



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **124360** (13) **U**

(51) МПК (2018.01)

B01D 53/34 (2006.01)**B01D 53/46** (2006.01)**B01D 47/00**МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**(21) Номер заявки: **u 2017 09196**(22) Дата подання заявки: **18.09.2017**(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.04.2018**(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.04.2018, Бюл.№ 7**

(72) Винахідник(и):

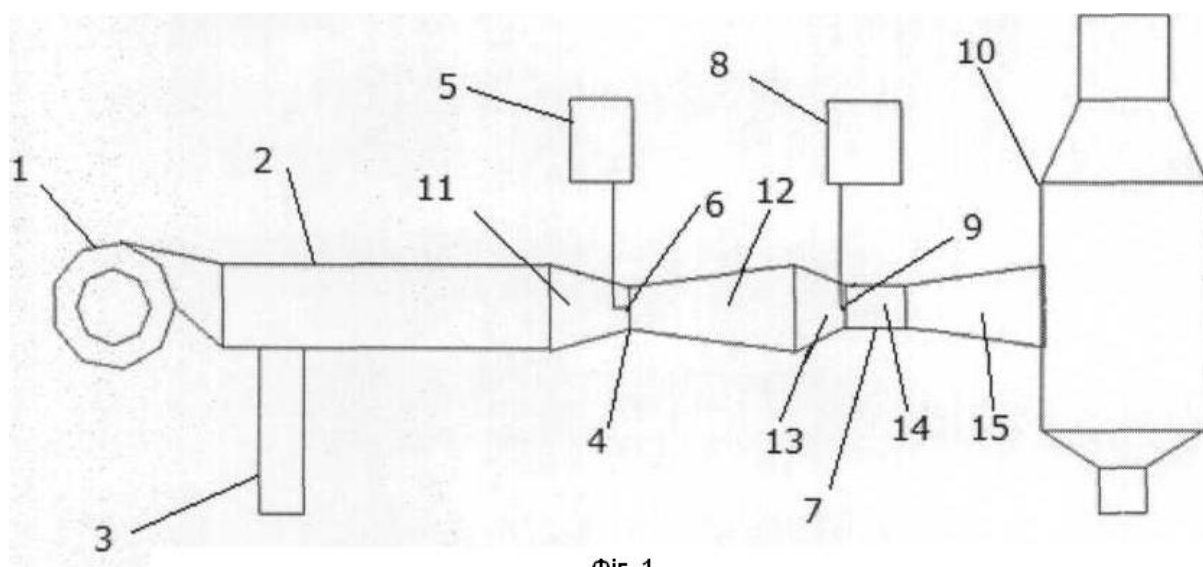
**Когут Володимир Омелянович (UA),
Бутовський Єгор Дмитрович (UA),
Бушманов Володимир Михайлович (UA),
Хмельнюк Михайло Георгійович (UA),
Швець Валерій Тимофійович (UA)**

(73) Власник(и):

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ,
вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039 (UA)****(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ДИМОВИХ ГАЗІВ ВІД ОКСИДІВ СІРКИ, АЗОТУ ТА ВУГЛЕЦЮ****(57) Реферат:**

Пристрій для очистки димових газів від оксидів сірки, азоту та вуглецю містить вузол очистки, який включає конфузор, камеру змішування та дифузор, зрошувальний пристрій, розташований всередині вузла очистки та вузол відділення рідини від димового газу. Він додатково містить нагнітач, камеру змішування та вузол попереднього охолодження, всередині якого розташований зрошувальний пристрій. Як зрошувальні пристрої використовують форсунки. Як вузол попереднього охолодження використовують перший теплообмінник-ежектор, що містить конфузор, всередині якого на виході розташована перша форсунка, сполучена з ємністю для охолоджуючого агенту, та дифузор. Як вузол очистки використовують другий теплообмінник-ежектор, всередині якого на виході з конфузора розташована друга форсунка, сполучена з ємністю для води, при цьому вихід нагнітача сполучений з камерою змішування, яка через патрубок подачі димових газів сполучена з оточуючим середовищем, та з конфузоровим першого теплообмінника-ежектора, дифузор якого сполучений з конфузоровим другого теплообмінника-ежектора, дифузор якого сполучений з відділювачем рідини.

