



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **111229** (13) **C2**
(51) МПК (2016.01)
B01D 53/56 (2006.01)
B01D 53/86 (2006.01)
B01J 8/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2014 03629	(72) Винахідник(и):	Джанкура Брайан Джей. (US),
(22) Дата подання заявки:	25.09.2012		Сільва Ентоні Ей. (US),
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	11.04.2016		Кампобенедетто Едвард Джей. (US)
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	61/540,795, 13/548,147	(73) Власник(и):	БЕБКОК ЕНД УІЛКОКС ПАУЕ
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	29.09.2011, 12.07.2012		ДЖЕНЕРЕЙШОН ГРУП, ІНК.,
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	US, US	(74) Представник:	Войтенко Олександр Петрович, реєстр. №23
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.06.2014, Бюл.№ 11	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 5636240 A, 03.06.1997
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	11.04.2016, Бюл.№ 7		US 6299848 B1, 09.10.2001
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/US2012/057070, 25.09.2012		US 4645653 A, 24.02.1987
			US 6146607 A, 14.11.2000
			JP 2010194530 A, 09.09.2010
			US 20090074629 A1, 19.03.2009
			US 5284636 A, 08.02.1994
			US 6290921 A, 18.09.2001
			US 20030175194 A1, 18.09.2003
			UA a201001353, 25.03.2010

(54) ВВЕДЕННЯ СУХОГО СОРБЕНТУ У СКРУБЕР СУХОЇ ОЧИСТКИ ПІД ЧАС РОБОТИ В УМОВАХ СТАЦІОНАРНОГО РЕЖИМУ**(57) Реферат:**

Способи зниження рівнів викидів під час роботи в умовах стаціонарного режиму для застосування з системою десульфуризації з використанням сухого скрубера. Сухий порошок гідроксиду кальцію вводять у шлях проходження газу та зволожують в розпилювальному абсорбері. Отриманий шлам 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, особливо під час запуску холодного котла при температурі оточуючого середовища. Роботу котла можна також відновити, компенсувати, відкоригувати або підсилити залежно від різних робочих сценаріїв.

UA 111229 C2

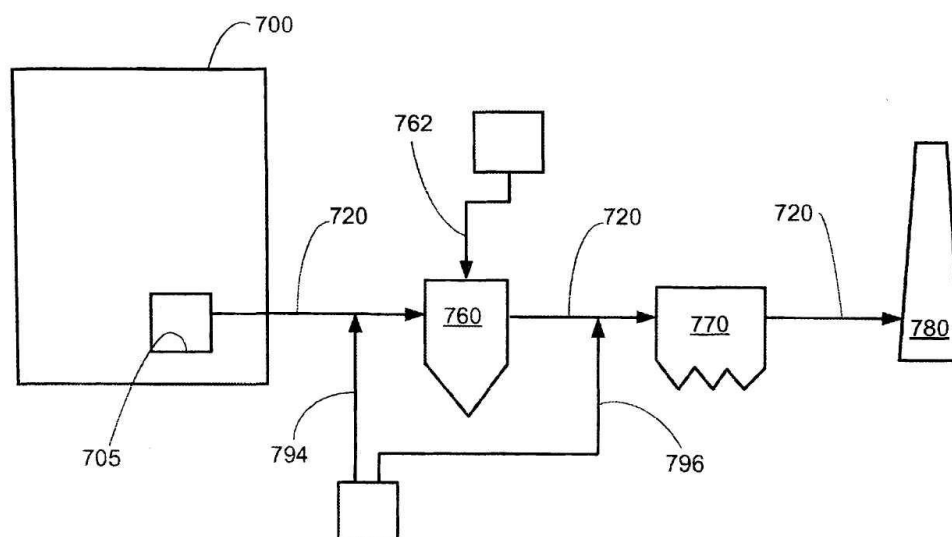


Fig. 7

Дані щодо родинної заявки

Для цієї заявки заявляється пріоритет за попередньою патентною заявкою США № 61/540,795, 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 нормальному режимі роботи, 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 проходження газового потоку через розпилювальний абсорбер, де розпилюють сорбент, у пилоуловлювач під час застосування викопного палива, що утворює забруднення, у системі згорання.

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).

15 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).

20 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.

35 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 $204,4^\circ\text{C}$ (400°F) до приблизно $260,0^\circ\text{C}$ (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.

