



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 109626

(13) C2

(51) МПК

F23C 10/20 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2010 11596	(72) Винахідник(и):	Маріамчик Михайл (US), Александр Кіплін Сі. (US), Годден Марк Сі. (US), Крафт Дейвід Л. (US)
(22) Дата подання заявки:	29.09.2010	(73) Власник(и):	БЕБКОК ЕНД УІЛКОКС ПАУЕ ДЖЕНЕРЕЙШОН ҐРУП, ІНК., 20 South Van Buren Avenue, Barberton, Ohio 44203-0351, United States of America (US)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.09.2015	(74) Представник:	Войтенко Олександр Петрович, реєстр. №23
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	12/571,187	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 2008000403 A1, 03.01.2008 US 4841884 A, 27.06.1989 GB 2046415 A, 12.11.1980 DE 3345706 A1, 27.06.1985 DE 19703197 A1, 06.08.1998
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	30.09.2009		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	US		
(41) Публікація відомостей про заявку:	11.04.2011, Бюл.№ 7		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.09.2015, Бюл.№ 18		

## (54) СИСТЕМА ПОДАЧІ ПЕРВИННОГО ОКИСНЮВАЧА ДО КОТЛА З ЦИРКУЛЮЮЧИМ ПСЕВДОЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ (CFB), ЩО СПАЛЮЄТЬСЯ КИСНЕМ (ВАРІАНТИ)

### (57) Реферат:

Система подачі первинного окиснювача до котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром (CFB), що спалюється киснем. Система включає набір вузлів барботажних ковпачків, при цьому кожен вузол включає ніжку та барботажний ковпачок з принаймні одним вихідним отвором, причому кожен барботажний ковпачок з'єднаний за допомогою ніжки з принаймні однією повітряною камерою, а повітряна камера містить принаймні один колектор. Мається набір трубок, при цьому кожна трубка розташована всередині вузла барботажного ковпачка, причому її відкритий кінець знаходиться біля, вище або нижче вихідних отворів барботажних ковпачків, а протилежний кінець з'єднаний з колектором, розташованим усередині кожної повітряної камери. Рециркулюючий газ подається через трубопровід у повітряну камеру, до ніжки та виходить з вихідних отворів, розташованих у барботажному ковпачку, у циркулюючий псевдозріджений шар. Кисень подається через трубопровід у колектор, через трубки та виходить через вихідні отвори, розташовані у барботажному ковпачку. Трубка може крім того містити розташований на її відкритому кінці засіб для запобігання випадковому потраплянню гарячих частинок у трубку, наприклад, екран від уламків, розташований вище та близько до відкритого кінця трубки, або за допомогою спрямування відкритого кінця у напрямку униз. Ізоляційний зазор можна також розташувати всередині барботажного ковпачка для зменшення теплопровідності між зовнішньою поверхнею барботажного ковпачка, яка піддається впливу гарячого матеріалу шару, та внутрішньою поверхнею барботажного ковпачка, яка контактує з киснем.

UA 109626 C2

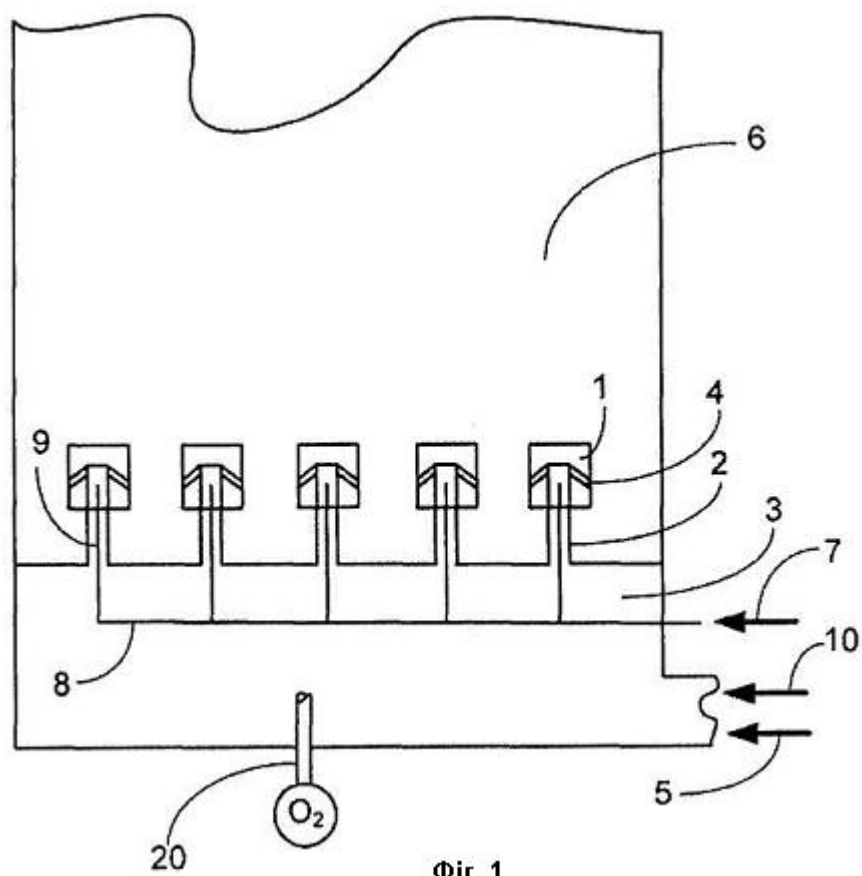


Fig. 1

Цей винахід належить, взагалі, до галузі ректорів або котлів з циркулюючим псевдозрідженим шаром (CFB), які використовуються у промисловості або на електростанціях, що виробляють електроенергію, та, зокрема, до пристрою для подачі первинного окиснювача, сконструйованого для здійснення псевдозрідження матеріалу шару, крізь днище CFB.

Процес згоряння, при якому суміш рециркуляційного газу та кисню використовується замість повітря для спалювання викопного палива (також називається кисневим згорянням або кисневим спалюванням) привертає увагу як засіб зменшення ефекту глобального потепління за рахунок зменшення викидів парникових газів, зокрема діоксиду вуглецю ( $\text{CO}_2$ ). Заміщення азоту, що міститься у повітрі, рециркулюючим газом стає причиною більш високої концентрації  $\text{CO}_2$  у топковому газі, що, у свою чергу, знижує витрати на виділення  $\text{CO}_2$  для його подальшого зберігання під землею або під водою.

У галузі спалювання киснем котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром (CFB) надає певні переваги порівняно з котлом, що працює на пилоподібному вугіллі (PC). Оскільки масу речовини, яку слід нагрівати у циркулюючому псевдозрідженому шарі, представлено матеріалом циркулюючого шару, то його "нормальну" температуру у топці у випадку спалювання киснем можна досягти при зменшеній рециркуляції газу (тобто з більш високою концентрацією кисню у потоках окиснювача) порівняно з установками, що працюють на пилоподібному вугіллі. Внаслідок цього зменшується об'ємна витрата топкового газу, що, у свою чергу, дозволяє зекономити на розмірі установки та споживанні електроенергії.

