



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **111230** (13) **C2**
(51) МПК
B01D 53/56 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

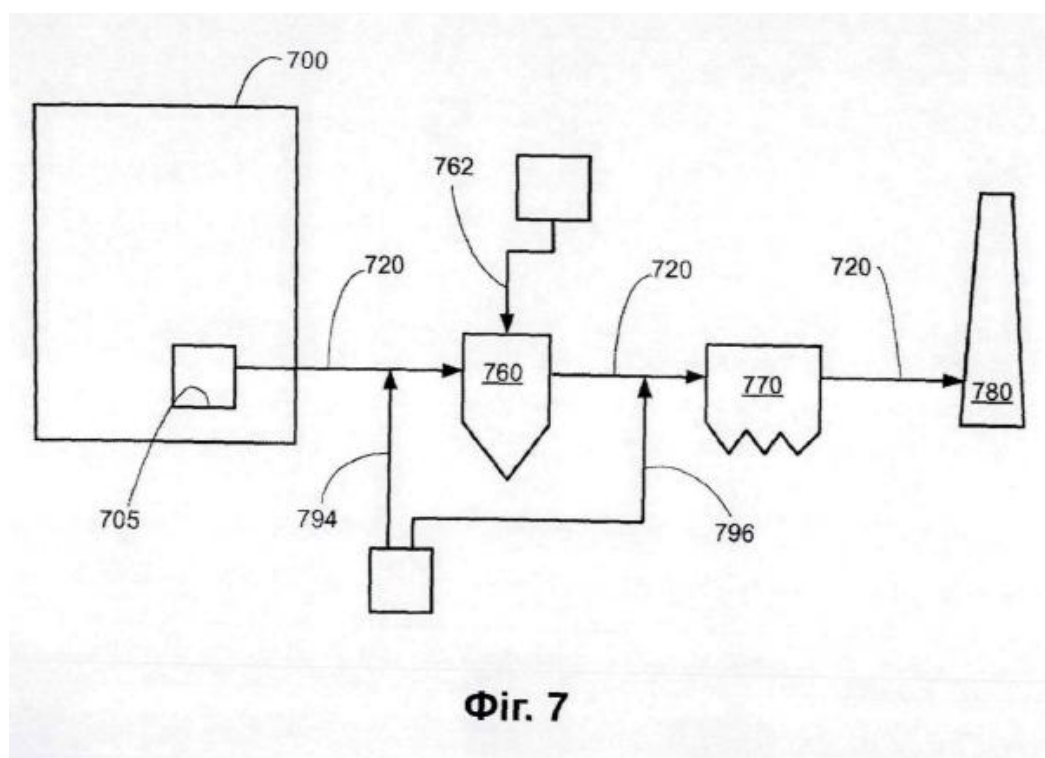
(21) Номер заявки:	а 2014 03631	(72) Винахідник(и):	Джанкура Брайан Джей. (US), Сільва Ентоні Ей. (US), Кампобенедетто Едвард Джей. (US)
(22) Дата подання заявки:	25.09.2012	(73) Власник(и):	БЕБКОК ЕНД УІЛКОКС ПАУЕ ДЖЕНЕРЕЙШОН ГРУП, ІНК., 20 S. Van Buren Avenue, Barberton, OH 44203, United States of America (US)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	11.04.2016	(74) Представник:	Войтенко Олександр Петрович, реєстр. №23
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	61/540,806, 13/548,150	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 5636240 A, 03.06.1997 US 6299848 B1, 09.10.2001 US 20090193968 A1, 06.08.2009 US 5795548 A, 18.08.1998 US 20100049369 A1, 25.02.2010 US 20040003716 A1, 08.01.2004 US 20100018395 A1, 28.01.2010 UA a201001353, 25.03.2010
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	29.09.2011, 12.07.2012		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	US, US		
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.06.2014, Бюл.№ 11		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	11.04.2016, Бюл.№ 7		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/US2012/057111, 25.09.2012		

(54) ВВЕДЕННЯ СУХОГО СОРБЕНТУ У СКРУБЕР СУХОЇ ОЧИСТКИ ПІД ЧАС РОБОТИ В УМОВАХ НЕСТАЦІОНАРНОГО РЕЖИМУ

(57) Реферат:

Способи зниження рівнів викидів під час аварійних періодів, таких як запуск, для застосування з системою десульфуризації з використанням сухого скрубера. Сухий порошок гідроксиду кальцію вводять у шлях проходження газу та гідрують в розпилювальному абсорбері. Отриманий гідрований порошок потім осаджують на фільтрувальних рукавах у пилоуловлювачі. Це можна виконувати при нижчих температурах, порівняно з температурами, при яких розпилювальний абсорбер міг би працювати в іншому режимі, це сприяє тому, що десульфуризація виникає раніше при здійсненні процесу згорання, такому як під час запуску холодної системи згорання при температурі оточуючого середовища. Роботу системи згорання можна також відновити, компенсувати, відкоригувати або підсилити залежно від різних робочих сценаріїв.

UA 111230 C2



Дані щодо родинної заявки

Для цієї заявки заявляється пріоритет за попередньою патентною заявкою США № 61/540,806, поданою 29 вересня 2011 року. Текст вказаної патентної заявки, таким чином, включено у цей опис винаходу у повному обсязі шляхом посилання.

5 Галузь та попередній рівень техніки

Цей опис взагалі стосується видалення частинок та іншого забруднення з топкового газу, що утворюється під час згорання при запуску, зупинці, збою та інших аварійних періодів, за допомогою системи десульфуризації топкового газу, що використовує сухий скруббер. Зокрема, цей опис стосується нових та корисних способів та систем захоплювання діоксиду сірки (SO_2), триоксиду сірки (SO_3), HCl та інших кислотних газів шляхом введення сухого сорбенту у газовий потік та, переважно, проходження газового потоку через розпилювальний абсорбер, де розпилюють сорбент, у пилоуловлювач до початку застосування викопного палива, що утворює забруднення, у системі згорання або під час робочих умов нестационарного режиму.

10 Під час згорання хімічна енергія палива перетворюється на теплову енергію, яку можна використовувати у різних формах для різних призначень. Паливо, що використовується у процесі згорання, може включати широкий ряд твердих, рідких та газоподібних речовин, включаючи вугілля, нафтопродукти (дизельне паливо, № 2, важке паливо (Bunker C) або № 6), природний газ, деревину, шини, біомасу тощо).

20 Згорання перетворює паливо на велику кількість хімічних сполук. Вода (H_2O) та вуглекислий газ (CO_2) є первинними продуктами повного згорання. Проте, наслідками інших реакцій згорання з хімічними компонентами у паливі є небажані побічні продукти. Залежно від палива, що використовується, такі побічні продукти можуть включати частинки (наприклад, зольний пил), кислотні гази, такі як оксиди сірки (SO_x) або оксиди азоту (NO_x), метали, такі як ртуть або миш'як, окис вуглецю (CO) та вуглеводні (HC). Рівні викидів багатьох з цих побічних продуктів регулюються органами державної влади, наприклад, Агенцією з охорони навколишнього середовища США (EPA).