UA 124360 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до пристроїв для очистки димових газів від оксидів сірки, азоту, вуглецю, і призначена для використання в різних галузях промисловості, наприклад енергетичній, хімічній, металургійній та ін, де застосовують спалення твердого або рідкого палива.

Зміст у вихідних димових газах оксидів сірки, азоту, вуглецю, що утворюються при спаленні твердого або рідкого палива, являє собою серйозну екологічну загрозу. Наприклад, такі хімічні сполуки, як сірчистий ангідрид SO_2 та сірчаний ангідрид SO_3 , оксиди азоту NO , оксиди вуглецю CO_2 , при поєднанні в атмосфері з водяною парою утворюють кислоти H_2SO_3 , H_2SO_4 , HNO_3 , HNO_2 , H_2CO_3 які спричиняють шкідливий вплив на здоров'я людей, призводять до загибелі лісів та плодівих дерев, зниження врожайності сільськогосподарських культур.

Найбільш близьким до технічного рішення, що заявляється, є контактний апарат для очищення відхідних газів від діоксиду сірки і пилу (див. патент України на корисну модель №51948, опубл. 10. 08. 2010, бюл. № 15), котрий включає два ступеня очистки.

Перший ступінь являє собою трубу Вентурі, що складається з конфузора, зрошувального пристрою, горловини труби прямокутної конфігурації, переріз якої змінюється за рахунок регулюючих пластин, і дифузора. Другий ступінь являє собою апарат ударно-інерційної дії, котрий складається з вхідного патрубку, який з'єднаний з трубою Вентурі, імпелера (розташованого в апараті ударно-інерційної дії), каплевідбійних пластин, вихідного патрубка, переливного отвору та бункера.

Даний пристрій вибрано за найближчий аналог.

Пристрій, що заявляється, і пристрій за найближчим аналогом мають наступні спільні ознаки:

вузол очистки, який включає конфузор, камеру змішування (в найближчому аналогу - горловина труби прямокутної конфігурації, переріз якої змінюється за рахунок регулюючих пластин) та дифузор;

зрошувальний пристрій, розташований всередині конфузора вузла очистки;

віддільник рідини (в найближчому аналогу - апарат ударно-інерційної дії).

До недоліків пристрою за найближчим аналогом можна віднести наступне:

віддільник рідини створює занадто високі місцеві опори, що призводить до збільшення витрат на прокачування;

робота пристрою потребує постійної подачі великої кількості води для відділення суспензії від потоку газу.

В основу корисної моделі поставлена задача створити пристрій для очистки димових газів від оксидів сірки, азоту, вуглецю в якому шляхом заміни вузла очистки (введення теплообмінника-ежектора) та введення нових вузлів, застосування яких дозволить покращити теплообмін і прискорити реакцію виділення забруднюючих речовин, забезпечити підвищення якості очистки та покращення енергоефективності роботи.

Поставлена задача вирішена у пристрої для очистки димових газів від оксидів сірки, азоту та вуглецю, що містить вузол очистки, який включає конфузор, камеру змішування та дифузор, зрошувальний пристрій, розташований всередині вузла очистки та вузол відділення рідини від димового газу, згідно з корисною моделлю, він додатково містить нагнітач, камеру змішування та вузол попереднього охолодження, всередині якого розташований зрошувальний пристрій, як зрошувальні пристрої використовують форсунки, як вузол попереднього охолодження використовують перший теплообмінник-ежектор, що містить конфузор, всередині якого на виході розташована перша форсунка, сполучена з ємністю для охолоджуючого агента, та дифузор, як вузол очистки використовують другий теплообмінник-ежектор, всередині якого на виході з конфузора розташована друга форсунка, сполучена з ємністю для води, при цьому вихід нагнітача сполучений з камерою змішування, яка через патрубок подачі димових газів сполучена з оточуючим середовищем, та з конфузоровим першого теплообмінника-ежектора, дифузор якого сполучений з конфузоровим другого теплообмінника-ежектора, дифузор якого сполучений з віддільником рідини.