У звичайній топці з циркулюючим псевдозрідженим шаром, де спалення здійснюють повітрям, використовують два повітряні потоки: первинного повітря та вторинного повітря. Первинне повітря, що подається крізь днище топки, забезпечує псевдозрідження матеріалу шару та підтримує процес згоряння у нижній частині топки. Вторинне повітря зазвичай подається через ряд сопел, розташованих одне навпроти одного на певній висоті (у більшості випадків від 10 до 20 футів) над днищем топки. У випадку спалювання киснем, під час якого зазвичай передбачається використання замість повітря окиснювального агента з підвищеною концентрацією кисню, який здебільшого включає кисень та топковий газ, що повторно використовується, терміни "первинне повітря" та "вторинне повітря" слід, відповідно, замінити термінами "первинний окиснювач" та "вторинний окиснювач".

Найбільш близьким за сукупністю ознак до усіх варіантів системи подачі первинного окиснювача до котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, що спалюється киснем, які заявляються, є вибрана як найближчий аналог система подачі первинного окиснювача до котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, що спалюється киснем, за опублікованою заявкою на патент США № 2008000403 (опубл. 03.01.2008), яка містить: набір вузлів барботажних ковпачків, при цьому кожен вузол барботажного ковпачка включає барботажний ковпачок, ніжку, принаймні один вихідний отвір та внутрішню та зовнішню поверхні; принаймні одну повітряну камеру, де ця принаймні одна повітряна камера має свою власну регульовану подачу окиснювача та з'єднана з кожною з ніжок набору вузлів барботажних ковпачків, та де ця принаймні одна повітряна камера, крім того, включає принаймні один колектор; набір трубок, при цьому кожна трубка розташована всередині одного з набору вузлів барботажних ковпачків, кожна трубка має відкритий кінець, розташований вище або нижче принаймні одного вихідного отвору кожного з набору вузлів барботажних ковпачків, та кожна трубка з'єднана на протилежному кінці з принаймні одним колектором, розміщеним усередині його відповідної повітряної камери; перший регульований подаваний окиснювач, що подається незалежно до принаймні однієї повітряної камери, через ніжку кожного вузла барботажного ковпачка та через принаймні один вихідний отвір кожного вузла барботажного ковпачка у циркулюючий псевдозріджений шар; та другий регульований подаваний окиснювач (кисень), що подається незалежно через принаймні один колектор до набору трубок та у набір вузлів барботажних ковпачків, де він змішується з першим регульованим подаваним окиснювачем та виходить через принаймні один вихідний отвір барботажного ковпачка.

Окрім того, кожен з вузлів барботажних ковпачків найближчого аналога містить вертикальну циліндричну стінку, концентрично розташовану між ніжкою та циліндричною частиною ковпачка, при цьому верхній кінець вертикальної циліндричної стінки прикріплений до внутрішньої поверхні кришки ковпачка, а нижній кінець розташований на деякій, доволі невеликій відстані від дна ковпачка, утворюючи кільцевий проміжок. Між внутрішньою поверхнею вертикальної циліндричної стінки та зовнішньою поверхнею ніжки утворений кільцевий канал, до якого через отвори у верхній частині ніжки подається перший регульований подаваний окиснювач. У цей же кільцевий канал через отвори біля відкритого верхнього кінця трубки подається другий регульований подаваний окиснювач (кисень). Обидва окиснювачі рухаються, змішуючись, у вказаному кільцевому каналі в одному й тому ж самому напрямку вертикально униз до

вищевказаного проміжку, після якого потік суміші обох окиснювачів різко міняє напрямок свого руху на протилежний напрямок вертикально угору, і потік далі підіймається уздовж кільцевого каналу між внутрішньою поверхнею циліндричної частини ковпачка та зовнішньою поверхнею вертикальної циліндричної стінки, а потім частина потоку суміші обох окиснювачів виходить з нижніх вихідних отворів, а решта - з верхніх вихідних отворів.

У системи подачі первинного окиснювача до котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, що спалюється киснем, яка заявляється, та вибраному найближчому аналогу збігаються такі суттєві ознаки: кожна з обох систем містить набір вузлів барботажних ковпачків, при цьому кожен вузол барботажного ковпачка включає барботажний ковпачок, ніжку, принаймні один вихідний отвір та внутрішню та зовнішню поверхні; принаймні одну повітряну камеру, де ця принаймні одна повітряна камера має свою власну регульовану подачу окиснювача та з'єднана з кожною з ніжок набору вузлів барботажних ковпачків, та де ця принаймні одна повітряна камера, крім того, включає принаймні один колектор; набір трубок, при цьому кожна трубка розташована всередині одного з набору вузлів барботажних ковпачків, кожна трубка має відкритий кінець, розташований вище або нижче принаймні одного вихідного отвору кожного з набору вузлів барботажних ковпачків, та кожна трубка з'єднана на протилежному кінці з принаймні одним колектором, розміщеним усередині його відповідної повітряної камери; перший регульований подаваний окиснювач, що подається незалежно до принаймні однієї повітряної камери, через ніжку кожного вузла барботажного ковпачка та через принаймні один вихідний отвір кожного вузла барботажного ковпачка у циркулюючий псевдозріджений шар; та другий регульований подаваний окиснювач, що подається незалежно через принаймні один колектор до набору трубок та у набір вузлів барботажних ковпачків, де він змішується з першим регульованим подаваним окиснювачем та виходить через принаймні один вихідний отвір барботажного ковпачка.

Одержанню очікуваного технічного результату при використанні найближчого аналога перешкоджає те, що тверді речовини налипають на дно ковпачка і, з часом, повністю перекривають проміжок між дном ковпачка та нижньою крайкою вертикальної циліндричної стінки, тим самим закупорюючи відповідні вузли барботажних ковпачків і, з одного боку, виводячи їх з ладу, а з другого боку, збільшуючи ризик підвищення вмісту кисню у повітряній камері, тим самим створюючи проблеми безпеки.

Отже, разом зі своїми перевагами спалювання киснем у циркулюючому псевдозрідженому шарі має певні проблеми безпеки, які є наслідком використання комбінації гарячих твердих речовин (ймовірно потрапляння до повітряної камери топки) та потоку з високим вмістом кисню, який подається через повітряну камеру. Оскільки запуск та припинення роботи циркулюючого псевдозрідженого шару, що спалюється киснем, мусить бути виконане у традиційному режимі (тобто при спалюванні повітрям), то слід звернути увагу на перехід з режиму спалювання повітрям до режиму спалювання киснем.

Цей винахід мінімізує проблеми безпеки, які є наслідком згоряння гарячих твердих речовин та потоку з високим вмістом кисню, та стосується переходу від режиму спалювання повітрям до режиму спалювання киснем для котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, що спалюється киснем.