25 Існує декілька різних технологій для видалення таких побічних продуктів з топкового газу. В одному способі, відомому як хімічна абсорбція шляхом сухого розпилювання або сухе газоочищення, водний лужний розчин або шлам, який було мілко роздрібнено, розпилюється у гарячий топковий газ далі по потоку від камери згорання, у якій паливо спалювалося. Лужний реагент вступає в реакцію з забруднювачами, внаслідок чого утворюються частинки. Вода випаровується та охолоджує гарячий топковий газ. Очищений топковий газ, що виходить, зазвичай має вміст вологи від приблизно 10 % до приблизно 15 %. Топковий газ потім рухається до пристрою для збирання частинок, зазвичай пилоуловлювача, де частинки видаляються з топкового газу, який потім спрямовується до димової труби.

30 Коли система згорання, така як котел, що має піч, розпочинає роботу при холодних умовах, таких як температура оточуючого середовища, піч зазвичай спалює природний газ або дизельне паливо (№ 2), щоб "розігріти" котел до переходу на спалювання вугілля. Необхідно, щоб температура печі становила від приблизно 204,4 °C (400 °F) до приблизно 260,0 °C (500 °F) до того, як вугілля зможе розпочати згорати. Залежно від різноманітних умов запуску та вимог безпеки піч можна запускати та зупиняти декілька разів до досягнення стаціонарного режиму. До завершення повний запуск може тривати будь-який час від 8 годин до 2 днів, залежно від проблем, з якими стикаються.

45 При низьких температурах процес десульфуризації шляхом сухого газоочищення не працює належним чином. Зокрема, необхідно, щоб температура топкового газу зазвичай становила принаймні 104,4 °C (220 °F) для того, щоб використовувати розпилювальний абсорбер, так щоб вода могла повністю випаритися. Під час запуску температура топкового газу, який проходить до розпилювального абсорбера, може бути нижчою цієї порогової температури, при цьому SO_x та інші забруднювачі продовжують вироблятися. Крім того, температура печі зазвичай досягає робочої температури роботи на вугіллі, яка становить від 204,4 °C (400 °F) до 260,0 °C (500 °F), до того, як топковий газ досягне температури 104,4 °C (220 °F) в розпилювальному абсорбері. Внаслідок цього викид SO_x під час запуску підвищується. Крім того, для пилоуловлювача зазвичай необхідно 30 – 60 хвилин роботи після того, як розпилювальний абсорбер розпочне накопичувати суттєву кількість лужного матеріалу та досягне видалення суттєвої кількості SO_2 .

50 Раніше правила контролю викидів не торкалися "нестандартних" періодів, таких як запуск, зупинка та аварія. Проте, було б бажано зменшити такі викиди згідно з більш жорсткими обмеженнями контролюючих органів. Способи, які можуть зменшити такі викиди під час запуску, були б дуже корисними.

Суть винаходу

60 В цьому описі розкриті різні способи та системи для зменшення викидів SO_x під час

нестационарних робочих станів, таких як запуск, зупинка або збій у роботі, у системі регулювання забруднення, яка використовує скруббер сухої очистки для десульфуризації. Стисло кажучи, сухий порошок гідроксиду кальцію вводять у топковий газ, поки камера згорання працює при температурі, що є нижчою за температуру нормальних робочих умов, тобто коли

5 камера згорання розігрівається, та/або коли температура розпилювального абсорбера є нижчою його порогової температури 104,4 °C (220 °F). Порошок вводять у систему переважно вище по потоку від розпилювального абсорбера. Отриманий порошок гідроксиду кальцію потім збирається у розташованому нижче по потоку пилоуловлювачі, утворюючи фільтраційний кек, що є корисним для зменшення викидів SO_x.

10 У варіантах здійснення описується спосіб зменшення викидів від згорання під час аварійних періодів у системі згорання, таких як запуск камери згорання у системі згорання. Система згорання має шлях проходження газу, який проходить від камери згорання через розпилювальний абсорбер до пилоуловлювача, розташованого нижче по потоку від розпилювального абсорбера. Газ-носії (яким може бути топковий газ) протікає по шляху

15 проходження газу. Сухий порошок гідроксиду кальцію змішують з транспортувальним газом, зазвичай повітрям та пневматично подають до місця введення, розташованого нижче по потоку від камери згорання та вище по потоку від пилоуловлювача, де сухий порошок гідроксиду кальцію вдувають у газ-носії та змішують з ним (наприклад, шляхом введення) у шляху проходження газу. Воду розпилюють у газ-носії в розпилювальному абсорбері для зволоження

20 та зниження температури газу-носія. Порошок гідроксиду кальцію осаджується у пилоуловлювачі, утворюючи тим самим фільтраційний кек, який зменшує викиди від згорання. Утворення фільтраційного кеку відбувається без розпилення вапняного шламу в розпилювальному абсорбері, яке може відбуватися лише при температурі вище 104,4 °C (220 °F).

25 В особливих варіантах здійснення ніякої рідини не додають до газу-носія між місцем введення та розпилювальним абсорбером.

Воду, що розпилюють у газ-носії у розпилювальному абсорбері, можуть подавати з рециркуляційної системи для рециркуляції твердих речовин з пилоуловлювача. Оскільки менша кількість твердих речовин перероблюється після запуску, то з рециркуляційної системи може

30 постачатися або вода, або шлам.

Іноді шлях проходження газу проходить через повітропідігрівник, розташований між камерою згорання та розпилювальним абсорбером. Місце введення може знаходитися між повітропідігрівником та розпилювальним абсорбером. Альтернативно, місце введення може знаходитися вище по потоку від повітропідігрівника. Пристрій збору частинок може також

35 розташовуватися між повітропідігрівником та розпилювальним абсорбером, при цьому місце введення знаходиться нижче по потоку від пристрою збору частинок.

Місце введення може також знаходитися між розпилювальним абсорбером та пилоуловлювачем.

Пилоуловлювач, що розташовується нижче по потоку від розпилювального абсорбера, може

40 бути тканинним фільтром з імпульсною очисткою рукавів або тканинним фільтром із зворотною продувкою.

У деяких аварійних станах, таких як збій, вода, що розпилюється у розпилювальному абсорбері, може бути у формі просто води (тобто, H₂O) або у формі лужного шламу (тобто, води з гідроксидом кальцію). Вода може також надходити з рециркуляційної системи для

45 рециркуляції твердих речовин з пилоуловлювача або через додаткові форсунки, коли розпилювач не працює. У деяких варіантах здійснення топковий газ, що надходить до розпилювального абсорбера, має температуру від приблизно 60,0 °C (140 °F) до приблизно 98,9 °C (210 °F). Зазвичай, газ-носії, що надходить до розпилювального абсорбера, має температуру від менш ніж 104,4 °C (220 °F).

50 Камера згорання може мати температуру менш ніж 204,4 °C (400 °F). У варіантах здійснення газ-носії – це топковий газ, що виходить з камери згорання, особливо під час запуску камери згорання. Проте, ці способи можна також застосовувати під час зупинки, тобто, коли температура газу-носія з часом знижується.