Відомий пристрій для очистки димових газів від канцерогенних речовин (див. патент України на корисну модель № 111416), в якому як вузол для змішування і теплообміну димових газів використовують конденсаційний ежекторний фільтр (КЕФ), що містить конфузор, камеру змішування і дифузор. Даний пристрій містить сполучені між собою нагнітач, вузол для змішування і теплообміну димових газів - КЕФ, форсунки для розпилення холодоагента, розташовані всередині КЕФ, збірник шкідливих фракцій, трубопровід подачі очищаючого компонента, реверсивний роздільник потоку та ємність для зберігання і подачі холодоагента. Вихід нагнітача сполучений з конфузоровим КЕФ, дифузор якого сполучений з реверсивним роздільником потоку, в нижній частині якого встановлений збірник шкідливих фракцій. Форсунки

для розпилення холодоагента розташовані в камері змішування КЕФ і поєднані трубопроводом подачі холодоагента з ємністю для зберігання і подачі холодоагента. Технічний результат - підвищення ступеня очистки димових газів від речовин групи канцерогенів до 85...90 %.

Пристрій, що заявляється, та пристрій за патентом України на корисну модель № 111416 мають різні робочі режими (швидкості руху потоку, температури), з використанням різних робочих речовин. Через те, що температурний напір у пристрої, що заявляється, значно вище, ніж в пристрої за патентом України на корисну модель № 111416, це надає можливість використовувати менші швидкості руху потоку суміші. Пристрій за патентом України на корисну модель № 111416 направлений на досягнення іншого технічного результату, і не вирішує поставлену задачу - очистку димових газів від оксидів сірки, азоту та вуглецю.

Пристрій, що заявляється, пояснюється кресленням, де:

фіг. 1 - схема пристрою для очистки димових газів від оксидів сірки, азоту та вуглецю;

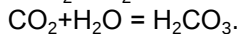
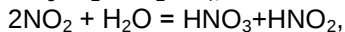
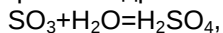
фіг. 2 - графік залежності температури димових газів від витрати рідкого охолоджуючого агенту (азоту).

Пристрій для очистки димових газів від оксидів сірки, азоту та вуглецю містить нагнітач 1, камеру змішування 2, патрубок 3 подачі димових газів до камери змішування, перший теплообмінник-ежектор (ТОЕ) 4, ємність для охолоджуючого агенту 5, першу форсунку 6, другий теплообмінник-ежектор 7, ємність для води 8, другу форсунку 9 та віддільник рідини 10. Перший теплообмінник-ежектор 4 містить конфузور 11 та дифузор 12. Другий теплообмінник-ежектор 7 містить конфузор 13, камеру змішування 14 та дифузор 15.

При цьому вихід нагнітача 1 сполучений з входом камери змішування 2, яка сполучена з конфузором 11 першого ТОЕ 4, який сполучений з дифузором 12 першого ТОЕ 4, та через патрубок 3 подачі димових газів сполучена з навколишнім середовищем. Всередині конфузора 11 на виході розташована перша форсунка 6, сполучена трубопроводом з ємністю для охолоджуючого агенту 5. Вихід дифузора 12 сполучений з конфузором 13 другого ТОЕ 7, вихід якого сполучений з камерою змішування 14. Всередині конфузора 13 на виході розташована друга форсунка 9, поєднана через трубопровід з ємністю для води 8. Вихід камери змішування 14 сполучений з дифузором 15 другого ТОЕ 7, який сполучений з віддільником рідини 10.

Пристрій, що заявляється, працює наступним чином.

Потік димових газів через патрубок 3 подають в камеру змішування 2, куди також подають нагнітачем 1 повітря з оточуючого середовища зі швидкістю 10...20 м/с. Змішування повітря оточуючого середовища з димовими газами здійснюють для окислення оксидів забруднюючих речовин, що містяться у димових газах, та зниження температури. Утворену суміш зі швидкістю 10...15 м/с подають до конфузора 11 першого ТОЕ 4, де прискорюють до швидкості 60...70 м/с. В потік через першу форсунку 6 вприскують рідкий охолоджуючий агент (наприклад азот). В результаті контакту з дрібнодисперсно розпиленням охолоджуючим агентом відбувається миттєве змішування зі зниженням температури потоку до температури початку реакції виділення забруднюючих речовин. Охолоджений потік подають до конфузора 13 другого ТОЕ 7, де прискорюють до 70...80 м/с, подають в камеру змішування 14, де в потік через другу форсунку 9 вприскують воду. При контакті потоку димового газу, що містить у собі оксиди забруднюючих речовин, наприклад SO_3 , CO_2 , NO_2 , з дрібнодисперсно розпиленою водою, відбувається реакція з утворенням кислот, молекули яких конденсуються на мікрочастках пилу, утворюючи ядра:



Далі потік надходить до віддільника рідини 10, де конденсат кислот відділяється, а димові гази викидаються у навколишнє середовище.