Відповідно, один аспект цього винаходу стосується системи подачі первинного окиснювача до котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром (CFB), що спалюється киснем, яка включає: набір вузлів барботажних ковпачків, при цьому кожен вузол барботажного ковпачка включає барботажний ковпачок, ніжку, принаймні один вихідний отвір та внутрішню та зовнішню поверхні; принаймні одну повітряну камеру, де ця принаймні одна повітряна камера має свою власну регульовану подачу окиснювача та з'єднана з кожною з ніжок набору вузлів барботажних ковпачків, та де ця принаймні одна повітряна камера, крім того, включає принаймні один колектор; набір трубок, при цьому кожна трубка розташована всередині одного з набору вузлів барботажних ковпачків, кожна трубка має відкритий кінець, розташований біля або нижче принаймні одного вихідного отвору кожного з набору вузлів барботажних ковпачків, та кожна трубка з'єднана на протилежному кінці з принаймні одним колектором, розміщеним усередині його відповідної повітряної камери; перший регульований подаваний окиснювач, що подається незалежно до принаймні однієї повітряної камери, через ніжку кожного вузла барботажного ковпачка у напрямку угору безпосередньо до принаймні одного вихідного отвору кожного вузла барботажного ковпачка та через принаймні один вихідний отвір кожного вузла барботажного ковпачка у циркулюючий псевдозріджений шар та має концентрацію кисню за об'ємом, яка не перебільшує 28 %; та другий регульований подаваний окиснювач, що подається незалежно через принаймні один колектор до набору трубок та у набір вузлів барботажних ковпачків, де він змішується з першим регульованим подаваним окиснювачем та виходить через принаймні один

вихідний отвір барботажного ковпачка, та має концентрацію кисню за об'ємом принаймні 28 %; при цьому відкритий кінець кожної з набору трубок у кожному з набору вузлів барботажних ковпачків споряджений засобом спрямовування вихідного отвору для другого регульованого подаваного окиснювача у напрямку униз - протилежно напрямку подачі першого регульованого подаваного окиснювача.

Інший аспект цього винаходу стосується системи подачі первинного окиснювача до котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром (CFB), що спалюється киснем, яка включає: набір вузлів барботажних ковпачків, при цьому кожен вузол барботажного ковпачка включає барботажний ковпачок, ніжку, принаймні один вихідний отвір та внутрішню та зовнішню поверхні; принаймні одну повітряну камеру, де ця принаймні одна повітряна камера має свою власну регульовану подачу окиснювача та з'єднана з кожною з ніжок набору вузлів барботажних ковпачків, та де ця принаймні одна повітряна камера, крім того, включає принаймні один колектор; набір трубок, при цьому кожна трубка розташована всередині одного з набору вузлів барботажних ковпачків, кожна трубка має відкритий кінець, розташований біля або вище принаймні одного вихідного отвору кожного з набору вузлів барботажних ковпачків, та кожна трубка з'єднана на протилежному кінці з принаймні одним колектором, розміщеним усередині його відповідної повітряної камери; перший регульований подаваний окиснювач, що подається незалежно до принаймні однієї повітряної камери, через ніжку кожного вузла барботажного ковпачка у напрямку угору безпосередньо до принаймні одного вихідного отвору кожного вузла барботажного ковпачка та через принаймні один вихідний отвір кожного вузла барботажного ковпачка у циркулюючий псевдозріджений шар та має концентрацію кисню за об'ємом, яка не перебільшує 28 %; та другий регульований подаваний окиснювач, що подається незалежно через принаймні один колектор до набору трубок та у набір вузлів барботажних ковпачків, де він змішується з першим регульованим подаваним окиснювачем та виходить через принаймні один вихідний отвір барботажного ковпачка, та має концентрацію кисню за об'ємом принаймні 28 %; при цьому відкритий кінець кожної з набору трубок у кожному з набору вузлів барботажних ковпачків споряджений засобом спрямовування вихідного отвору для другого регульованого подаваного окиснювача у напрямку униз - протилежно напрямку подачі першого регульованого подаваного окиснювача.

Іще один аспект цього винаходу стосується системи подачі первинного окиснювача до котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром (CFB), що спалюється киснем, яка включає: набір вузлів барботажних ковпачків, при цьому кожен вузол барботажного ковпачка включає барботажний ковпачок, ніжку, принаймні один вихідний отвір, внутрішню та зовнішню поверхні та ізоляційний зазор, передбачений конструкцією для зменшення теплопровідності між внутрішньою та зовнішньою поверхнями кожного з набору барботажних ковпачків; принаймні одну повітряну камеру, де ця принаймні одна повітряна камера має свою власну регульовану подачу окиснювача та з'єднана з кожною з ніжок набору вузлів барботажних ковпачків, та де ця принаймні одна повітряна камера, крім того, включає принаймні один колектор; набір трубок, при цьому кожна трубка розташована всередині одного з набору вузлів барботажних ковпачків, кожна трубка має відкритий кінець, розташований біля або нижче принаймні одного вихідного отвору кожного з набору вузлів барботажних ковпачків, та кожна трубка з'єднана на протилежному кінці з принаймні одним колектором, розміщеним усередині його відповідної повітряної камери; перший регульований подаваний окиснювач, що подається незалежно до принаймні однієї повітряної камери, через ніжку кожного вузла барботажного ковпачка у напрямку угору безпосередньо до принаймні одного вихідного отвору кожного вузла барботажного ковпачка та через принаймні один вихідний отвір кожного вузла барботажного ковпачка у циркулюючий псевдозріджений шар та має концентрацію кисню за об'ємом, яка не перебільшує 28 %; та другий регульований подаваний окиснювач, що подається незалежно через принаймні один колектор до набору трубок та у набір вузлів барботажних ковпачків, де він змішується з першим регульованим подаваним окиснювачем та виходить через принаймні один вихідний отвір барботажного ковпачка, та має концентрацію кисню за об'ємом принаймні 28 %; при цьому відкритий кінець кожної з набору трубок у кожному з набору вузлів барботажних ковпачків споряджений засобом спрямовування вихідного отвору для другого регульованого подаваного окиснювача у напрямку униз - протилежно напрямку подачі першого регульованого подаваного окиснювача.

Іще один аспект цього винаходу стосується системи подачі первинного окиснювача до котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром (CFB), що спалюється киснем, яка включає: набір вузлів барботажних ковпачків, при цьому кожен вузол барботажного ковпачка включає барботажний ковпачок, ніжку, принаймні один вихідний отвір та внутрішню та зовнішню поверхні; принаймні одну повітряну камеру, де ця принаймні одна повітряна камера має свою

власну регульовану подачу окиснювача та з'єднана з кожною з ніжок набору вузлів барботажних ковпачків, та де ця принаймні одна повітряна камера, крім того, включає принаймні один колектор; набір трубок, при цьому кожна трубка розташована всередині одного з набору вузлів барботажних ковпачків, кожна трубка має відкритий кінець, розташований біля або вище  
 5 принаймні одного вихідного отвору кожного з набору вузлів барботажних ковпачків, та кожна трубка з'єднана на протилежному кінці з принаймні одним колектором, розміщеним усередині його відповідної повітряної камери; ізоляційний зазор, передбачений конструкцією для зменшення теплопровідності між внутрішньою та зовнішньою поверхнями кожного з набору барботажних ковпачків, при цьому ізоляційний зазор розташований усередині кожного з власне  
 10 барботажних ковпачків; перший регульований подаваний окиснювач, що подається незалежно до принаймні однієї повітряної камери, через ніжку кожного вузла барботажного ковпачка у напрямку угору безпосередньо до принаймні одного вихідного отвору кожного вузла барботажного ковпачка та через принаймні один вихідний отвір кожного вузла барботажного ковпачка у циркулюючий псевдозріджений шар та має концентрацію кисню за об'ємом, яка не  
 15 перебільшує 28 %; та другий регульований подаваний окиснювач, що подається незалежно через принаймні один колектор до набору трубок та у набір вузлів барботажних ковпачків, де він змішується з першим регульованим подаваним окиснювачем та виходить через принаймні один вихідний отвір барботажного ковпачка, та має концентрацію кисню за об'ємом принаймні 28 %; при цьому відкритий кінець кожної з набору трубок у кожному з набору вузлів барботажних  
 20 ковпачків споряджений засобом спрямовування вихідного отвору для другого регульованого подаваного окиснювача у напрямку униз - протилежно напрямку подачі першого регульованого подаваного окиснювача.