Також пропонується спосіб захоплення забруднювачів, що знаходяться у топковому газі, який виробляється камерою згорання під час робочих умов нестационарного режиму. Сухий порошок гідроксиду кальцію змішують з топковим газом у місці введення, що знаходиться нижче

55 по потоку від камери згорання та вище по потоку від розпилювального абсорбера. Воду розпилюють у топковий газ у розпилювальному абсорбері для зволоження та зниження температури топкового газу. Топковий газ потім проходить через пилоуловлювач, розташований

60 нижче по потоку від розпилювального абсорбера. Порошок гідроксиду кальцію осаджується у

пилоуловлювачі, утворюючи фільтраційний кек, який захоплює забруднювачів, що знаходяться у топковому газі.

Ці та інші необмежувальні характеристики докладно описані нижче.

Стислий опис ілюстративного матеріалу

5 Наступне є стислим описом ілюстративного матеріалу, який наведено з метою проілюструвати приклади варіантів здійснення, описаних в цьому описі, а не з метою їх обмеження.

Фігура 1 – це схема, що ілюструє традиційний котел з системою сухої десульфуризації.

10 Фігура 2 – це схема, що ілюструє систему згорання з системою сухої десульфуризації та системою введення порошку гідроксиду кальцію, як описано у цьому описі.

Фігура 3 – це ілюстрація фільтрувального рукава у тканинному фільтрі з імпульсною очисткою рукавів.

Фігура 4 – вид у частковому розрізі розпилювального абсорбера.

Фігура 5 – це ілюстрація головних компонентів системи введення сухого сорбенту.

15 Фігура 6 – це графік залежності викидів від часу, який демонструє дійсні викиди з введенням гідроксиду кальцію та оціночні викиди без введення гідроксиду кальцію.

Фігура 7 – це схема загального процесу, яка ілюструє способи розкритого у цьому описі винаходу.

Докладний опис

20 Більш повне розуміння компонентів, процесів та пристроїв, описаних у цьому описі, можна отримати, посилаючись на супроводжувальний ілюстративний матеріал. Ці фігури є лише схематичними зображеннями, зробленими заради зручності та легкості демонстрації цього опису, та вони, отже, не призначені для того, щоб вказувати відносний розмір та виміри пристроїв або їх компонентів та/або визначати або обмежувати обсяг прикладів варіантів здійснення.

Незважаючи на те, що специфічні терміни використовуються у наступному описі заради ясності, ці терміни призначені для позначення тільки особливої структури варіантів здійснення, вибраних для ілюстрації в ілюстративному матеріалі, та вони не призначені для визначення або обмеження обсягу розкритого у цьому описі винаходу. В ілюстративному матеріалі та наступному описі, який наведено далі, слід розуміти, що подібні числові позначення позначають компоненти з подібними функціями.

Об'єкти, описані за допомогою граматичної форми однини, використаної в цьому описі винаходу, включають об'єкти у множині, якщо контекст чітко не вказує на інше.

35 Як використовується в описі та у формулі винаходу, термін "що включає" може включати варіанти здійснення "що складається з" та "що по суті складається з".

Усі діапазони, описані в цьому описі, включають вказану кінцеву точку та їх можна незалежно поєднувати (наприклад, діапазон "від 121,1 °C (250 °F) до 204,4 °C (400 °F)" включає кінцеві точки 121,1 °C (250 °F) та 204,4 °C (400 °F) та усі проміжні значення). Кінцеві точки діапазонів та будь-які значення, описані в цьому описі, не обмежуються точним діапазоном або значенням; вони є по суті неточними та включають значення, що наближаються до цих діапазонів та/або значень.

45 Як використовується у цьому описі, вирази, що стосуються приблизних значень, можуть використовуватися для модифікації будь-якого кількісного показника, який може змінюватися, не впливаючи на зміну в основній функції, до якої він відноситься. Отже, значення, модифіковане терміном або термінами, такими як "приблизно" та "по суті", може у деяких випадках не обмежуватися точним вказаним значенням. У принаймні деяких випадках вирази, що стосуються приблизних значень, можуть відповідати точності інструмента для вимірювання значення. Термін "приблизно" слід також вважати як такий, що описує діапазон, визначений абсолютними значеннями двох кінцевих точок. Наприклад, вираз "від приблизно 2 до приблизно 50 4" також описує діапазон "від 2 до 4".

Термін "гашене вапно" означає гідроксид кальцію, який також відомий як $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Термін "гашене", коли використовується в цьому описі, не означає, що молекулярна вода є присутньою.

55 Термін "вапняний шлам" використовується для позначення суміші гідроксиду кальцію з водою. Інші кальцієві сорбенти включають, наприклад, вапняк або негашене вапно. Термін "вапняк" позначає карбонат кальцію, який також відомий як CaCO_3 . Термін "негашене вапно" позначає оксид кальцію, CaO .

60 У цьому описі є посилання на компоненти, які знаходяться "вище по потоку" та "нижче по потоку" від інших компонентів. Ці два терміни є відносними щодо іншого згаданого компонента. Даний компонент знаходиться "вище по потоку" від згаданого компонента, якщо шлях

проходження проходить через даний компонент до проходження через згаданий компонент. Подібно до цього, даний компонент знаходиться "нижче по потоку" від згаданого компонента, якщо шлях проходження проходить через даний компонент після проходження через згаданий компонент.

Цей опис стосується різних способів та систем для зменшення викидів SO_x під час нестационарних робочих умов (тобто, під час аварійних періодів або аварійних станів) у системі регулювання забруднення, яка використовує скруббер сухої очистки для десульфуризації. Дуже звичайним є те, що топковий газ генерується системою згорання, яка містить камеру згорання, у якій спалюється паливо. Сухий порошок гідроксиду кальцію потім вводиться у топковий газ, у той час коли камера згорання працює у робочих умовах нестационарного режиму. Порошок вводиться вище по потоку від розпилювального абсорбера. Отриманий порошок гідроксиду кальцію потім збирається у пилоуловлювачі, що знаходиться нижче по потоку, утворюючи тим самим фільтраційний кек (осад на фільтрі), який є корисним для зменшення викидів SO_x .

Зазвичай вважають, що такі способи можна використовувати у будь-якій системі, у якій відбувається згорання. Це згорання можна використовувати для будь-якої мети, наприклад, для виробництва електроенергії, виробництва певного продукту або просто для спалення певного палива. Приклади систем згорання, у яких ці способи можна використовувати, включають системи виробництва електроенергії, які використовують котел, що має піч як камеру згорання; цементні печі; дугові електропечі; склоплавильні печі; металургійні печі (для міді, золота, олова тощо); печі грануляторів; домни; батареї коксових печей; хімічні вогневі підігрівачі; нафтоперегінні печі та печі для спалення відходів (медичних відходів, твердих побутових відходів тощо). Термін "камера згорання" використовується у цьому описі для позначення специфічної структури усередині системи, у якій відбувається згорання.

