



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **111418** (13) **U**  
(51) МПК (2016.01)  
**B01D 47/05** (2006.01)  
**F23J 15/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

(21) Номер заявки: <b>u 2016 04701</b>	(72) Винахідник(и): <b>Когут Володимир Омелянович (UA), Бушманов Володимир Михайлович (UA), Бутовський Єгор Дмитрович (UA), Хмельнюк Михайло Георгійович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>26.04.2016</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.11.2016</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.11.2016, Бюл.№ 21</b>	(73) Власник(и): <b>ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039 (UA)</b>

**(54) СПОСІБ ОЧИСТКИ ДИМОВИХ ГАЗІВ ВІД КАНЦЕРОГЕННИХ РЕЧОВИН**

**(57) Реферат:**

Спосіб конденсації канцерогенних речовин з димових газів включає подачу димових газів до нагнітача, прискорення димових газів нагнітачем, подачу димових газів нагнітачем до вузла для змішування і теплообміну димових газів, розпилення очищаючого компонента у вузол для змішування і теплообміну димових газів, охолодження димових газів, відведення шкідливих фракцій. Як вузол для змішування і теплообміну димових газів використовують конденсаційний ежекторний фільтр. Димові гази прискорюють нагнітачем до 10-15 м/с і подають до конфузора конденсаційного ежекторного фільтра, в якому прискорюють до 20-50 м/с, а далі - до камери змішування конденсаційного ежекторного фільтра, в яку вприскують холодоагент із швидкістю 20-50 м/с. Парорідинну суміш подають до дифузора конденсаційного ежекторного фільтра, і далі - до реверсивного роздільника потоку, де потік розділяють на рідку і газоподібну фракції.

**UA 111418 U**



Корисна модель належить до теплоенергетичної галузі, зокрема до технології очистки димових газів, а саме - від канцерогенних смол (пірену, фенантрени, бензапірену, бензотрацену), і може бути застосований на ТЕЦ і виробництвах, що використовують котельні установки для одержання водяної пари різних характеристик.

У процесі розвитку промисловості та енергетики рівень забруднення навколишнього середовища зростає. Атмосферу забруднюють промислові викиди, в числі яких оксиди сірки та азоту, канцерогени (пірен, бензотрацен, фенантрен, бензапірен) та інші шкідливі речовини.

Існують різні методи для очистки димових газів, засновані на застосуванні тепломасообмінних або електричних ефектів.

На ТЕЦ зазвичай застосовують скрубери Вентурі, що складаються з трьох секцій: звужуючої секції, невеликої горловини, розширюючої секції. Вхідний потік газу надходить в звужуючу секцію, і в міру того, як площа поперечного перерізу потоку зменшується, швидкість газу збільшується. В той же час, збоку по патрубках в звужуючу секцію надходить рідина. Оскільки газ змушений рухатися з дуже великими швидкостями в невеликій горловині, то тут спостерігається велика турбулентність потоку газу. Ця турбулентність розбиває потік рідини на велику кількість дуже дрібних крапель. Пил, що міститься в газі, осідає на поверхні цих крапель. Залишаючи горловину, газ, перемішаний з дрібними краплями рідини, переходить у розширюючу секцію, де швидкість газу зменшується, турбулентність знижується, і краплі збираються в більші. На виході з скрубера краплі рідини з адсорбованими на них частинками відокремлюються від потоку газу.

Скрубери Вентурі можуть бути використані як для очистки газу від дрібних частинок, так і для очистки від забруднень у вигляді сторонніх газів. Однак вони найбільш ефективні для очистки димових газів від зважених частинок (пилу, золи), ніж від канцерогенних речовин (див. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / изд. 8-е, перераб. - М.: 1971.-784 с.).

На великих енергоблоках теплових електростанцій для досягнення найбільш глибокої очистки димових газів використовують установки сучасних електрофільтрів, в яких застосовують методи з придушення зворотної корони (короткочасне імпульсне змінення полярності напруги, що живить коронуючий електрод, з негативного на позитивний) або по запобіганню її утворення (це досягається шляхом зміни властивостей електричного струму, що поступає на електроди) (див. Носков А. С., Савинкина М. А., Анищенко Л. Я. Воздействие ТЭС на окружающую среду и способы снижения наносимого ущерба / Ин-т катализа СО АН СССР, Ин-т химии твердого тела и переработки минерального сырья СО АН СССР, ГПНТБ СО АН СССР - Новосибирск: изд. ГПНТБ СО АН СССР, 1990. - С. 29-33).

