



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **120283** (13) **C2**
(51) МПК (2019.01)

B01D 53/00

B01D 47/10 (2006.01)

F23J 3/06 (2006.01)

F23J 15/06 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2017 07764	(72) Винахідник(и): Когут Володимир Михайлович (UA), Бутовський Єгор Дмитрович (UA), Бушманов Володимир Михайлович (UA), Хмельнюк Михайло Георгійович (UA), Швець Валерій Тимофійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 24.07.2017	
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 11.11.2019	
(41) Публікація відомостей про заявку: 10.05.2018, Бюл.№ 9	(73) Власник(и): ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.11.2019, Бюл.№ 21	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 2550389 C1, 10.05.2015 UA 51948 U, 10.08.2010 SU 860835 A, 07.09.1981 RU 93513 U1, 27.04.2010; формула US 5824136 A, 20.10.1998 US 2935375 A, 03.05.1960 US 2015041719 A1, 12.02.2015 SU 1284583 A1, 23.01.1987 RU 2176152 C1, 27.11.2001 RU 2575714 C2, 20.02.2016

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ДИМОВИХ ГАЗІВ ВІД ОКСИДІВ СІРКИ, АЗОТУ ТА ВУГЛЕЦЮ

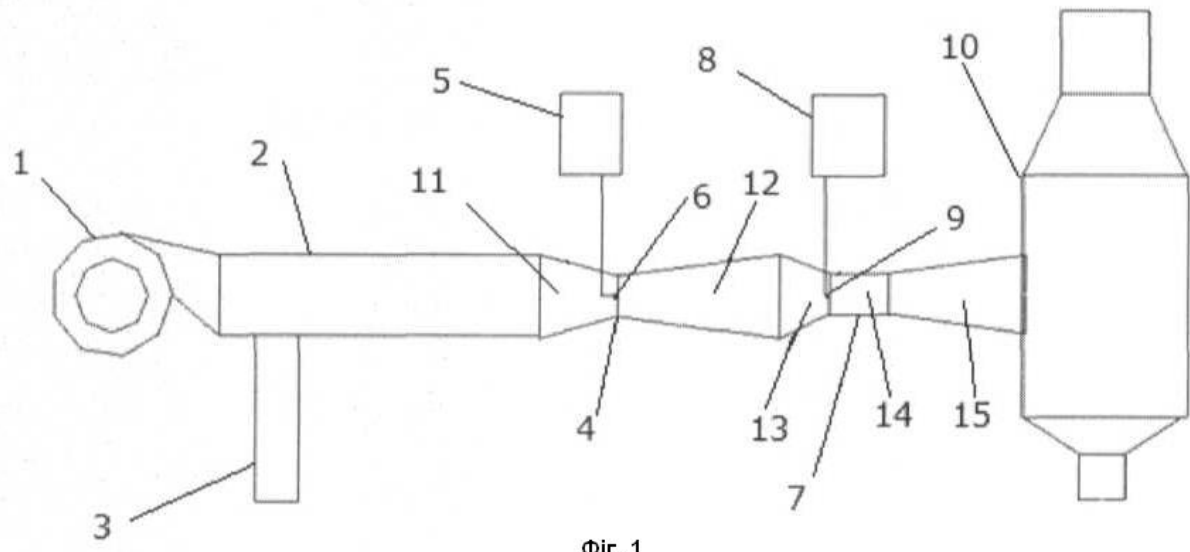
(57) Реферат:

Винахід призначений для використання в галузях промисловості, де застосовують спалення твердого або рідкого палива.

Пристрій містить нагнітач, сполучений з першою камерою змішування, що сполучена з першим конфузоровим першого теплообмінника-ежектора (ТОЕ), та через патрубок подачі димових газів - з навколишнім середовищем. Перший ТОЕ містить послідовно сполучені перший конфузоровий, всередині якого на виході розташована форсунка першого зрошувального пристрою, сполучена з ємністю для охолоджуючого агента, та перший дифузоровий. Вихід першого дифузорового першого ТОЕ сполучений з другим конфузоровим другого ТОЕ. Другий ТОЕ містить послідовно сполучені другий конфузоровий, всередині якого на виході розташована форсунка другого зрошувального пристрою, поєднана з ємністю для води, другу камеру змішування та другий дифузоровий. Вихід другої камери змішування другого ТОЕ сполучений з відповідним другим дифузоровим, сполученим з віддільником рідини від димових газів.