В окремих випадках виконання вищевказані варіанти системи подачі первинного окиснювача до котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром (CFB), що спалюється киснем, які  
 25 заявляються, характеризуються тим, що:

кожна повітряна камера обладнана зондом вимірювання кисню;

принаймні внутрішня поверхня набору барботажних ковпачків та ніжок покрита нержавіючою сталлю або виготовлена з неї;

принаймні внутрішня поверхня набору барботажних ковпачків та ніжок покрита одним або  
 30 більше неметалевими матеріалами або виготовлена з одного або більше неметалевих матеріалів;

принаймні одна повітряна камера та набір трубок виготовлені з нержавіючої сталі або облицьовані нержавіючою сталлю;

принаймні одна повітряна камера та набір трубок виготовлені з одного або більше неметалевих матеріалів або облицьовані одним або більше неметалевими матеріалами;

засіб спрямовування вихідного отвору для другого регульованого подаваного окиснювача у напрямку униз виконаний у вигляді екрана від уламків, прикріпленого до відкритого кінця трубки;

На різні ознаки новизни, що характеризують цей винахід, докладно вказано у формулі винаходу, яка додається та яка є частиною розкриття цього винаходу. Для кращого розуміння винаходу, його функціональних переваг та специфічних переваг, притаманних використанню цього винаходу, робиться посилання на супроводжувальний ілюстративний матеріал та опис, у яких проілюстровано приклади варіантів здійснення цього винаходу.

Фіг. 1 - вертикальний бічний розріз нижньої частини котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром згідно з винаходом, де показані первинні окиснювачі;

Фіг. 2 - розріз барботажного ковпачка згідно з першим варіантом здійснення винаходу;

Фіг. 3 - розріз барботажного ковпачка згідно з другим варіантом здійснення винаходу; та

Фіг. 4 - розріз барботажного ковпачка згідно з третім варіантом здійснення винаходу.

Цей винахід відноситься, взагалі, до галузі ректорів або котлів з циркулюючим псевдозрідженим шаром (CFB), які використовуються на електростанціях, що виробляють електроенергію, а, зокрема, до подачі первинного окиснювача до циркулюючого псевдозрідженого шару, що спалюється киснем.

Як застосовується у цьому описі, термін "котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром" буде застосовуватися до реакторів або камер згоряння з циркулюючим псевдозрідженим шаром, у яких відбувається процес згоряння. Незважаючи на те, що цей винахід спрямовано особливо на котли або парогенератори, у яких використовуються камери згоряння з циркулюючим псевдозрідженим шаром як засіб, за допомогою якого виробляється теплота, зрозуміло, що цей винахід можна легко використати в іншому типі реактора з циркулюючим псевдозрідженим шаром. Наприклад, цей винахід можна використовувати у реакторі, який застосовують для хімічних реакцій, відмінних від процесу згоряння, або там, де суміш

газу/твердих речовин, що утворюється внаслідок процесу згоряння будь-де, подається до реактора для наступної обробки.

Звернемося зараз до ілюстративного матеріалу, де подібні цифрові позначення вказують на однакові або функціонально подібні елементи скрізь в усьому ілюстративному матеріалі, та до Фіг. 1, зокрема, на якій показано розріз нижньої частини котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який включає набір розташованих у певному порядку барботажних ковпачків 1, сполучених через ніжки 2 (які разом складають та називаються у цьому описі "вузлом барботажного ковпачка") з повітряною камерою 3. Кожен барботажний ковпачок 1 має принаймні один вихідний отвір 4. При операційному режимі спалювання киснем рециркулюючий газ 5 подається регульованим чином до повітряної камери 3 та далі через ніжки 2 у напрямку угору (див. стрілки "Повітря або рециркулюючий газ" на Фіг. 2-4) безпосередньо до принаймні одного вихідного отвору 4 кожного барботажного ковпачка 1, а далі у циркулюючий псевдозріджений шар 6. Кисень 7 подається регульованим чином через колектор 8 та далі через трубки 9, розташовані усередині кожної ніжки 2, пов'язаної з відповідним барботажним ковпачком 1. Декілька паралельних колекторів 8 можна розташувати у даній повітряній коробці 3, при цьому кожен колектор живить набір трубок 9. Кисень виходить з трубки 9, яка знаходиться усередині вузла барботажного ковпачка, змішується там з рециркулюючим газом 5 та виходить у циркулюючий псевдозріджений шар 6.

Під час використання цього винаходу на практиці слід дотримуватися певної концентрації кисню. Зокрема, бажано подати до повітряної камери 3 кисень 7, який має концентрацію кисню за об'ємом, яка не перебільшує границі, визначеної у чинному стандарті, встановленому Compressed Gas Association, Inc. Крім того, бажано подати до колектора 8 кисень 7, який має концентрацію кисню за об'ємом, що дорівнює принаймні границі, визначеній у чинному стандарті, встановленому Compressed Gas Association, Inc. Чинний стандарт встановлює концентрацію кисню за об'ємом, яка дорівнює 28 % на CGA G-4.4-2003 (EIGA Doc. 13/02) Oxygen Pipeline Systems, Fourth Edition.

При операційному режимі спалювання повітрям, повітря 10 подається регульованим чином до повітряної камери 3 та протікає за таким самим маршрутом, що і рециркулюючий газ 5 під час операційного режиму спалювання киснем. Рециркулюючий газ 5 у деяких випадках може також подаватися до повітряної камери 3 в обмеженій кількості під час операційного режиму спалювання повітрям. Проте, зазвичай тільки повітря 10 буде подаватися під час операційного режиму спалювання повітрям; кисень 7 не буде подаватися через колектор 8 під час операційного режиму спалювання повітрям.

Повітряну камеру 3 можна виготовляти у вигляді єдиної камери, що знаходиться під усім циркулюючим псевдозрідженим шаром 6. Вона також може займати лише частину площі поперечного перетину циркулюючого псевдозрідженого шару 6. У цьому випадку будуть застосовуватися декілька повітряних камер 3, кожна зі своєю власною регульованою подачею рециркулюючого газу та/або повітря. Відповідно до цього, у цьому випадку кожна повітряна камера 3 обладнана своїм власним колектором 8 для подачі кисню 7 до трубок 9.

Днище топки з циркулюючим псевдозрідженим шаром можна виготовляти у вигляді газонепроникної мембрани, яка зазвичай буде охолоджуваною водою мембранною панеллю, що відокремлює топку, яка містить циркулюючий псевдозріджений шар 6, від повітряної камери 3. Воно також може бути у вигляді поверхні матеріалу сталого шару нижче вихідних отворів барботажних ковпачків, при цьому цей матеріал утримується карманами (не показано), розташованими нижче топки. У такому випадку повітряна камера 3 (або повітряні камери 3) буде виглядати як труба (не показано) великого діаметра (зазвичай від 18 до 36 дюймів (від 457,2 до 914,4 мм)) або як ряд паралельних труб (також не показано) великого діаметра, які подають рециркулюючий газ 5 або повітря 10 або їх суміш до барботажних ковпачків 1. Ці труби будуть розташовуватися всередині матеріалу сталого шару усередині карманів. Кожна труба буде обладнана принаймні одним колектором 8 для подачі кисню 7 до трубок 9. Потік рециркулюючого газу/повітря до трубок можна регулювати окремо для кожної труби або як загальний потік до усіх паралельних труб за умови, що досягається однакове розподілення між цими трубами. Такі самі варіанти існують для регулювання потоку кисню до колекторів 8, тобто окреме регулювання для кожного колектора або регулювання загального потоку.