Вищерозглянуті способи при їх використанні забезпечують достатній ступінь очистки від зважених часток та деяких хімічних забруднювачів (оксиди сірки та азоту, зола та ін.), але не можуть забезпечити очистку димових газів від канцерогенів (бензапірену, бензотрацену, пірену, фенантрени та ін.). Ці методи призначені для очистки димових газів від зважених часток, що утворюються при згоранні певних марок палива, і при його зміні (на низькоякісні суміші вугілля та мазутів) їх ефективність значно зменшується.

Найбільш близьким до способу, що заявляється, є спосіб очистки і утилізації тепла димових газів що реалізується у пристрої для очистки і утилізації тепла димових газів (див. патент України на винахід № 42820).

Даний спосіб здійснюють наступним чином.

Гарячі димові гази з газоходу надходять в корпус-камеру (нагнітаються димовсмоктувачем), де зустрічаються з струменями води, що падають із пристрою, що розпилює воду, і утворюють водяну завісу-фільтр. Струмені води захоплюють і несуть донизу зважені або розчинені частинки шкідливих твердих та газових домішок (сажу, золу, сірчані з'єднання) безпосередньо в піддон для збору та відводу відходів або на водовідбійні ділянки, а потім в піддон для збору та відводу відходів. Надалі гарячі та очищені гази по ходу руху контактують з поверхнею теплообмінника, де відбувається відбір тепла з метою його подальшої утилізації.

Даний спосіб вибрано за прототип.

Прототип і спосіб, що заявляються, мають наступні спільні операції:

подача димових газів до нагнітача;

прискорення димових газів нагнітачем;

подача димових газів нагнітачем до вузла для змішування і теплообміну димових газів;

розпилення очищаючого компонента (в прототипі - води) у вузол для змішування і теплообміну димових газів;

охолодження димових газів;

відведення шкідливих фракцій.

Спосіб за прототипом має наступні недоліки:

потік димових газів відносить частинки води і золи за межі завіси фільтра, що призводить до налипання частинок золи на теплообміннику, від чого погіршується теплообмін.

ступінь очищення від канцерогенних речовин - не більше ніж 5 %

5 великі витрати води для забезпечення надійної роботи пристрою.

В основу корисної моделі поставлена задача створити спосіб очистки димових газів від канцерогенних речовин, в якому шляхом заміни вузла для змішування і теплообміну димових газів та введення нових операцій, забезпечити підвищення ступеня очистки димових газів від речовин групи канцерогенів до 85-95 %.

10 Поставлена задача вирішується тим, що у способі конденсації канцерогенних речовин з димових газів, що передбачає подачу димових газів до нагнітача, прискорення димових газів нагнітачем, подачу димових газів нагнітачем до вузла для змішування і теплообміну димових газів, розпилення очищаючого компонента у вузол для змішування і теплообміну димових газів, охолодження димових газів, відведення шкідливих фракцій, тим, що як вузол для змішування і теплообміну димових газів використовують конденсаційний ежекторний фільтр, димові гази

15 прискорюють нагнітачем до 10-15 м/с і подають до конфузора конденсаційного ежекторного фільтра, в якому прискорюють до 20-50 м/с, а далі - до камери змішування конденсаційного ежекторного фільтра, в яку вприскують холодоагент із швидкістю 20-50 м/с, парорідинну суміш подають до дифузора конденсаційного ежекторного фільтра, і далі - до реверсивного роздільника потоку, де потік розділяють на рідку і газоподібну фракції.

20

Відомий спосіб конденсації парів вуглеводнів (див. патент України на корисну модель № 92548), відповідно до якого пари вуглеводнів направляють до приймальної ємності парів вуглеводнів, потім через регулюючу заслінку, подають у робочу ємність для парів вуглеводнів, далі їх прискорюють нагнітачем до 20-30 м/с, за допомогою зміни частоти обертання електродвигуна, і пропускають через термоконденсатор ежектор.