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

UA 120283 C2



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

Вміст 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 як 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 найближчого аналога 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 винаходу 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 перший конфузор, перші камеру змішування та дифузор, перший зрошувальний пристрій, розташований всередині вузла очистки, патрубок подачі димових газів та віддільник рідини від димових газів, тим, що він містить нагнітач, вузол попереднього охолодження, всередині якого розташований перший зрошувальний пристрій, і другу камеру змішування та другий зрошувальний пристрій, при цьому кожний зрошувальний пристрій є форсункою, як вузол попереднього охолодження використаний перший теплообмінник-ежектор, що містить перший конфузор, всередині якого на виході розташована форсунка першого зрошувального пристрою, сполучена з ємністю для охолоджуючого агенту, та перший дифузор, вузол очистки додатково містить другий теплообмінник-ежектор та другий конфузор, на виході якого розташована форсунка другого зрошувального пристрою, сполучена з ємністю для води, вихід нагнітача сполучений з першою камерою змішування, яка через патрубок подачі димових газів сполучена з оточуючим середовищем та з першим конфузоровим, перший дифузор сполучений з другим конфузоровим, а другий дифузор сполучений з віддільником рідини від димових газів.

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 холодоагенту, розташовані всередині КЕФ, збірник шкідливих фракцій, трубопровід подачі очищаючого компонента, реверсивний роздільник потоку та ємність для зберігання і подачі холодоагенту. Вихід нагнітача сполучений з конфузоровим КЕФ, дифузор якого сполучений з реверсивним роздільником потоку, в нижній частині якого встановлений збірник шкідливих фракцій. Форсунки

для розпилення холодоагенту розташовані в камері змішування КЕФ і поєднані трубопроводом подачі холодоагенту з ємністю для зберігання і подачі холодоагенту. 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 температура напору 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;

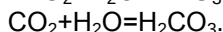
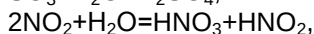
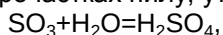
Фіг. 2 - графік залежності температури димових газів від витрати рідкого охолоджуючого агенту (азоту).

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

При цьому вихід нагнітача 1 сполучений з входом першої камери змішування 2, яка сполучена з першим конфузorzом 11 першого ТОЕ 4, який сполучений з першим дифузorzом 12 першого ТОЕ 4, та через патрубок 3 подачі димових газів сполучена з навколишнім середовищем. Всередині першого конфузorzа 11 на виході розташована форсунка 6 першого зрошувального пристрою, сполучена трубопроводом з ємністю для охолоджуючого агенту 5. Вихід першого дифузorzа 12 сполучений з другим конфузorzом 13 другого ТОЕ 7, вихід якого сполучений з другою камерою змішування 14. На виході другого конфузorzа 13 розташована форсунка 9 другого зрошувального пристрою, поєднана через трубопровід з ємністю для води 8. Вихід другої камери змішування 14 сполучений з другим дифузorzом 15 другого ТОЕ 7, який сполучений з віддільником рідини від димових газів 10.

Пристрій, що заявляється, працює наступним чином.

Потік димових газів через патрубок 3 подають в першу 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 першого конфузorzа 11 першого ТОЕ 4, де прискорюють до швидкості 60...70 м/с. В потік через форсунку 6 першого зрошувального пристрою 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 другого конфузorzа 13 другого ТОЕ 7, де прискорюють до 70...80 м/с, подають в другу камеру змішування 14, де в потік через форсунку 9 другого зрошувального пристрою вприскують воду. При контакті потоку димового газу, що містить 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:

$$t_{cm} = \frac{G_d \cdot C_{pd} \cdot t_d + G_n \cdot C_{pn} \cdot t_n}{G_d \cdot C_{pd} + G_n \cdot C_{pn}}$$

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

G_n - витрата рідкого охолоджуючого агента, м³/с;

C_{pn} - теплоємність рідкого охолоджуючого агента, Вт/(кг·°C);

5 t_n - температура рідкого охолоджуючого агента, °C;

G_d - витрата димових газів, м³/с;

C_{pd} - теплоємність димових газів, Вт/(кг·°C);

t_d - температура димових газів, °C.

10 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):

15 1 - об'ємна витрата димових газів 4,05 м³/с;

2 - об'ємна витрата димових газів 5,248 м³/с;

3 - об'ємна витрата димових газів 6,286 м³/с;

4 - об'ємна витрата димових газів 7,662 м³/с.

20 За одержаним графіком залежності вибирають 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.