Кожна повітряна камера 3 незалежно від того, чи виготовлена вона як камера, відокремлена від топки газонепроникною мембраною, або як труба, занурена у матеріал шару у кармані, обладнується зондом 20 для вимірювання кисню.

Окремі варіанти здійснення вузла, що складається з барботажного ковпачка та ніжки, зображено на Фіг. 2-4, де числові позначення специфічних частин відповідають числовим позначенням таких самих частин на Фіг. 1.

Кінець трубки 9 може бути розташований будь-де у межах вузла барботажного ковпачка, тобто усередині ніжки 2 або барботажного ковпачка 1, вище, біля або нижче вихідних отворів 4. Напря́м униз вихідного отвору для кисню 7 у вузлі барботажного ковпачка зменшує ймовірність випадкового потрапляння гарячих частинок у трубку 9. Як застосовується у цьому описі, термін "униз" означає мати кут відхилення принаймні на приблизно 5 градусів від горизонталі, або принаймні приблизно на 10 градусів, або принаймні приблизно на 15 градусів, або навіть принаймні приблизно на 20 градусів. Якщо частинки матеріалу шару потрапляють до вузла барботажного ковпачка через вихідні отвори 4, що може трапитися внаслідок пульсацій у циркулюючому псевдозрідженому шарі 6, вони будуть мати тенденцію падати униз уздовж ніжки 2. Напря́м вихідного отвору для кисню 7 униз - протилежно напрямку подачі першого регульованого подаваного окиснювача - можна здійснити за допомогою різноманітних засобів, включаючи, проте не обмежуючись тільки ними, екран 25 від уламків, приєднаний за допомогою будь-якого придатного засобу (наприклад, шляхом зварювання, за допомогою гвинтів, пресового з'єднання тощо) до верхівки трубки 9, до верхівки ніжки 2, або шляхом згинання трубки униз (не показано). Екран 25 від уламків може з перевагою включати металеві пластинки у вигляді жалюзі. Інші варіанти, відомі фахівцям у галузі, можна також використати для попередження потрапляння гарячих частинок до трубки 9.

Для того, щоб зменшити ймовірність хімічної реакції (корозії або навіть обпалювання) між киснем та матеріалом барботажного ковпачка 1, барботажний ковпачок може мати ізоляційний зазор 30. Ізоляційний зазор 30 розташований належним чином усередині барботажного ковпачка 1. Ізоляційний зазор 30 буде знижувати теплопровідність між зовнішньою поверхнею 35 барботажного ковпачка 1, яка піддається впливу гарячого матеріалу шару, та його внутрішньою поверхнею 40, де він контактує з киснем 7. Зниження температури внутрішньої поверхні барботажного ковпачка 1 буде сприяти попередженню хімічної реакції між матеріалом барботажного ковпачка 1 та киснем 7. Можна також використовувати нержавіючу сталь високої марки або неметалеві матеріали для барботажного ковпачка 1 та/або ніжки 2 (або для усієї деталі, або для внутрішнього покриття). Матеріали з низькою здатністю вступати у хімічну реакцію з киснем (нержавіючу сталь, кераміку тощо) можна також використовувати для виготовлення або облицювання повітряної камери та трубок колектора 8 для кисню.

Під час запуску котла та його функціонування при низькому навантаженні подають тільки повітря 10 до шару через камеру 3, а далі через ніжки 2 та барботажні ковпачки 1. При приблизно 40 % від повного навантаження починають подачу кисню через колектор 8 та трубки 9 разом з рециркулюючим газом 5, що заміщує повітря 10. Кисень 7 виходить з трубок 9, змішується з рециркулюючим газом 5 усередині вузлів, що складаються з барботажних ковпачків та ніжок 2, та ця суміш потрапляє у циркулюючий псевдозріджений шар 6 через вихідні отвори 4. При зниженні навантаження котла та при припиненні роботи котла послідовність є зворотною.

Змінення об'ємної концентрації кисню у середовищі, що протікає через отвори 4 з приблизно 21 % під час режиму роботи при спалюванні повітрям (під час функціонування з низьким навантаженням) до приблизно 50-60 % під час режиму роботи при спалюванні киснем (під час функціонування з високим навантаженням) дозволяє підтримувати витрату потоку зріджувального середовища у відносно вузькому діапазоні. Це, у свою чергу, дозволяє підтримувати швидкість у вихідних отворах 4 близьку до оптимального значення при усіх видах навантаження. Оптимальна швидкість - це швидкість, яка не призводить до високого падіння тиску на вихідних отворах 4, що, у свою чергу, знижує споживання електроенергії, а якщо уникати надмірно низької швидкості, то тоді суттєво знижується ймовірність потрапляння гарячого матеріалу до вузлів барботажних ковпачків та підвищується рівень безпеки та надійності.

Якщо вихідні отвори 4 у барботажному ковпачку 1 закупорюються матеріалом шару, а кисень 7 тече до повітряної камери 3, тоді підвищення концентрації кисню буде визначено зондом 20, та будуть вжиті відповідні заходи (тривога, зменшення потоку кисню тощо). Якщо концентрація кисню у повітряній коробці 3 перебільшує заданий рівень, тоді його потік до відповідного колектора 8 припиняють.

Незважаючи на те, що специфічні варіанти здійснення цього винаходу було продемонстровано та описано докладно з метою проілюструвати використання та принципи винаходу, буде зрозуміло, що ми не намагаємося обмежити цей винахід ними та що винахід може мати інші варіанти здійснення, які не відхиляються від таких принципів. У деяких варіантах здійснення винаходу певні ознаки винаходу можна іноді переважно застосовувати, при цьому не застосовуючи інші ознаки. Отже, усі такі зміни та варіанти здійснення належним чином підпадають під обсяг наступної формули винаходу.



## ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Система подачі первинного окиснювача до котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром (CFB), що спалюється киснем, яка включає:
  - набір вузлів барботажних ковпачків, при цьому кожен вузол барботажного ковпачка включає барботажний ковпачок, ніжку, принаймні один вихідний отвір та внутрішню та зовнішню поверхні;
  - принаймні одну повітряну камеру, де ця принаймні одна повітряна камера має свою власну регульовану подачу окиснювача та з'єднана з кожною з ніжок набору вузлів барботажних ковпачків, та де ця принаймні одна повітряна камера, крім того, включає принаймні один колектор;
  - набір трубок, при цьому кожна трубка розташована всередині одного з набору вузлів барботажних ковпачків, кожна трубка має відкритий кінець, розташований біля або нижче принаймні одного вихідного отвору кожного з набору вузлів барботажних ковпачків, та кожна трубка з'єднана на протилежному кінці з принаймні одним колектором, розміщеним усередині його відповідної повітряної камери;
  - перший регульований подаваний окиснювач, що подається незалежно до принаймні однієї повітряної камери, через ніжку кожного вузла барботажного ковпачка у напрямку угору безпосередньо до принаймні одного вихідного отвору кожного вузла барботажного ковпачка та через принаймні один вихідний отвір кожного вузла барботажного ковпачка у циркулюючий псевдозріджений шар та має концентрацію кисню за об'ємом, яка не перебільшує 28 %; та
  - другий регульований подаваний окиснювач, що подається незалежно через принаймні один колектор до набору трубок та у набір вузлів барботажних ковпачків, де він змішується з першим регульованим подаваним окиснювачем та виходить через принаймні один вихідний отвір барботажного ковпачка, та має концентрацію кисню за об'ємом принаймні 28 %;
  - при цьому відкритий кінець кожної з набору трубок у кожному з набору вузлів барботажних ковпачків споряджений засобом спрямовування вихідного отвору для другого регульованого подаваного окиснювача у напрямку униз - протилежно напрямку подачі першого регульованого подаваного окиснювача.
2. Система за п. 1, де кожна повітряна камера обладнана зондом вимірювання кисню.
3. Система за п. 1, де принаймні внутрішня поверхня набору барботажних ковпачків та ніжок покрита нержавіючою сталлю або виготовлена з неї.
4. Система за п. 1, де принаймні внутрішня поверхня набору барботажних ковпачків та ніжок покрита одним або більше неметалевими матеріалами або виготовлена з одного або більше неметалевих матеріалів.
5. Система за п. 1, де принаймні одна повітряна камера та набір трубок виготовлені з нержавіючої сталі або облицьовані нержавіючою сталлю.
6. Система за п. 1, де принаймні одна повітряна камера та набір трубок виготовлені з одного або більше неметалевих матеріалів або облицьовані одним або більше неметалевими матеріалами.
7. Система за п. 1, де засіб спрямовування вихідного отвору для другого регульованого подаваного окиснювача у напрямку униз виконаний у вигляді екрана від уламків, прикріпленого до відкритого кінця трубки.
8. Система подачі первинного окиснювача до котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром (CFB), що спалюється киснем, яка включає:
  - набір вузлів барботажних ковпачків, при цьому кожен вузол барботажного ковпачка включає барботажний ковпачок, ніжку, принаймні один вихідний отвір та внутрішню та зовнішню поверхні;
  - принаймні одну повітряну камеру, де ця принаймні одна повітряна камера має свою власну регульовану подачу окиснювача та з'єднана з кожною з ніжок набору вузлів барботажних ковпачків, та де ця принаймні одна повітряна камера, крім того, включає принаймні один колектор;
  - набір трубок, при цьому кожна трубка розташована всередині одного з набору вузлів барботажних ковпачків, кожна трубка має відкритий кінець, розташований біля або вище принаймні одного вихідного отвору кожного з набору вузлів барботажних ковпачків, та кожна трубка з'єднана на протилежному кінці з принаймні одним колектором, розміщеним усередині його відповідної повітряної камери;
  - перший регульований подаваний окиснювач, що подається незалежно до принаймні однієї повітряної камери, через ніжку кожного вузла барботажного ковпачка у напрямку угору

безпосередньо до принаймні одного вихідного отвору кожного вузла барботажного ковпачка та через принаймні один вихідний отвір кожного вузла барботажного ковпачка у циркулюючий псевдозріджений шар та має концентрацію кисню за об'ємом, яка не перебільшує 28 %; та

5 другий регульований подаваний окиснювач, що подається незалежно через принаймні один колектор до набору трубок та у набір вузлів барботажних ковпачків, де він змішується з першим регульованим подаваним окислювачем та виходить через принаймні один вихідний отвір барботажного ковпачка, та має концентрацію кисню за об'ємом принаймні 28 %;

при цьому відкритий кінець кожної з набору трубок у кожному з набору вузлів барботажних ковпачків споряджений засобом спрямовування вихідного отвору для другого регульованого подаваного окиснювача у напрямку униз - протилежно напрямку подачі першого регульованого подаваного окиснювача.

9. Система за п. 8, де кожна повітряна камера обладнана зондом вимірювання кисню.

10. Система за п. 8, де принаймні внутрішня поверхня набору барботажних ковпачків та ніжок покрита нержавіючою сталлю або виготовлена з неї.

15 11. Система за п. 8, де принаймні внутрішня поверхня набору барботажних ковпачків та ніжок покрита одним або більше неметалевими матеріалами або виготовлена з одного або більше неметалевих матеріалів.

12. Система за п. 8, де принаймні одна повітряна камера та набір трубок виготовлені з нержавіючої сталі або облицьовані нержавіючою сталлю.

20 13. Система за п. 8, де принаймні одна повітряна камера та набір трубок виготовлені з одного або більше неметалевих матеріалів або облицьовані одним або більше неметалевими матеріалами.

14. Система за п. 8, де засіб спрямовування вихідного отвору для другого регульованого подаваного окиснювача у напрямку униз виконаний у вигляді екрана від уламків, прикріпленого до відкритого кінця трубки.

25 15. Система подачі первинного окиснювача до котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром (CFB), що спалюється киснем, яка включає:

набір вузлів барботажних ковпачків, при цьому кожен вузол барботажного ковпачка включає барботажний ковпачок, ніжку, принаймні один вихідний отвір, внутрішню та зовнішню поверхні та ізоляційний зазор, передбачений конструкцією для зменшення теплопровідності між внутрішньою та зовнішньою поверхнями кожного з набору барботажних ковпачків;

принаймні одну повітряну камеру, де ця принаймні одна повітряна камера має свою власну регульовану подачу окиснювача та з'єднана з кожною з ніжок набору вузлів барботажних ковпачків, та де ця принаймні одна повітряна камера, крім того, включає принаймні один колектор;

35 набір трубок, при цьому кожна трубка розташована всередині одного з набору вузлів барботажних ковпачків, кожна трубка має відкритий кінець, розташований біля або нижче принаймні одного вихідного отвору кожного з набору вузлів барботажних ковпачків, та кожна трубка з'єднана на протилежному кінці з принаймні одним колектором, розміщеним усередині його відповідної повітряної камери;

перший регульований подаваний окиснювач, що подається незалежно до принаймні однієї повітряної камери, через ніжку кожного вузла барботажного ковпачка у напрямку угору безпосередньо до принаймні одного вихідного отвору кожного вузла барботажного ковпачка та через принаймні один вихідний отвір кожного вузла барботажного ковпачка у циркулюючий псевдозріджений шар та має концентрацію кисню за об'ємом, яка не перебільшує 28 %; та

45 другий регульований подаваний окиснювач, що подається незалежно через принаймні один колектор до набору трубок та у набір вузлів барботажних ковпачків, де він змішується з першим регульованим подаваним окиснювачем та виходить через принаймні один вихідний отвір барботажного ковпачка, та має концентрацію кисню за об'ємом принаймні 28 %;

50 при цьому відкритий кінець кожної з набору трубок у кожному з набору вузлів барботажних ковпачків споряджений засобом спрямовування вихідного отвору для другого регульованого подаваного окиснювача у напрямку униз - протилежно напрямку подачі першого регульованого подаваного окиснювача.

16. Система за п. 15, де кожна повітряна камера обладнана зондом вимірювання кисню.