Фіг. 1 взагалі ілюструє приклад системи виробництва електроенергії з котлом 100 та розташованою нижче по потоку системою 110 десульфуризації. Викопне паливо 112, таке як вугілля з млина 111, та повітря 114 спалюються у печі 105, внаслідок чого виробляється топковий газ 120. Топковий газ 120 проходить через економайзер 116, що використовується для попереднього підігріву води, яка використовується у котлі для виробництва пари та охолодження топкового газу 120. Інші поверхні теплопередачі, розташовані вище по потоку від економайзера 116, не показано. Топковий газ 120 потім потрапляє в систему 130 селективного каталітичного відновлення (SCR), яка може бути присутньою або не присутньою, для видалення оксидів азоту (NO_x) з топкового газу 120. Далі топковий газ 120 проходить через повітропідігрівник 140, щоб далі охолодити топковий газ 120 та нагріти повітря 114, що надходить до печі 105. Після проходження через повітропідігрівник 140 топковий газ 120 зазвичай має температуру від приблизно 250 °F (121 °C) до приблизно 400 °F (204 °C). Іноді топковий газ 120 потім проходить через пристрій 150 для збору частинок, щоб зібрати зольний пил та інші великі частинки. Топковий газ проходить до скрубера сухої очистки або до розпилювального абсорбера 160. Тут роздібнений лужний шлам 162 розпилюється у топковий газ, щоб вступити в реакцію з оксидами сірки (SO_x) та далі охолодити топковий газ 120 до температур у діапазоні від приблизно 140 °F (60 °C) до приблизно 210 °F (99 °C). Вода зі шламу випаровується, та отриманий очищений та навантажений частинками топковий газ 120 подається до пристрою 170 для збору частинок, такого як пилоуловлювач або електростатичний осаджувач, щоб видалити частинки з топкового газу 120. Очищений топковий газ 120 потім спрямовується до димової труби 180. За бажанням, рециркуляційний потік 172 з пристрою 170 для збору частинок можна використовувати для збирання лужних частинок з пилоуловлювача та змішування їх з водою 176 у рециркуляційному резервуарі 180 для того, щоб отримати лужний шлам 162, який використовується в розпилювальному абсорбері 160. Альтернативно, свіжий шлам 164 можна використовувати в розпилювальному абсорбері 160. Частинки можна також видалити з пристрою 170 для збору частинок для подальшого виведення, вказаного в цьому описі числовою позначкою 174.

Ще раз, температура топкового газу у розпилювальному абсорбері мусить становити приблизно 104,4 °C (220 °F) до того, як розпочнеться його десульфуризаційна активність. Єдиним джерелом тепла є топковий газ сам по собі. Коли камера згорання є холодною, або, іншими словами, коли камера згорання має температуру оточуючого середовища, тоді температура в розпилювальному абсорбері є недостатньою. Під час запуску, зупинки, збою або інших аварійних періодів, камера згорання може виробляти SO_x та інші забруднювальні викиди, у той час як температура топкового газу становить нижче 104,4 °C (220 °F), та, отже, сухий скруббер неможна застосовувати для десульфуризації або видалення інших забруднювачів. Це є небажаним наслідком.

У способах цього розкритого винаходу десульфуризаційна активність може виникати у

пилоуловлювачі під час періодів, коли температура в розпилювальному абсорбері є занадто низькою, щоб застосовувати лужний шлам. Термін "робочі умови нестаціонарного режиму" застосовується у цьому описі для позначення таких періодів, коли температура у розпилювальному абсорбері становить нижче 220 °F (приблизно 104 °C). Такі умови можуть виникати під час аварійних періодів, таких як запуск, зупинка та деякі збої. Під час таких умов гідроксид кальцію осаджується у пилоуловлювачі, тим самим забезпечуючи та підвищуючи високоефективне видалення кислот. Відповідно до цього, топковий газ мусить проходити крізь фільтраційний кек, утворений на фільтрі у пилоуловлювачі, що забезпечує безпосередній контакт між топковим газом та лужним продуктом з гідроксиду кальцію та сприяє абсорбції фільтраційним кеком кислотних газів, що знаходяться у паровій фазі (таких як SO_x) у топковому газі. У більш загальному випадку ці способи можна застосовувати для видалення частинок з топкового газу.

Один робочий стан з нестаціонарним режимом, передбачений цим описом, - це запуск системи згорання. Під час запуску камера згорання та система десульфуризації (включаючи розпилювальний абсорбер), а також гази усередині цих компонентів мають температуру оточуючого середовища. Температури підвищуються, доки камера згорання не досягне своїх робочих температур стаціонарного режиму, які можуть сягати 537,8 °C (1000 °F). Іншими словами, температура топкового газу, що виходить з камери згорання, підвищується з часом під час запуску.

Крім того, під час запуску, у той час, коли температура топкового газу у розпилювальному абсорбері підвищується до його робочої температури стаціонарного режиму, лише невелика кількість гідроксиду кальцію може бути розпилена у топковий газ через розпилювач у розпилювальному абсорбері. Це є наслідком того, що при більш низьких температурах топкового газу менше води потребується для охолодження топкового газу, та таке охолодження не повинно повністю насичувати топковий газ. Крім того, існує практичне обмеження щодо кількості лужного сорбенту у будь-якому шламі, оскільки в'язкість лужного шламу зазвичай стає високою, якщо вміст твердих речовин у шламі становить діапазон від приблизно 25 % до приблизно 35 %, що спричиняє проблеми з перекачуванням, які обмежують швидкість введення лужного сорбенту через розпилювач. Завдяки додаванню сухого порошку гідроксиду кальцію у топковий газ вище по потоку від розпилювального абсорбера вдається уникнути цієї пов'язаної з в'язкістю проблеми. Необхідний лужний матеріал можна додати до топкового газу без застосування води зі шламу, яка мусить випаровуватися. Слід зазначити, що воду все ще можна додавати для випаровування засобами, відмінними від розпилювача, та її можна переносити до пилоуловлювача.

Інший робочий стан з нестаціонарним режимом, який передбачається цим описом, - це зупинка системи згорання. Під час зупинки температура камери згорання цілеспрямовано знижується з робочої температури стаціонарного режиму до температур оточуючого середовища. Іншими словами, температура топкового газу, що виходить з камери згорання, знижується з часом під час зупинки. Слід зазначити, що єдиною причиною для зупинки може бути обслуговування, таке як очищення та заміна фільтраційних рукавів, які застосовуються у самому пилоуловлювачі. Фільтраційний кек, який є присутнім на фільтраційних рукавах, може відповідати за видалення до 63 % SO₂, що надходить до пилоуловлювача. Проте, після очищення або заміни ця спроможність до десульфуризації є відсутньою, доки не відновиться фільтраційний кек. Згідно зі способами цього розкритого винаходу фільтраційний кек можна відновити раніше та скоріше, ніж чекати, коли розпилювальний абсорбер стане спроможним розпилювати лужний шлам, внаслідок чого спроможність до десульфуризації відновиться скоріше, та скоріше знизяться загальні викиди. Задача полягає в тому, щоб попередньо нанести покриття з гідроксиду кальцію на фільтраційні рукави до того, як викиди топкового газу вийдуть із системи десульфуризації.