25

В конфузори термоконденсатора ежектора відбувається прискорення потоку до 50-80 м/с, далі пари вуглеводнів подають у камеру змішування, у яку через форсунку вприскується рідкий інертний газ, наприклад, азот, де відбувається миттєве змішування. Форсунка може бути будь-якої конструкції, яка забезпечує необхідну продуктивність і підтримує швидкість на виході з форсунки 80-100 м/с.

30

Рідкий азот з температурою мінус 193 °С подається із термоізованої ємності для інертного газу, розташованої вище термоконденсатора ежектора, зі швидкістю 50-80 м/с. В дифузори термоконденсатора ежектора відбувається конденсація парів вуглеводнів за рахунок рівномірного теплообміну в об'ємі камери змішування термоконденсатора ежектора, потік гальмується за рахунок розширення прохідного перерізу, та скраплений вуглеводень направляється до споживача.

35

Зазначений спосіб конденсації парів вуглеводнів розроблений для конденсації вуглеводнів із повітря з температурою оточуючого середовища, та конденсації в систему подачі вуглеводню. Розглянутий спосіб призначений для застосування в системах переливу рідких палив з ємності в ємність.

40

Технічний результат - забезпечення підвищення ефективності конденсації вуглеводнів, зниження енерговитрат, збереження рідкого палива при переливі з ємності в ємність та підвищення ефективності зберігання і транспортування вуглеводнів.

Спосіб, що заявляється, та спосіб за патентом України на корисну модель № 92548 мають різні робочі режими (швидкості руху потоку, температури). В зв'язку з тим що температурний напір у способі, що заявляється, значно вище, ніж в способі за патентом України на корисну модель № 92548, це надає можливість використовувати менші швидкості руху потоку суміші (димові гази-канцерогенні речовини).

45

Спосіб за патентом України на корисну модель № 92548 направлений на досягнення іншого технічного результату, і не вирішує поставлену задачу - очистка димових газів від канцерогенів.

50

Корисна модель, що заявляється, пояснюється кресленням і графіком, де:

Фіг. 1 - схема пристрою для очистки димових газів від канцерогенних речовин;

Фіг. 2 - графік залежності зон температур горіння від часу роботи котла.

Спосіб, що заявляється, реалізують в пристрої, що містить нагнітач 1, конденсаційний ежекторний фільтр (КЕФ) 9, реверсивний роздільник потоку 5, збірник шкідливих фракцій 6, ємність для зберігання та подачі холодоагенту 7, форсунки для розпилення холодоагенту 8, трубопровід подачі холодоагенту 10.

55

Конденсаційний ежекторний фільтр 9 складається з конфузора 2, камери змішування 3 та дифузора 4.

При цьому вхід нагнітача 1 сполучений через горизонтальну ділянку труби (стабілізатор потоку) з електрофільтром, а вихід - з конфузorzом 2 конденсаційного ежекторного фільтра 9. Дифузorz 4 конденсаційного ежекторного фільтра 9 сполучений через іншу горизонтальну ділянку труби (стабілізатор потоку) з реверсивним роздільником потоку 5, в нижній частині якого встановлений збірник шкідливих фракцій 6. Електрофільтр та дві горизонтальні ділянки труби (стабілізатори потоку) на кресленні умовно не показані. В камері змішування 3 КЕФ 9 розташовані форсунки для розпилення холодоагенту 8, сполучені трубопроводом подачі холодоагенту 10 з ємністю для зберігання і подачі холодоагенту 7.

Мінімальна кількість форсунок для розпилення холодоагенту - три.

Спосіб, що заявляється, здійснюють у наступному порядку.

Димові гази з електрофільтра через горизонтальну ділянку труби (стабілізатор потоку) подають до нагнітача 1, де прискорюють до швидкості 10-15 м/с, а звідти - до конфузorzа 2 конденсаційного ежекторного фільтра (КЕФ) 9, де прискорюють до швидкості 20-50 м/с.