55 17. Система за п. 15, де принаймні внутрішня поверхня набору барботажних ковпачків та ніжок покрита нержавіючою сталлю або виготовлена з неї.

18. Система за п. 15, де принаймні внутрішня поверхня набору барботажних ковпачків та ніжок покрита одним або більше неметалевими матеріалами або виготовлена з одного або більше неметалевих матеріалів.

19. Система за п. 15, де принаймні одна повітряна камера та набір трубок виготовлені з нержавіючої сталі або облицьовані нержавіючою сталлю.

20. Система за п. 15, де принаймні одна повітряна камера та набір трубок виготовлені з одного або більше неметалевих матеріалів або облицьовані одним або більше неметалевими матеріалами.

21. Система подачі первинного окиснювача до котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром (CFB), що спалюється киснем, яка включає:

набір вузлів барботажних ковпачків, при цьому кожен вузол барботажного ковпачка включає барботажний ковпачок, ніжку, принаймні один вихідний отвір та внутрішню та зовнішню поверхні;

принаймні одну повітряну камеру, де ця принаймні одна повітряна камера має свою власну регульовану подачу окиснювача та з'єднана з кожною з ніжок набору вузлів барботажних ковпачків, та де ця принаймні одна повітряна камера, крім того, включає принаймні один колектор;

набір трубок, при цьому кожна трубка розташована всередині одного з набору вузлів барботажних ковпачків, кожна трубка має відкритий кінець, розташований біля або вище принаймні одного вихідного отвору кожного з набору вузлів барботажних ковпачків, та кожна трубка з'єднана на протилежному кінці з принаймні одним колектором, розміщеним усередині його відповідної повітряної камери;

ізоляційний зазор, передбачений конструкцією для зменшення теплопровідності між внутрішньою та зовнішньою поверхнями кожного з набору барботажних ковпачків, при цьому ізоляційний зазор розташований усередині кожного з власне барботажних ковпачків;

перший регульований подаваний окиснювач, що подається незалежно до принаймні однієї повітряної камери, через ніжку кожного вузла барботажного ковпачка у напрямку угору безпосередньо до принаймні одного вихідного отвору кожного вузла барботажного ковпачка та через принаймні один вихідний отвір кожного вузла барботажного ковпачка у циркулюючий псевдозріджений шар та має концентрацію кисню за об'ємом, яка не перебільшує 28 %; та

другий регульований подаваний окиснювач, що подається незалежно через принаймні один колектор до набору трубок та у набір вузлів барботажних ковпачків, де він змішується з першим регульованим подаваним окиснювачем та виходить через принаймні один вихідний отвір барботажного ковпачка, та має концентрацію кисню за об'ємом принаймні 28 %;

при цьому відкритий кінець кожної з набору трубок у кожному з набору вузлів барботажних ковпачків споряджений засобом спрямовування вихідного отвору для другого регульованого подаваного окиснювача у напрямку униз - протилежно напрямку подачі першого регульованого подаваного окиснювача.

22. Система за п. 21, де кожна повітряна камера обладнана зондом вимірювання кисню.

23. Система за п. 21, де принаймні внутрішня поверхня набору барботажних ковпачків та ніжок покрита нержавіючою сталлю або виготовлена з неї.

24. Система за п. 21, де принаймні внутрішня поверхня набору барботажних ковпачків та ніжок покрита одним або більше неметалевими матеріалами або виготовлена з одного або більше неметалевих матеріалів.

25. Система за п. 21, де принаймні одна повітряна камера та набір трубок виготовлені з нержавіючої сталі або облицьовані нержавіючою сталлю.

26. Система за п. 21, де принаймні одна повітряна камера та набір трубок виготовлені з одного або більше неметалевих матеріалів або облицьовані одним або більше неметалевими матеріалами.