40 Процес десульфуризації шляхом сухого газоочищення не працює належним чином при низьких температурах. Зокрема, необхідно, щоб температура топкового газу зазвичай становила принаймні $104,4^\circ\text{C}$ (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 $204,4^\circ\text{C}$ (400°F) до $260,0^\circ\text{C}$ (500°F), до того, як топковий газ досягне температури $104,4^\circ\text{C}$ (220°F) в розпилювальному абсорбері. Внаслідок цього викид SO_x підвищується під час запуску. 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 .

55 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

стаціонарних робочих умов 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 у нормальних робочих умовах (тобто, при високих температурах). Порошок вводять 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 . Це можна використовувати для збільшення здатності скруббера сухої очистки до десульфуризації або для корегування викидів.

У варіантах здійснення описується спосіб зменшення викидів від згорання, які утворюються під час нормальних робочих умов 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. Топковий газ, вироблений камерою згорання, протікає по шляху 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 вдують у топковий газ та змішують з ним у шляху проходження газу. Воду розпилюють у топковий газ в розпилювальному абсорбері для зволоження та зниження температури топкового газу. Топковий газ потім пропускають через пилоуловлювач, де порошок гідроксиду кальцію осаджується у пилоуловлювачі, утворюючи тим самим фільтраційний кек, який зменшує викиди від згорання.

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

Воду, що розпилюють у скруббері сухої очистки, можуть подавати з рециркуляційної системи для рециркуляції твердих речовин з пилоуловлювача. Вода може також бути у формі лужного шламу, а не просто водою.

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

Кількість сухого порошку гідроксиду кальцію, змішаного з топковим газом, змінюють за часом залежно від рівня викидів у топковому газі (тобто, сценарій корегування).

Вода, яку розпилюють у топковий газ в розпилювальному абсорбері, може бути у будь-якій формі води, особливо коли лужний шлам не розпилюють в розпилювальному абсорбері (тобто, аварійний сценарій або сценарій підсилення).

Топковий газ, що надходить до розпилювального абсорбера, може мати температуру приблизно $104,4^{\circ}\text{C}$ (220°F) або вище. Топковий газ, що виходить з печі, може мати температуру $204,4^{\circ}\text{C}$ (400°F) або вище.

Також описуються способи роботи котла, який використовує розпилювальний абсорбер для очищення топкового газу. Сухий порошок гідроксиду кальцію змішують з топковим газом у місці введення, що знаходиться нижче по потоку від котла та вище по потоку від розпилювального абсорбера. Воду потім розпилюють у топковий газ в розпилювальному абсорбері, утворюючи очищений топковий газ, що містить частинки. Частинки, що знаходяться у топковому газі, потім осаджують у пилоуловлювачі, утворюючи фільтраційний кек, який зменшує викиди від згорання. Це можна використовувати як додатковий резерв для гарантування десульфуризації, або для регулювання рівня викидів у такий спосіб, що дозволяє швидко реагувати на зміну рівнів під час рутинного обслуговування розпилювального абсорбера, або для додавання до вапняного шламу або для заміщення вапняного шламу, який зазвичай використовується для десульфуризації топкового газу.

Кількість сухого порошку гідроксиду кальцію, який вводять у топковий газ, можна визначити шляхом порівняння рівня викидів з попередньо заданим значенням.

Вода, яку розпилюють в розпилювальному абсорбері, може бути у формі простої води (тобто, H_2O) або у формі лужного шламу (тобто, води з лужним сорбентом, таким як гідроксид кальцію). Воду можна також подавати з рециркуляційної системи для рециркуляції твердих

речовин з пилоуловлювача або через додаткові форсунки, коли розпилювач не працює. У деяких варіантах здійснення топковий газ, що подають до розпилювального абсорбера, має температуру приблизно 104,4 °C (220 °F) або вище, тобто, в умовах, при яких лужний шлам може достатньо випаровуватися. Топковий газ, що виходить з печі, може мати температуру

5 204,4 °C (400 °F) або вище.

Ці та інші необмежувальні характеристики докладно описані нижче.

Стислий опис ілюстративного матеріалу

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

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

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

15 очисткою рукавів.

Фігура 4 – вид у частковому розрізі розпилювального абсорбера.

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

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

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

Докладний опис

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.

35 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.

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

40 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

50 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 4" також описує діапазон "від 2 до 4".

Термін "гашене вапно" означає гідроксид кальцію, який також відомий як $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Термін

55 "гашене", коли використовується в цьому описі, не означає, що молекулярна вода є присутньою.