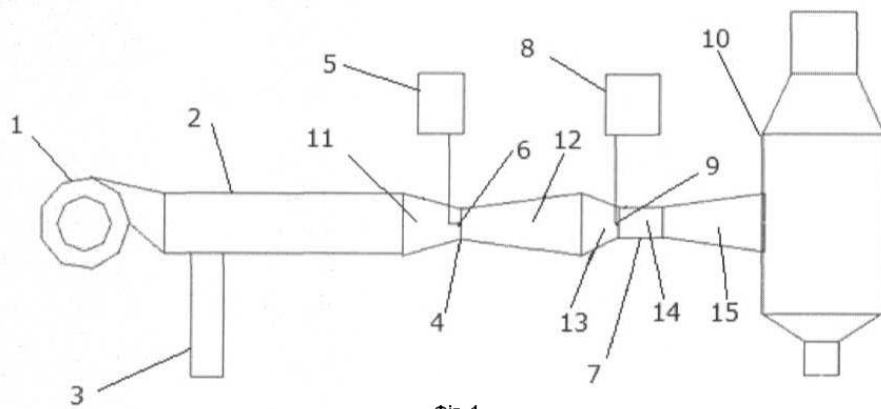
Такі розрахунки можуть бути проведені для різних охолоджуючих агентів.

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

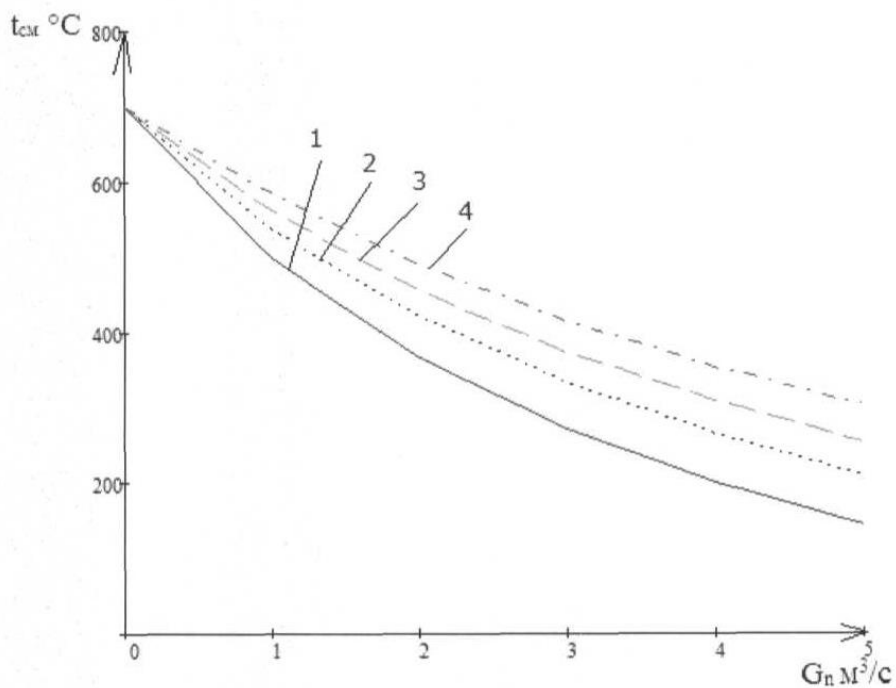
25

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Пристрій для очистки димових газів від оксидів сірки, азоту та вуглецю, що містить вузол очистки, який включає перший конфузور, перші камеру змішування та дифузор, перший зрошувальний пристрій, розташований всередині вузла очистки, патрубок подачі димових газів та віддільник рідини від димових газів, який **відрізняється** тим, що він містить нагнітач, вузол попереднього охолодження, всередині якого розташований перший зрошувальний пристрій, і другу камеру змішування та другий зрошувальний пристрій, при цьому кожний зрошувальний пристрій є форсункою, як вузол попереднього охолодження використаний перший теплообмінник-ежектор, що містить перший конфузор, всередині якого на виході розташована форсунка першого зрошувального пристрою, сполучена з ємністю для охолоджуючого агента, та перший дифузор, вузол очистки додатково містить другий теплообмінник-ежектор та другий конфузор, на виході якого розташована форсунка другого зрошувального пристрою, сполучена з ємністю для води, вихід нагнітача сполучений з першою камерою змішування, яка через патрубок подачі димових газів сполучена з оточуючим середовищем та з першим конфузором, перший дифузор сполучений з другим конфузором, а другий дифузор сполучений з віддільником рідини від димових газів.



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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