Третій робочий стан з нестаціонарним режимом, який передбачається цим описом, - це збій у системі згорання, внаслідок чого температура газу у розпилювальному абсорбері знижується нижче 104,4 °C (220 °F). Такий збій зазвичай є дуже серйозним, через суттєве падіння температури, та він відрізняється від зупинки здебільшого тим, що він відбувається не навмисно та/або не призводить до падіння температури нижче температур оточуючого середовища.

Фіг. 2 взагалі ілюструє приклад системи цього розкритого винаходу, яка має систему 200 згорання, розташовану нижче по потоку систему 210 десульфуризації та систему 290 введення сухого порошку гідроксиду кальцію. Подібно до фіг. 1 повітря 214 та вугілля 212 з млина 211 спалюються у камері згорання 205, внаслідок чого утворюється топковий газ 220. Взагалі кажучи, топковий газ є газом-носієм, який проходить уздовж шляху проходження газу. Топковий газ проходить через економайзер 216 (інші поверхні теплопередачі, розташовані вище по

потоків від економайзера, не показано) та систему 230 SCR, яка може бути присутньою або може бути не присутньою, яка видаляє NO_x з топкового газу. Топковий газ проходить через повітропідігрівник 240 та далі в розпилювальний абсорбер 260. За бажанням, довільний пристрій 250 для збору частинок можна розташувати між повітропідігрівником 240 та розпилювальним абсорбером 260, щоб збирати зольний пил та інші великі частинки. В розпилювальному абсорбері 260 роздрібнений лужний шлам 262, такий як вапняний шлам, розпилюється у топковий газ 220, для того щоб очистити та охолодити топковий газ. Отриманий очищений та завантажений частинками топковий газ 220 передається до пилоуловлювача 270 для видалення частинок з топкового газу. Очищений топковий газ 220 потім спрямовується до димової труби 280. За бажанням рециркуляційний потік 272 з пилоуловлювача 270 можна використовувати для збирання лужних частинок, що не вступили в реакцію, з пилоуловлювача та змішування їх з водою 276 у рециркуляційному резервуарі 280, щоб утворити лужний шлам 262, який використовується в розпилювальному абсорбері 260. Альтернативно, свіжий шлам 264 можна використовувати у розпилювальному абсорбері 260. Частинок з пилоуловлювача можна також позбутися, що зображено як посилення під номером 274.

Камера згорання 205 знаходиться вище по потоку від повітропідігрівника 240, що знаходиться вище по потоку від розпилювального абсорбера 260. Пилоуловлювач 270 знаходиться нижче по потоку від розпилювального абсорбера 260. Іншими словами, розпилювальний абсорбер 260 знаходиться між повітропідігрівником 240 та пилоуловлювачем 270. Система 230 SCR, якщо є присутньою, розташовується між камерою згорання 205 та повітропідігрівником 240.

Ці способи передбачають, що шлях 220 проходження газу знаходиться між системою згорання та системою десульфуризації. Газ-носії, такий як топковий газ або звичайне повітря, проходить через шлях проходження газу. Сухий порошок гідроксиду кальцію вводиться у газ-носії у місці введення, розташованому нижче по потоку від камери 205 згорання та вище по потоку від пилоуловлювача 270. Вода розпилюється у газ-носії в розпилювальному абсорбері 260, щоб охолодити та зволожити топковий газ. Порошок гідроксиду кальцію потім осаджується у пилоуловлювачі 270, утворюючи фільтраційний кек, який використовується для зменшення викидів.

Фільтраційний кек можна утворити до початку додавання у камеру 205 згорання палива, яке учворює відносно високий рівень забруднювачів (наприклад, вугілля), або, іншими словами, поки відносно чисте паливо (наприклад, природний газ) застосовується для розігріву камери згорання. Передбачається, що порошок гідроксиду кальцію можна вводити за 60 – 90 хвилин до того, як розпилювальний абсорбер 260 розпочне працювати, отже, лужний матеріал можна додати раніше для того, щоб нанести покриття на пилоуловлювач 270, а також, щоб раніше розпочати десульфуризацію. Іншими словами, фільтраційний кек можна утворити до початку розпилювання води або шламу (тобто, лужного шламу, рециркуляційного шламу або їх комбінації) у розпилювальному абсорбері 260.

Система 290 введення сухого порошку гідроксиду кальцію включає джерело 292 постачання гідроксиду кальцію. Передбачається, що порошок гідроксиду кальцію можна вводити у систему десульфуризації у трьох різних точках А, В, С. Усі ці три точки введення знаходяться нижче по потоку від камери 205 згорання та вище по потоку від пилоуловлювача 270. Зокрема, температура топкового газу / газу-носія мусить бути нижчою за 1000°F ($537,8^\circ\text{C}$), щоб підтримувати гашене вапно у стабільному стані.

Перша точка введення А знаходиться нижче по потоку від повітропідігрівника 240 та вище по потоку від розпилювального абсорбера 260. Іншими словами, місце введення А знаходиться між повітропідігрівником 240 та розпилювальним абсорбером 260. Довільний пристрій 250 для збору частинок повинен знаходитися вище по потоку від точки введення А. У деяких варіантах здійснення топковий газ, що надходить до розпилювального абсорбера (тобто, у точці введення А), має температуру від приблизно $60,0^\circ\text{C}$ (140°F) до приблизно $98,9^\circ\text{C}$ (210°F), або від приблизно $65,6^\circ\text{C}$ (150°F) до приблизно $93,3^\circ\text{C}$ (200°F), або від приблизно $71,1^\circ\text{C}$ (160°F) до приблизно $76,7^\circ\text{C}$ (170°F).

Друга точка введення В знаходиться нижче по потоку від камери 205 згорання та вище по потоку від повітропідігрівника 240. Другу точку введення В можна також описати як таку, що знаходиться нижче по потоку від системи 230 SCR.

Третя точка введення С знаходиться нижче по потоку від розпилювального абсорбера 260. Іншими словами, точка введення С знаходиться між розпилювальним абсорбером 260 та пилоуловлювачем 270.

Сухий порошок гідроксиду кальцію може також одночасно вводитися у різних точках введення, які вказано вище. Звернемося знов до фіг. 2. Вода, що розпилюється в

розпилювальному абсорбері 260, може надходити з окремого джерела води, або у деяких варіантах здійснення вона може надходити з рециркуляційної системи 280. Під час запуску крізь рециркуляційний потік 272 проходить мало твердих речовин, або вони зовсім не проходять, отже, потік 262 – це по суті вода.

5 Довільний пристрій 250 для збору частинок може у деяких варіантах здійснення бути або електростатичним осаджувачем (ESP), або пилоуловлювачем. Різні типи пилоуловлювачів є відомими у галузі, наприклад, тканинний фільтр із зворотною продувкою, тканинний фільтр з вібраційною очисткою та тканинний фільтр з імпульсною очисткою рукавів.