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"

60 позначає оксид кальцію, CaO .

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.

5 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 стаціонарних робочих умов у системі регулювання забруднення, яка використовує скрубер 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 можна вводити у топковий газ, у той час коли камера згорання працює у нормальних робочих умовах (тобто, при високих температурах). 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.

Фігура 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.

У способах цього опису гідроксид кальцію осаджується у пилоуловлювачі для забезпечення та збільшення вискоєфективного видалення кислот під час нормальної роботи (тобто, у стаціонарних робочих умовах). У цьому відношенні топковий газ мусить проходити через фільтраційний кек, що утворюється на фільтрі в пилоуловлювачі, що забезпечує безпосередній контакт між топковим газом та лужним гідроксидом кальцію та сприяє абсорбції фільтраційним кеком кислотних газів у паровій фазі (таких як SO_x) у топковому газі. Залежно від робочого сценарію сухий порошок гідроксиду кальцію можна використовувати для надання додаткової

спроможності десульфуризації системі десульфуризації або його можна використовувати для регулювання рівня викидів усієї системи виробництва електроенергії. У більш звичайному випадку ці способи можна використовувати для видалення частинок з топкового газу.

Термін "стаціонарні робочі умови" використовується в цьому описі, щоб позначити періоди, коли температура топкового газу, що проходить через розпилювальний абсорбер, становить 220 °F (приблизно 104 °C) або вище.

Фігура 2 взагалі ілюструє приклад системи цього опису, яка має систему 200 згорання, розташовану нижче по потоку систему 210 десульфуризації та систему 290 введення сухого порошку гідроксиду кальцію. Подібно до Фігури 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 потоку 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 піччю 205 та повітропідігрівником 240.

Ці способи передбачають, що шлях 220 проходження газу знаходиться між системою згорання та системою десульфуризації. Топковий газ проходить через шлях проходження газу або рухається уздовж нього. Сухий порошок гідроксиду кальцію вводиться у топковий газ у місці введення, розташованому нижче по потоку від камери 205 згорання та вище по потоку від пилоуловлювача 270. Вода розпилюється у газ-носіє в розпилювальному абсорбері 260, щоб охолодити та зволожити топковий газ. Ця вода може бути звичайною водою (тобто, H₂O) або водою у формі лужного шламу (що містить воду та лужний сорбент). Порошок гідроксиду кальцію потім осаджується у пилоуловлювачі 270, утворюючи фільтраційний кек, який використовується для зменшення викидів.

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 °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.

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 Фігури 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, або вона надходить з лужного шламу 262.

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.

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 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 .

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

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 умовах. Зокрема, система введення сухого порошку гідроксиду кальцію сприяє нормальній роботі котла, коли відбувається поламка у системі постачання лужного шламу. Порошок гідроксиду кальцію можна додавати у великих кількостях, на відміну від лужного шламу, щоб поповнити втрату лужного шламу та підтримувати прийнятні рівні викидів. Наприклад, якщо розпилювач закупорюється, то його можна видалити та вставити аварійний розпилювач, щоб продовжити розпилення води у топковий газ. Альтернативно, воду можна вводити через допоміжні форсунки. Порошок гідроксиду кальцію можна використовувати для підтримки спроможності пилоуловлювача до десульфуризації.

Інший робочий сценарій полягає в тому, щоб здійснювати розпилення лужного шламу в розпилювальному абсорбері, так щоб підтримувати рівні викидів на значенні, близькому до попередньо визначеного. Коли викиди наближаються або перебільшують заздалегідь встановлене значення, тоді можна одразу додати порошок гідроксиду кальцію, щоб відрегулювати рівень викидів, знижуючи його до прийнятного рівня.

Іще інший робочий сценарій може виникнути, коли робоча установка має обмежене постачання лужного шламу. У цьому випадку порошок гідроксиду кальцію можна використовувати для підсилення роздрібненого шламу з метою підтримки прийнятних рівнів викидів.

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.

Фігура 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 потік 422 спрямовується до верхнього розсіювача 430 газу, який має кільцеподібну форму. Інший потік 424 спрямовується на нижній розсіювач 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. 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. Змішування та вихровий рух, яким завдяки розпилювальному абсорбері піддається порошок гідроксиду кальцію, сприяють кращому розподілу 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 є необхідною у пилоуловлювачі для того, щоб фільтраційний кек набув своєї спроможності здійснювати повну десульфуризацію, 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.