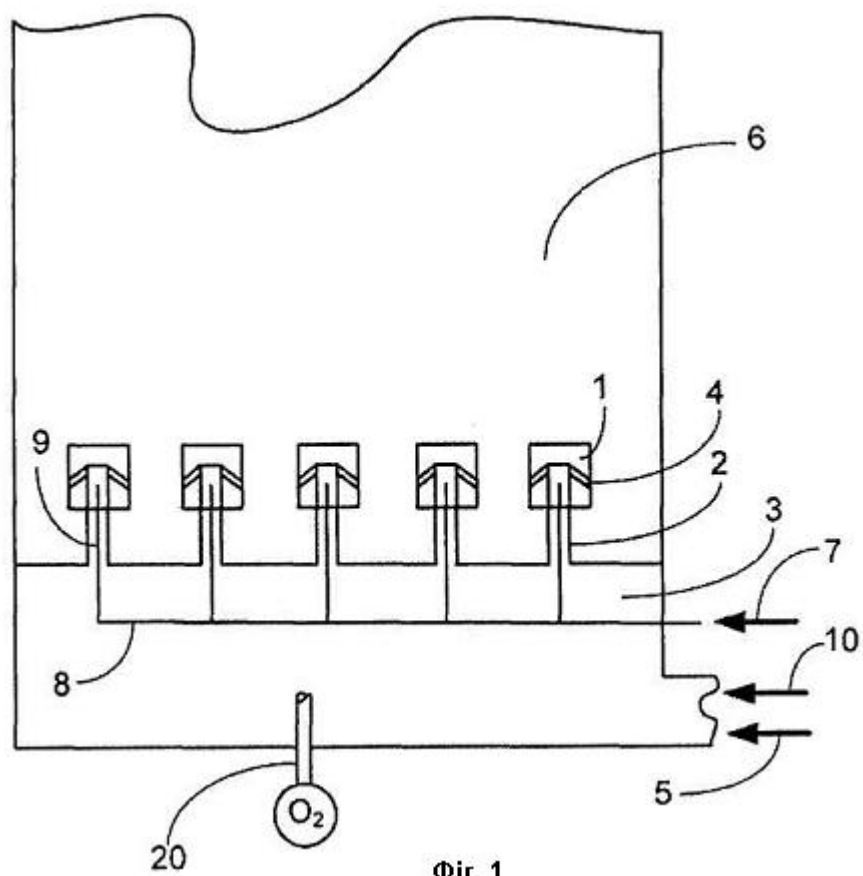


Fig. 1

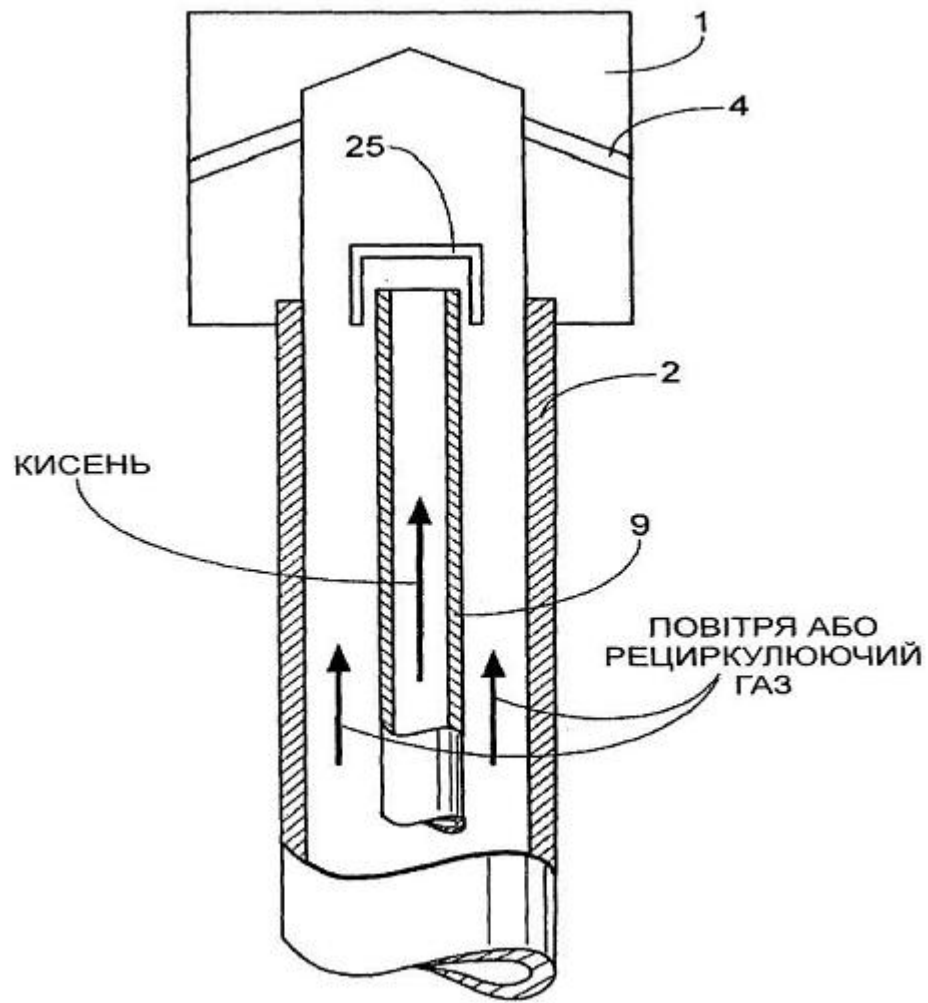
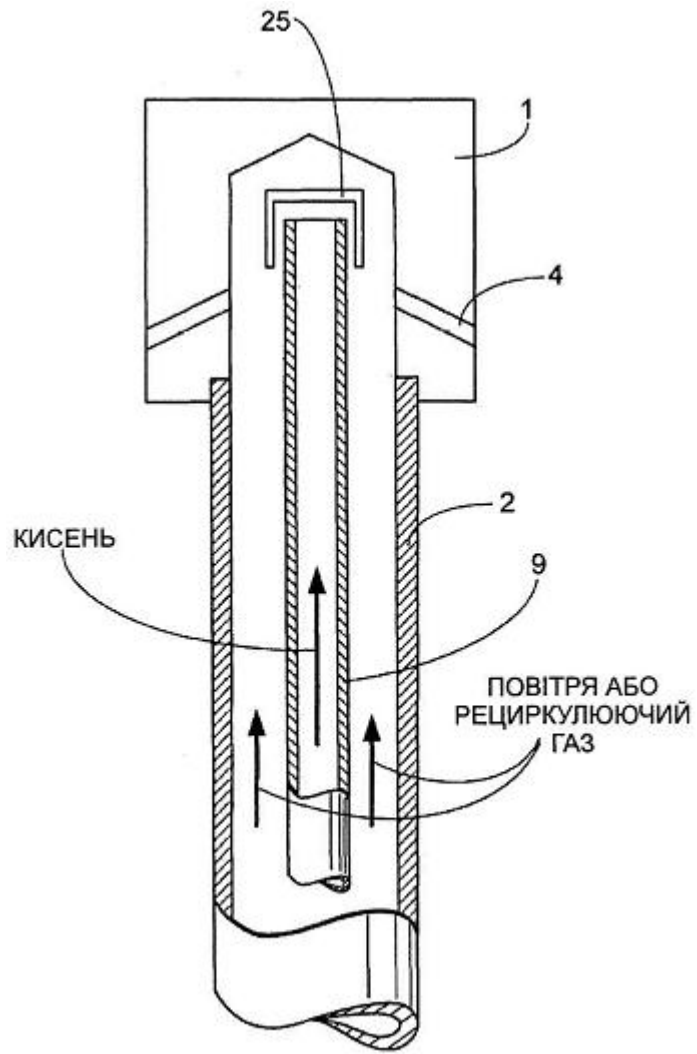
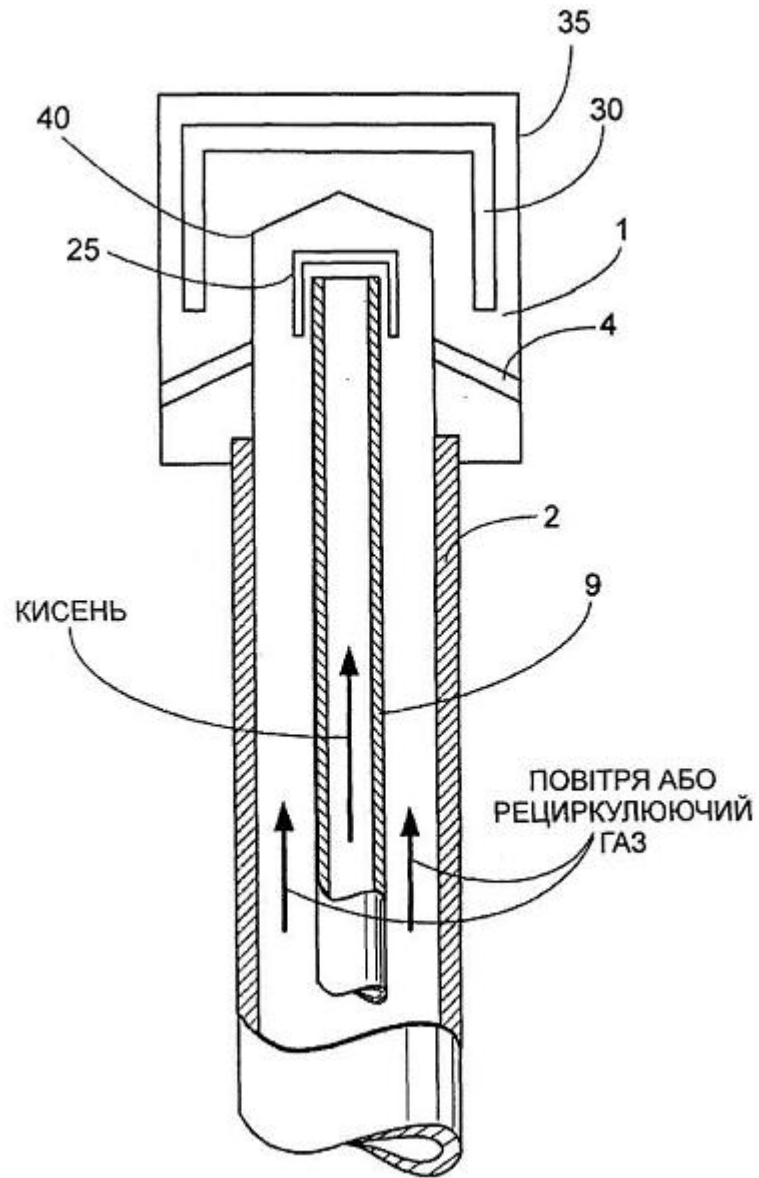


Fig. 2



Фиг. 3



Фіг. 4

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

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