10 Пилоуловлювач 270, що знаходиться нижче по потоку від розпилювального абсорбера 260, бажано є тканинним фільтром з імпульсною очисткою рукавів (PJFF) або тканинним фільтром із зворотною продувкою. У зв'язку з цим у цьому місці пилоуловлювач є переважним на відміну від ESP, завдяки спроможності пилоуловлювача здійснювати десульфуризацію, якщо його порівнювати з ESP. Іншими словами, пилоуловлювач може захоплювати забруднювачі, які знаходяться у паровій фазі, у той час, коли ESP тільки уловлює частинки та по суті не

15 захоплює забруднювачі, які знаходяться у паровій фазі. Зазвичай, увесь топковий газ, що надходить до пилоуловлювача 270, повинен проходити через фільтраційний кек, так щоб можна було видалити кислотні гази, такі як SO_2 , SO_3 , та HCl .

Фіг. 3 – це схематична ілюстрація тканинного фільтра з імпульсною очисткою рукавів. Пилоуловлювач зазвичай містить набір відділень, при цьому кожне відділення містить до

20 декілька сот довгих вертикально закріплених тканинних рукавів малого діаметру. У тканинному фільтрі з імпульсною очисткою рукавів (PJFF) рукави 320 звисають з трубної решітки 330. Топковий газ, що містить частинки, проходить ззовні рукава (показано чорними стрілками) усередину рукава (показано білими стрілками). Топковий газ проходить через пористий матеріал рукава, залишаючи частинки, внаслідок чого утворюється фільтраційний кек 340

25 назовні рукава. Імпульс стиснутого повітря можна спрямувати у рукав з відкритого нагорі отвору 322, внаслідок чого ударна хвиля проходить униз уздовж рукава та зсуває фільтраційний кек.

Гідроксид кальцію використовується тому, що його сіль не розчиняється у воді. Навпаки, натрієві сорбенти зазвичай є розчинними, та, отже, вони є менш бажаними. Крім того, гідроксид кальцію є безпечнішим за негашене вапно, яке виділяє тепло, коли поєднується з водою.

30 Автори заявки визначили, що реакційну здатність порошкоподібного гідроксиду кальцію можна порівняти з реакційною здатністю гідроксиду кальцію у вапняному шламі. Це дозволяє системі сухої десульфуризації працювати прийнятним чином у різних нестаціонарних умовах. При таких умовах до початку запуску порошок гідроксиду кальцію можна додати до того, як стане можливим введення лужного шламу у достатній кількості, щоб утворився суттєвий

35 фільтраційний кек, що дозволяє досягти прийнятних рівнів викидів кислотних газів значно раніше, ніж це можливо за іншим способом.

Зазвичай, більш бажаним є вводити порошок гідроксиду кальцію вище по потоку від розпилювального абсорбера 260 (тобто, у точках введення А або В), оскільки розпилювальний абсорбер сприяє належному розподіленню порошку по усьому пилоуловлювачу 270.

40 Фіг. 4 – це вид у частковому розрізі розпилювального абсорбера 400, який зазвичай використовується у системах десульфуризації. Розпилювальний абсорбер зазвичай має корпус 410 у формі усіченого конусу, у якому вершина конусу знаходиться унизу розпилювального абсорбера. Проте, розпилювальні абсорбери можуть також мати пласке дно замість конічного. Топковий газ 420, що надходить від нагрівача повітря, може розділитися на два потоки 422, 424, хоча це не завжди відбувається та не завжди є необхідним для розкриття цього винаходу. Один

45 потік 422 спрямовується до верхнього розсіювача 430 газу, який має кільцеподібну форму. Інший потік 424 спрямовується до нижнього розсіювача 440 газу. Розпилювач 450 проходить через центр кришки корпусу розпилювального абсорбера та розпилює вапняний шлам у топковий газ. Топковий газ надходить до розпилювального абсорбера 400 через розсіювачі газу.

50 Розпилювальний абсорбер має таку конструкцію, щоб забезпечувати належне змішування топкового газу зі шламом, та має такий розмір, щоб часу перебування у ньому вистачало на висушування шламу, внаслідок чого утворюються тверді речовини, що вільно рухаються та не відкладаються усередині. Стосовно запуску, однак, змішування та вихровий рух, які розпилювальний абсорбер надає порошку гідроксиду кальцію, сприяють кращому розподілу

55 гідроксиду кальцію по усіх фільтрувальних рукавах у пилоуловлювачі. Вода додається до сухого порошку гідроксиду кальцію в розпилювальному абсорбері за допомогою розпилювача 450, внаслідок чого утворюється шлам з гідроксиду кальцію. Вода не обов'язково повністю випаровується, особливо при низьких температурах, та вона є необхідною у пилоуловлювачі для того, щоб фільтраційний кек набув своєї спроможності здійснювати повну десульфуризацію,

60 оскільки механізм реакції для абсорбції SO_2 потребує присутності молекулярної води.

Випарений шлам з гідроксиду кальцію виходить з розпилювального абсорбера через вихід 460 та проходить до пилоуловлювача.

Фіг. 5 – це схема типової системи введення сухого сорбенту для випадку гашеного вапна. Гашене вапно може постачатися 510 або за допомогою вантажівки, або за допомогою залізничного транспорту (показано розвантаження вантажівки). Оточуюче повітря 512 засмоктується у вантажівку, щоб узяти гашене вапно та перенести цей реагент до бункера 520 зберігання. Реагент проходить з бункера 520 зберігання через ряд клапанів 522, канали 524 та бункери 526, 528 у поворотний шлюз 530, де реагент змішується з транспортувальним газом 540, щоб пневматично подаватися до точки введення на шляху проходження газу (дивись фіг. 2). Транспортувальний газ, зазвичай повітря, постачається повітродувками 542 транспортувального повітря, які передають транспортувальний газ через охолоджувачі 544 повітря, щоб знизити температуру повітря для запобігання передчасному кальцинуванню реагенту. Слід відзначити, що у цій системі ніякі рідини не вводяться у шлях проходження газу між точкою введення та розпилювальним абсорбером. Це є відмінним від попередніх систем, де розчини та шлами вводилися у топковий газ вище по потоку від скрубера сухої або вологої очистки; дивись, наприклад, патент США № 6,126,910, який належить Wilhelm. Це також відрізняється від системи, де сухий кальцієвий сорбент вводився та потім зволожувався водою у системі трубопроводів; дивись, наприклад, патент США № 5,165,903, який належить Hunt. У цих попередніх системах бажаною метою є видалення вибраних забруднювачів з топкового газу до потрапляння в систему десульфуризації. На відміну від цього, мета цих способів – це забезпечення альтернативним джерелом лужного реагенту (гашеного вапна), підвищення концентрації гашеного вапна в розпилювальному абсорбері та утворення покриття з гідроксиду кальцію на пилоуловлювачі для здійснення десульфуризації та підвищення спроможності до десульфуризації. Внаслідок додавання води або рідини перед розпилювальним абсорбером може статися небажана умова випадіння гідроксиду кальцію з газу та неможливості пересування до пилоуловлювача.