Фігура 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 Фігуру 2). Транспортувальний газ, зазвичай повітря, постачається повітродувками 542 транспортувального повітря, які передають транспортувальний газ через охолоджувачі 544 повітря, щоб знизити температуру повітря з метою 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 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 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 опису 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.

Фігура 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 (числова позначка 794) або нижче по потоку від розпилювального абсорбера (числова позначка 796). Усередині розпилювального абсорбера 760 вода (числова позначка 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 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 Фігурі 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 Фігурі 6. Вісь "у" – це кількість випущеного SO_2 в одиницях фунтів/на мільйон ВТУ (британських теплових одиниць). Вісь "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 ВТУ. 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.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб зменшення викидів від згорання, що утворюються під час нормальних робочих умов у системі згорання, яка має шлях проходження газу, який проходить послідовно від камери згорання через повітропідігрівник та розпилювальний абсорбер до пилоуловлювача, що знаходиться нижче по потоку від розпилювального абсорбера, при якому здійснюють: змішування сухого порошку гідроксиду кальцію з топковим газом у точці введення, яка знаходиться нижче по потоку від камери згорання та вище по потоку від пилоуловлювача; розпилювання води у топковий газ в розпилювальному абсорбері для зволоження топкового газу та зниження його температури та пропускання топкового газу через пилоуловлювач, де порошок гідроксиду кальцію захоплює забруднювачі, що знаходяться у топковому газі, причому точка введення знаходиться або вище по потоку від повітропідігрівника, або між розпилювальним абсорбером і пилоуловлювачем.
2. Спосіб за п. 1, де ніякої рідини не додають до газу-носія між точкою введення та розпилювальним абсорбером.
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 пилоуловлювач - це тканинний фільтр з імпульсною очисткою рукавів, тканинний фільтр з вібраційною очисткою або тканинний фільтр із зворотною продувкою.
5. Спосіб за п. 1, де вода, яку розпилюють у топковий газ в розпилювальному абсорбері, знаходиться у формі лужного шламу.
6. Спосіб за п. 1, де кількість сухого порошку гідроксиду кальцію, змішаного з топковим газом, змінюють за часом залежно від рівня викидів у топковому газі.
7. Спосіб за п. 1, де вода, яку розпилюють у топковий газ в розпилювальному абсорбері, знаходиться у формі саме води, та при цьому лужний шлам не розпилюють в розпилювальному абсорбері.
8. Спосіб за п. 1, де топковий газ, який подають до розпилювального абсорбера, має температуру приблизно 104,4 °C (220 °F) або вище.
9. Спосіб за п. 1, де топковий газ, який виходить з камери згорання, має температуру 204,4 °C (400 °F) або вище.
10. Спосіб за п. 1, де систему згорання вибирають з групи, яка складається з котлів, цементних печей, печей, металургійних печей, батарей коксових печей, нагрівачів та печей для спалення відходів.
11. Спосіб очищення топкового газу від забруднень, що утворюються під час нормальних робочих умов у системі згорання, яка використовує розпилювальний абсорбер для очищення топкового газу, 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; розпилювання води у топковий газ в розпилювальному абсорбері для утворення чистого топкового газу, що містить частинки; та осадження частинок, що знаходяться у топковому газі, у пилоуловлювачі, внаслідок чого утворюється фільтраційний кек, яким зменшують викиди під згорання,

причому точка введення знаходиться вище по потоку від повітропідігрівника, розташованого між камерою згорання та розпилювальним абсорбером.

12. Спосіб за п. 11, де кількість сухого порошку гідроксиду кальцію, який вводять у топковий газ, визначають шляхом порівняння рівня викидів з попередньо заданим значенням.

5 13. Спосіб за п. 11, де ніякої рідини не додають, до топкового газу між точкою введення та розпилювальним абсорбером.

14. Спосіб за п. 11, де вода, яку розпилюють в розпилювальному абсорбері, знаходиться у формі лужного шламу.