Потім димові гази подають в камеру змішування 3 КЕФ 9, в яку з ємності для зберігання і подачі холодоагенту 7 через трубопровід подачі холодоагенту 10 вприскують через форсунки для розпилення холодоагенту 8 рідкий холодоагент (наприклад, азот, вуглекислоту) із швидкістю 20-50 м/с.

В камері змішування 3 КЕФ 9 димовий газ контактує з дрібнодисперсно розпиленим холодоагентом, через що відбувається миттєвий теплообмін, і починається конденсація шкідливих фракцій.

Далі потік надходить до дифузorzа 4 КЕФ 9, в якому гальмується, і конденсуються залишки канцерогенів, і парорідинна суміш через іншу горизонтальну ділянку труби (стабілізатор потоку) надходить до реверсивного роздільника потоку 5, де розділяється на рідку і газоподібну фракції. Рідка фракція надходить до збірника шкідливих фракцій 6, а залишкові гази виводяться у навколишнє середовище.

В способі, що заявляється, різниця температур між димовими газами та холодоагентом досягає 600-650 °С. Це призводить до миттєвого випаровування холодоагенту, із зростанням швидкості теплообміну.

Пристрій працює у період розпалу котла (див. Фіг. 2). На фіг. 2 зображений графік залежності зон температур горіння від часу роботи котла (кількість форсунок для розпилення холодоагенту 8 - три), де:

t1 - зона розпалу котла, °С;

t2 - зона стабілізації горіння °С;

t3 - зона горіння з постійною температурою °С;

t1 - час розпалу котла, с;

t2 - час горіння з постійною температурою, с.

В зоні t1 (зона розпалу котла, температура димових газів зростає від початкової до температури початку стабільного горіння палива) працює на впорскування одна форсунка.

При досягненні температури початку стабільного горіння палива (зона t2 - стабілізації горіння), вмикається друга форсунка, та вони працюють сумісно, для того щоб кількості холодоагенту вистачало на те, щоб сконденсувати канцерогени.

В зоні t3 (зона горіння з постійною температурою, при досягненні максимальної температури горіння палива) вмикається на подачу остання форсунка. Коли температура стабілізується і досягає того значення, при якому канцерогени спалюються у топці, форсунки вимикаються.

За рахунок кількості форсунок для розпилення холодоагенту здійснюють контроль конденсації канцерогенних речовин з димових газів під час розпалу котла, в залежності від температури димових газів. Кожна з форсунок вмикається в залежності від температури газів - чим вона вище, тим більше працює форсунка.

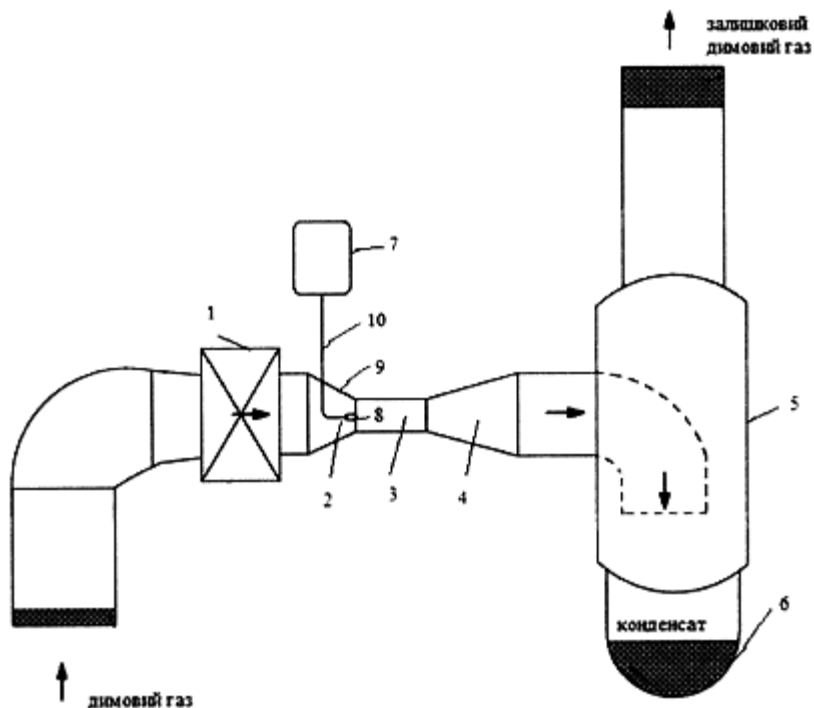
Отримання зазначеного технічного результату можливо завдяки спеціальній конструкції конденсаційного ежекторного фільтра. Використання рідкого холодоагенту (азот, вуглекислота) забезпечує можливість конденсації канцерогенних речовин з димових газів. Після використання даного пристрою зменшується рівень хімічних і теплових викидів канцерогенних речовин в атмосферу.