Способи цього розкриття винаходу удосконалюють спроможність системи десульфуризації реагувати на рівні викидів кислотних газів та працювати у межах прийнятних рівнів викидів кислотних газів, пропонуючи засіб реагування у часі на зміни у рівнях викидів. Одним постійно виникаючим питанням стосовно підтримки роботи системи згорання є час, необхідний для вирішення цієї проблеми. Порошок гідроксиду кальцію можна швидко додати та отримати гарний результат. У способах також пропонується сухий сорбент, який не потребує додавання води до процесу.

Фіг. 7 – це загальна схема процесу, яка ілюструє способи, розкриті у цьому винаході. Система 700 згорання містить камеру 705 згорання, у якій відбувається згорання, внаслідок якого виробляється топковий газ. Топковий газ проходить уздовж шляху 720 проходження газу через розпилювальний абсорбер 760 до пилоуловлювача 770, що знаходиться нижче по потоку від розпилювального абсорбера. Сухий порошок гідроксиду кальцію змішують з топковим газом (у шляху 720 проходження газу) між камерою 705 згорання та пилоуловлювачем 770. Наприклад, порошок гідроксиду кальцію можна додати вище по потоку від розпилювального абсорбера (числове позначення 794) або нижче по потоку від розпилювального абсорбера (числове позначення 796). Усередині розпилювального абсорбера 760 вода (числове позначення 762) розпилюється у топковий газ для того, щоб зволожити та охолодити топковий газ. Топковий газ проходить до пилоуловлювача 770. Гідроксид кальцію захоплює забруднювачі або частинки, що знаходяться у топковому газі. Очищений газ спрямовується до димової труби 780 або подібного пристрою для викидання в атмосферу.

Конструкції для застосування на практиці способів цього опису знаходяться у межах фаху звичайних фахівців у цій галузі. Клапани, труби, датчики, з'єднання та фітинги, які є необхідними для практичного застосування цих способів, є також зазвичай комерційно доступними.

Приклад

Енергетична установка загальною потужністю 120 МВт (120 MWg (gross megawatts)) мала вигляд, показаний на фіг. 2. Використання порошку гідроксиду кальцію застосували під час запуску, а також для заміщення вапняного шламу. Порошок гідроксиду кальцію ввели у точках введення А та С. Дійсний викид SO_2 з димової труби показано на фіг. 6. Вись "у" – це кількість випущеного SO_2 в одиницях фунтів/на мільйон BTU (британських теплових одиниць). Вись "х" – це час дня, тобто, від 0:00 ночі до 12:00 дня. Для порівняння показана границя регульованого викиду SO_2 через димову трубу, яка становить 0,09 фунтів на мільйон BTU. Показано дві лінії: одна для дійсних викидів та одна для оцінених викидів, якщо б порошок гідроксиду кальцію не було б додано. Слід зазначити, що здійснити запуск намагалися тричі, як показано на цій фігурі: приблизно у 12:30 ночі, у приблизно 2:45 ночі та у приблизно 5:45 ночі.

Розкриття цього винаходу було зроблено з посиланням на приклади варіантів здійснення. Очевидно, модифікації та зміни виникнуть після прочитання та розуміння докладного опису вище. Наполягаємо, що цей опис було створено як такий, що включає усі такі модифікації та зміни, доки вони знаходяться у межах доданої формули винаходу, а також її еквівалентів.

5

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб зменшення викидів від згорання, що утворюються під час робочих умов нестационарного режиму у системі згорання, яка має шлях проходження топкового газу, який проходить від камери згорання через розпилювальний абсорбер до пилоуловлювача, що знаходиться нижче по потоку від розпилювального абсорбера, при якому здійснюють:
10 змішування сухого порошку гідроксиду кальцію з топковим газом у шляху проходження топкового газу у точці введення, яка знаходиться нижче по потоку від камери згорання та вище по потоку від пилоуловлювача;
- 15 розпилювання води у топковий газ в розпилювальному абсорбері для зволоження топкового газу та зниження його температури та осадження порошку гідроксиду кальцію у пилоуловлювачі для утворення фільтраційного кеку, який знижує викиди від згорання.
2. Спосіб за п. 1, де ніякої рідини не додають до топкового газу між точкою введення та розпилювальним абсорбером.
- 20 3. Спосіб за п. 1, де воду, яку розпилюють у топковий газ, подають з рециркуляційної системи для рециркуляції твердих речовин з пилоуловлювача.
4. Спосіб за п. 1, де шлях проходження топкового газу проходить через повітропідігрівник, розташований між камерою згорання та розпилювальним абсорбером.
- 25 5. Спосіб за п. 4, де точка введення знаходиться між повітропідігрівником та розпилювальним абсорбером.
6. Спосіб за п. 4, де точка введення знаходиться вище по потоку від повітропідігрівника.
7. Спосіб за п. 4, в якому використовують пристрій для збору частинок, розташований між повітропідігрівником та розпилювальним абсорбером.
- 30 8. Спосіб за п. 7, де точка введення знаходиться нижче по потоку від пристрою для збору частинок.
9. Спосіб за п. 1, де точка введення знаходиться між розпилювальним абсорбером та пилоуловлювачем.
10. Спосіб за п. 1, де пилоуловлювач - це тканинний фільтр з імпульсною очисткою рукавів, тканинний фільтр з вібраційною очисткою або тканинний фільтр із зворотною продувкою.
- 35 11. Спосіб за п. 1, де воду, яку розпилюють у розпилювальному абсорбері, розпилюють через додаткові форсунки, а розпилювач розпилювального абсорбера не працює.
12. Спосіб за п. 1, де топковий газ, що надходить до розпилювального абсорбера, має температуру від приблизно 60,0 °C до приблизно 98,9 °C.
- 40 13. Спосіб за п. 1, де топковий газ, що надходить до розпилювального абсорбера, має температуру від менш ніж 104,4 °C.
14. Спосіб за п. 1, де камера згорання має температуру менш ніж 204,4 °C.
15. Спосіб за п. 1, де топковий газ - це топковий газ, що виходить з камери згорання під час запуску камери згорання.
- 45 16. Спосіб за п. 1, де температура топкового газу знижується з часом.
17. Спосіб за п. 1, де робочий стан нестационарного режиму - це збій уздовж шляху проходження топкового газу.
18. Спосіб за п. 1, де систему згорання вибирають з котлів, цементних печей, печей, металургійних печей, батарей коксових печей, нагрівачів та печей для спалення відходів.
- 50 19. Спосіб захоплення забруднювачів, що знаходяться у топковому газі, який виробляється камерою згорання під час робочих умов нестационарного режиму, при якому здійснюють:
змішування сухого порошку гідроксиду кальцію з топковим газом у точці введення, що знаходиться нижче по потоку від камери згорання та вище по потоку від розпилювального абсорбера;
- 55 розпилювання води у топковий газ в розпилювальному абсорбері для зволоження та зниження температури топкового газу та проходження топкового газу крізь пилоуловлювач, що знаходиться нижче по потоку від розпилювального абсорбера, де порошок гідроксиду кальцію осаджується у пилоуловлювачі, утворюючи фільтраційний кек, який захоплює забруднювачів, що знаходяться у топковому газі.

