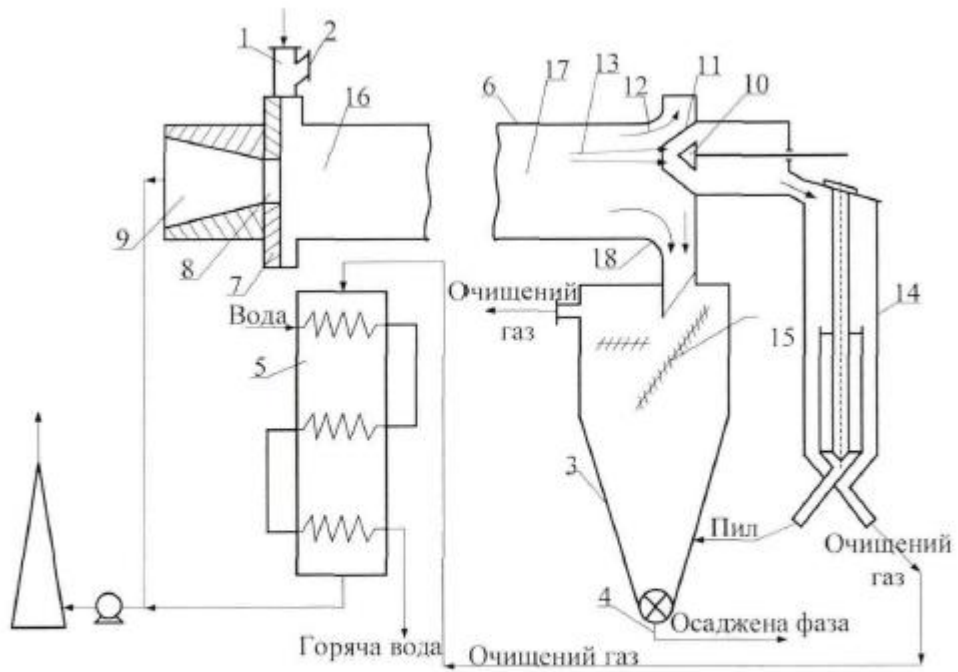
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

25 1. Установка для утилізації тепла і сухої очистки димових газів, яка містить корпус з газоходами для підведення і відведення повітря, підігрівач технологічної води з патрубками підведення і відведення рідкого теплоносія, форбункер для осадження пилу, патрубки для виведення осадженого пилу, яка **відрізняється** тим, що газохід, для підведення димових газів у форбункер, виконаний у вигляді вихрової труби, параметри якої забезпечують при протіканні обертового потоку виникнення ефекту Ранка, а на виході вихрової труби встановлений кінцевий сепаратор, для відділення підігрітого газу, що рухається в пристінному шарі, в прямогочному циклоні з коаксіальною вставкою виконаний отвір з дросельним клапаном.

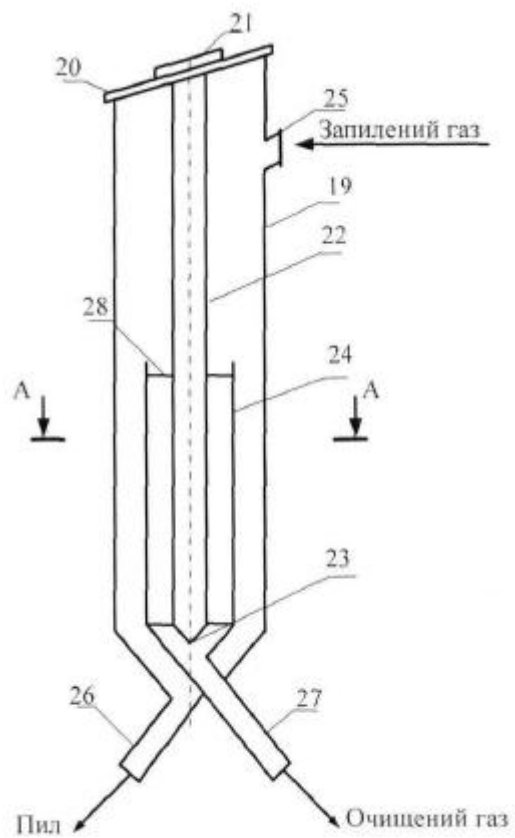
30 2. Установка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що у форбункері виконані відбивачі у вигляді групи паралельних пластин, з можливістю зміни кутового положення відбивачів щодо потоку.

35 3. Установка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що діаметр вихрової труби, її конфігурація і тип завихрювача потоку вибирається таким, щоб забезпечити значення Re при лінійному русі газу уздовж вихрової труби на рівні не менше Re=10⁶.

4. Установка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що додатково містить штуцер (сопло) для введення в аеродисперсну систему насичених парів води і/або води в кількості, яка буде відповідати стехіометричному відношенню до маси газових домішок (маса води дорівнює 1).



Фиг. 1



Фиг. 2

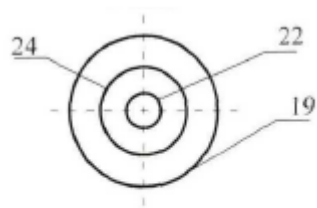


Fig. 3