Даний спосіб може бути застосований в існуючих системах очистки димових газів.

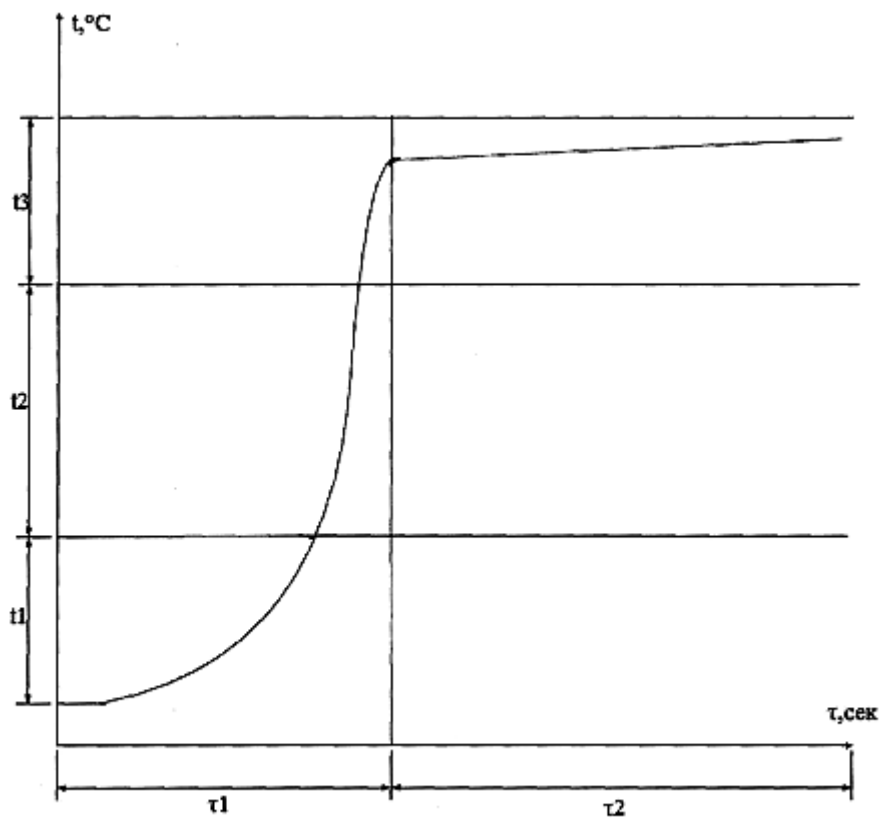
#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб конденсації канцерогенних речовин з димових газів, що включає подачу димових газів до нагнітача, прискорення димових газів нагнітачем, подачу димових газів нагнітачем до вузла для змішування і теплообміну димових газів, розпилення очищаючого компонента у вузол для

- змішування і теплообміну димових газів, охолодження димових газів, відведення шкідливих фракцій, який **відрізняється** тим, що як вузол для змішування і теплообміну димових газів використовують конденсаційний ежекторний фільтр, димові гази прискорюють нагнітачем до 10-15 м/с і подають до конфузора конденсаційного ежекторного фільтра, в якому прискорюють до 20-50 м/с, а далі - до камери змішування конденсаційного ежекторного фільтра, в яку вприскують холодоагент із швидкістю 20-50 м/с, парорідинну суміш подають до дифузора конденсаційного ежекторного фільтра, і далі - до реверсивного роздільника потоку, де потік розділяють на рідку і газоподібну фракції.



Фіг. 1



Фиг. 2

---

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

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