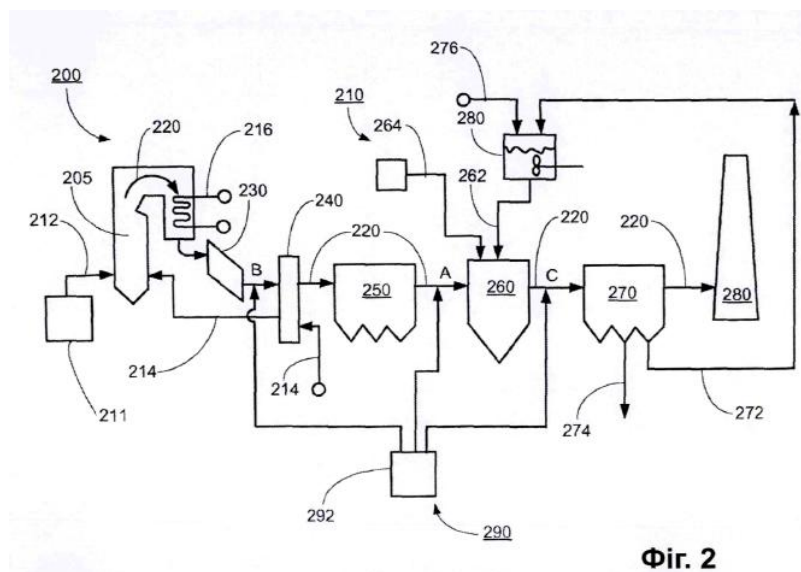
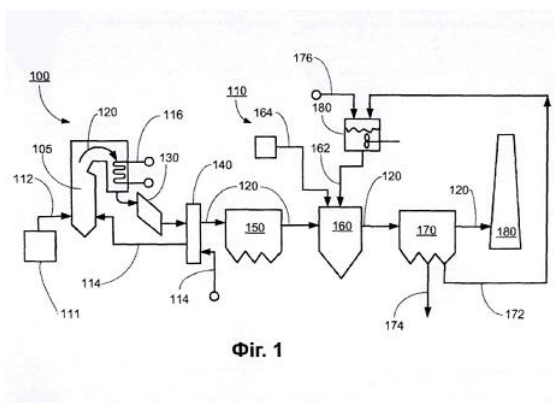
20. Спосіб за п. 19, де ніяку рідину не додають до топкового газу між точкою введення та розпилювальним абсорбером.

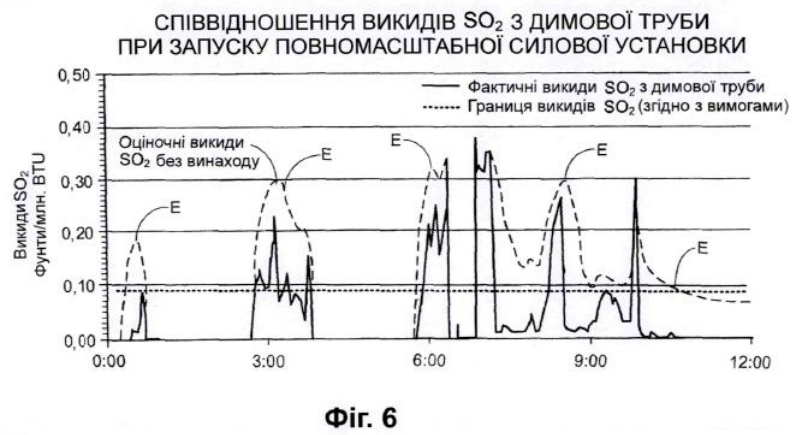
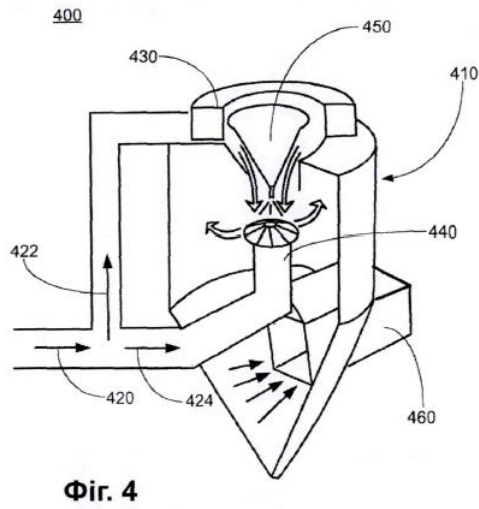
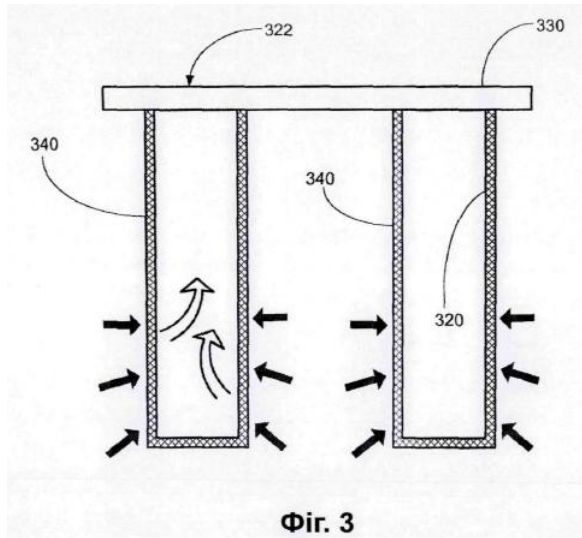
21. Спосіб за п. 19, де топковий газ, який надходить до розпилювального абсорбера, має температуру від приблизно 60,0 °C до приблизно 98,9 °C.

5 22. Спосіб за п. 19, де топковий газ, який надходить до розпилювального абсорбера, має температуру від менш ніж 104,4 °C.

23. Спосіб за п. 19, де топковий газ, що виходить з камери згорання, має температуру менш ніж 204,4 °C.

10 24. Спосіб за п. 19, де камера згорання розташована у системі згорання, яку вибирають з котлів, цементних печей, печей, металургійних печей, батарей коксових печей, нагрівачів та печей для спалення відходів.





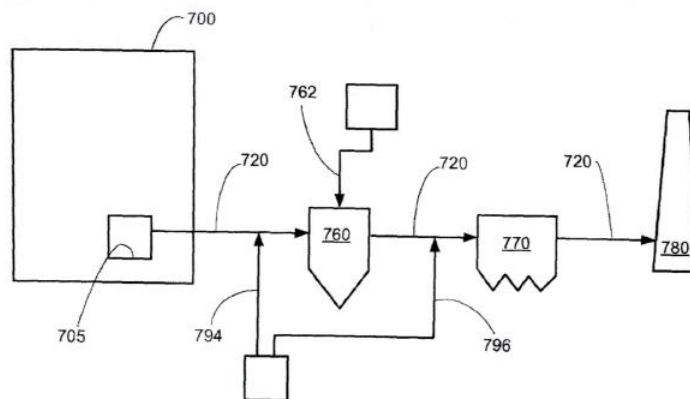


Fig. 7

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

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