Температура початку реакції гідратації (виділення забруднюючих речовин з димових газів) складає 400...500 °С. Зазвичай температура надходження димових газів до пристрою для очистки складає 600...700 °С, тобто значно вища. Тому у заявленому пристрої передбачено охолодження димових газів перед очисткою у вузлі попереднього охолодження.

Витрату рідкого охолоджуючого агента, потрібну для зниження температури димових газів від початкової до необхідної, залежно від початкових температури і витрати димових газів, можна визначити за допомогою рівняння:

$$t_{cm} = \frac{Gd * Cpd * td + Gn * Cpn * tn}{Gd * Cpd + Gn * Cpn}$$

t_{cm} - температура суміші "димові гази - рідкий охолоджуючий агент", °С;

G_n - витрата рідкого охолоджуючого агента, $\text{м}^3/\text{с}$;

Cp_n - теплоємність рідкого охолоджуючого агента, $\text{Вт}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$;

t_n - температура рідкого охолоджуючого агента, $^\circ\text{C}$;

G_d - витрата димових газів, $\text{м}^3/\text{с}$;

5 Cp_d - теплоємність димових газів, $\text{Вт}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$;

t_d - температура димових газів, $^\circ\text{C}$.

Це значно спрощує налаштування пристрою та підвищує енергетичну ефективність його роботи.

Наприклад, при використанні для охолодження димових газів рідкого азоту. За вищенаведеним рівнянням розраховували витрати рідкого азоту, необхідні для охолодження димових газів при різних їх витратах. По результатам розрахунків побудували графік залежності температури суміші "димові гази - рідкий азот" від витрати рідкого азоту (див. фіг. 2):

1 - об'ємна витрата димових газів $4,05 \text{ м}^3/\text{с}$;

2 - об'ємна витрата димових газів $5,248 \text{ м}^3/\text{с}$;

15 3 - об'ємна витрата димових газів $6,286 \text{ м}^3/\text{с}$;

4 - об'ємна витрата димових газів $7,662 \text{ м}^3/\text{с}$.

За одержаним графіком залежності обирають необхідну температуру суміші "димові гази - рідкий азот", при якій при контакті потоку з водою відбудеться реакція з утворенням кислот, та визначають необхідну для її досягнення витрату рідкого азоту.

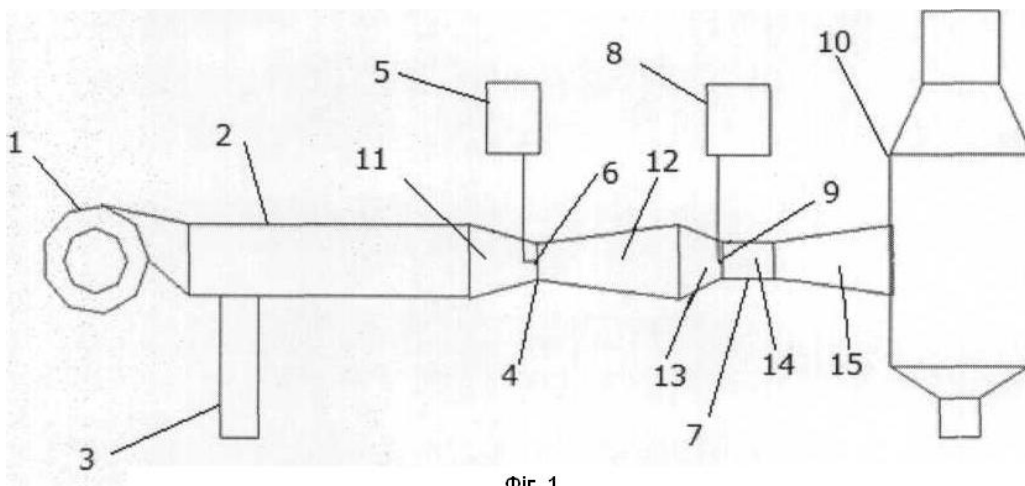
20 Такі розрахунки можуть бути проведені для різних охолоджуючих агентів.