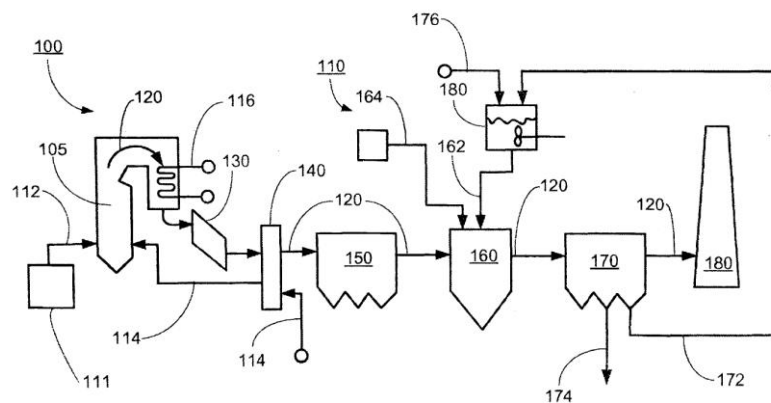
15. Спосіб за п. 11, де воду, яку розпилюють в розпилювальному абсорбері, подають з рециркуляційної системи для рециркуляції твердих речовин з пилоуловлювача.

10 16. Спосіб за п. 11, де воду, яку розпилюють в розпилювальному абсорбері, розпилюють через допоміжні форсунки, а розпилювач розпилювального абсорбера не працює.

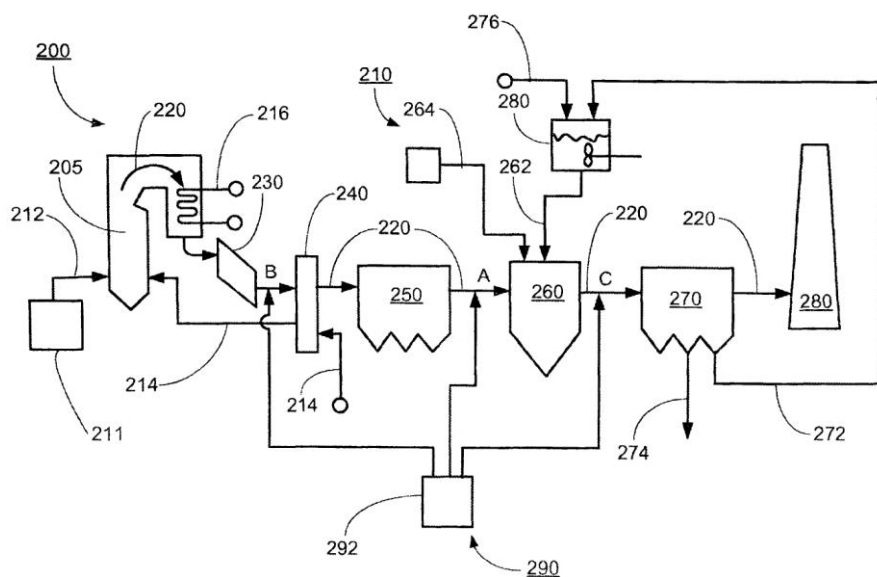
17. Спосіб за п. 11, де топковий газ, що подають до розпилювального абсорбера, має температуру приблизно 104,4 °C (220 °F) або вище.

15 18. Спосіб за п. 11, де топковий газ, що виходить з камери згорання, має температуру 204,4 °C (400 °F) або вище.

19. Спосіб за п. 11, де систему згорання вибирають з групи, яка складається з котлів, цементних печей, печей, металургійних печей, батарей коксових печей, нагрівачів та печей для спалення відходів.