Заявлений пристрій забезпечує підвищення якості очистки димових газів від забруднюючих речовин і зниження енергетичних витрат.

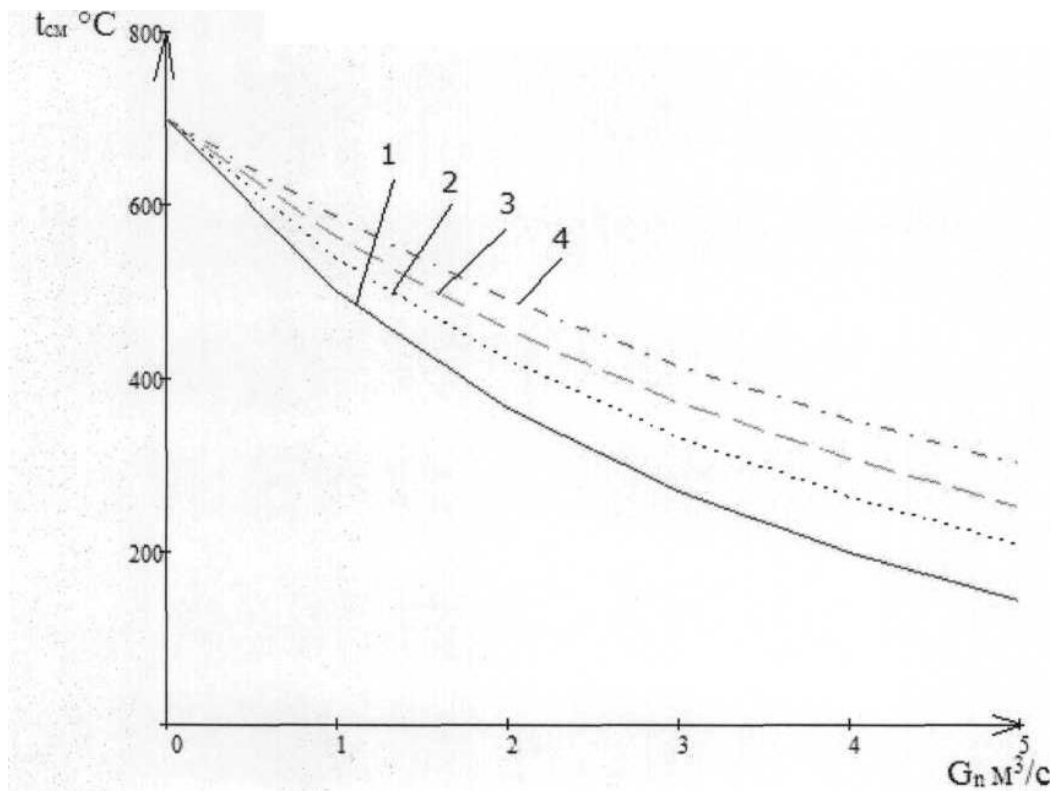
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

25

Пристрій для очистки димових газів від оксидів сірки, азоту та вуглецю, що містить вузол очистки, який включає конфузор, камеру змішування та дифузор, зрошувальний пристрій, розташований всередині вузла очистки та вузол відділення рідини від димового газу, який **відрізняється** тим, що він додатково містить нагнітач, камеру змішування та вузол попереднього охолодження, всередині якого розташований зрошувальний пристрій, як зрошувальні пристрої використовують форсунки, як вузол попереднього охолодження використовують перший теплообмінник-ежектор, що містить конфузор, всередині якого на виході розташована перша форсунка, сполучена з ємністю для охолоджуючого агента, та дифузор, як вузол очистки використовують другий теплообмінник-ежектор, всередині якого на виході з конфузора розташована друга форсунка, сполучена з ємністю для води, при цьому вихід нагнітача сполучений з камерою змішування, яка через патрубок подачі димових газів сполучена з оточуючим середовищем, та з конфузоровим першого теплообмінника-ежектора, дифузор якого сполучений з конфузоровим другого теплообмінника-ежектора, дифузор якого сполучений з віддільником рідини.



Фиг. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка О. Рябко

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601