Фіг. 1



Фіг. 2

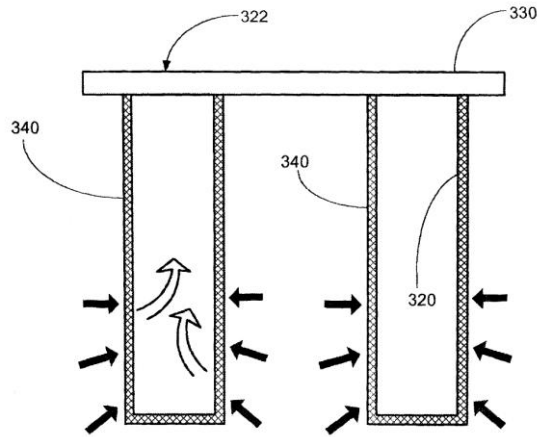


Fig. 3

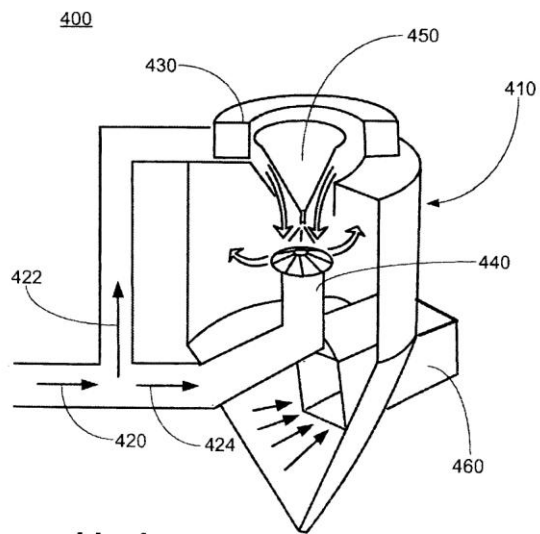


Fig. 4

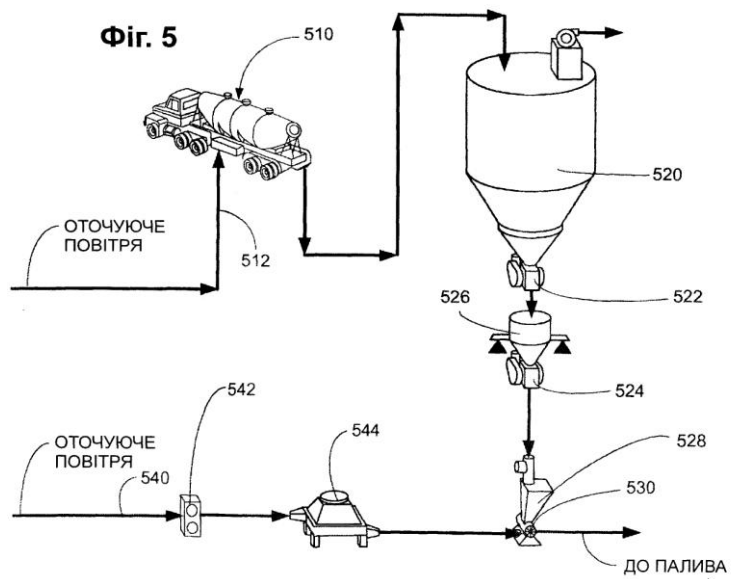
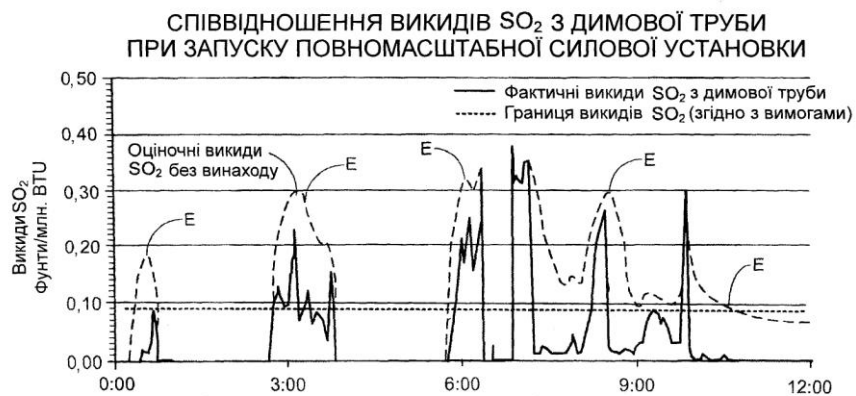
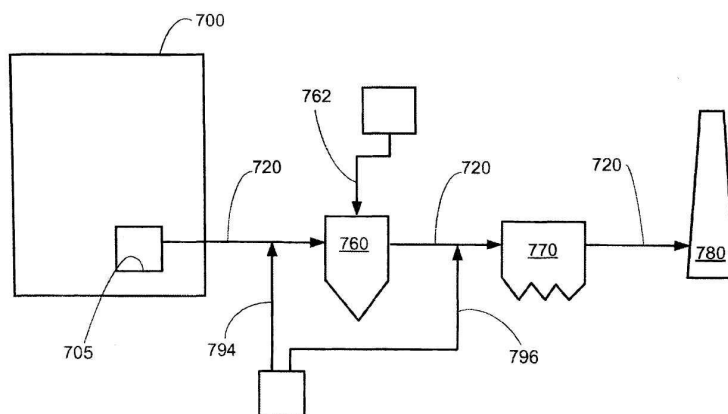


Fig. 5



Фіг. 6



Фіг. 7

Комп'ютерна верстка В. Мацело

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