



УКРАЇНА

(19) UA (11) 83759 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
F23C 5/00  
F23C 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ВИХРОВА ТОПКА

1

2

(21) a200700550  
(22) 21.02.2005  
(24) 11.08.2008  
(86) PCT/RU2005/000082, 21.02.2005  
(31) 2004120099  
(32) 28.06.2004  
(33) RU  
(46) 11.08.2008, Бюл.№ 15, 2008 р.  
(72) ГРИГОРЬЄВ КОНСТАНТІН АНАТОЛЬЄВИЧ,  
СКУДІЦЬКИЙ ВІТАЛІЙ ЄФІМОВІЧ, РУНДИГІН ЮРІЙ  
АЛЕКСАНДРОВІЧ, ПОПОВ АЛЕКСАНДР ЛЬВО-  
ВІЧ, ТОЛКУНОВ АНДРЕЙ ПАВЛОВІЧ, АНОШИН  
РОМАН ГРИГОРЬЄВИЧ  
(73) ГРИГОРЬЄВ КОНСТАНТІН АНАТОЛЬЄВИЧ,  
СКУДІЦЬКИЙ ВІТАЛІЙ ЄФІМОВІЧ  
(56) RU 2044218, F 23 C 5/24, 20.05.1995  
RU 2087798, F 23 C 5/24, 20.08.1997  
RU 29981, F 23 C 7/02, 10.06.2003  
SU 987286, F 23 C 5/24, 04.02.1976  
GB 1466579, F 23 C 7/00, 09.03.1977

DE 3403981, F 23 C 7/02, 14.08.1985

(57) 1. Вихрова топка, що містить камеру згоряння, яка має стінки, що переходять в нижній частині у лійку, щонайменше один пальник, вмонтований в стінку, і встановлений в нижній частині лійки сопловий пристрій для подачі повітря в топку, що містить два сопла, яка відрізняється тим, що одне з сопел спрямоване на внутрішню поверхню лійки, розташовану з боку пальника під кутом  $65^\circ \geq \alpha \geq 1^\circ$ , а друге сопло орієнтоване так, що кут між подовжніми осями обох сопел становить  $75^\circ \geq \beta \geq 5^\circ$  в площині, перпендикулярній внутрішній поверхні лійки з боку пальника.  
2. Вихрова топка згідно з п. 1, яка відрізняється тим, що щонайменше одне сопло виконане секційним.  
3. Вихрова топка згідно з п. 1, яка відрізняється тим, що сопла оснащені регуляторами витрати.

Даний винахід стосується галузі спалювання палива, зокрема, вихрових топок і може бути використаний для спалювання твердого органічного палива, наприклад, на електростанціях.

Попередній рівень техніки

В даний час зросла потреба в топках енергетичних котлів, здатних надійно працювати при суттєвій зміні якісних характеристик твердого палива, з прийнятною економічністю спалювання, яка, перш за все, характеризується зниженою величиною втрат від механічного недопалювання  $q_4$ , і поліпшеними екологічними показниками: зниженою генерацією оксидів азоту  $NO_x$  і підвищеним зв'язуванням оксидів сірки  $SO_x$ .

Відома вихрова топка зі встановленим у верхній частині пальником і в нижній частині соплом для подачі повітря, [SU, AI, 483559].

Недоліком цього пристрою є високий ступінь ерозійного зносу стінки топки унаслідок дії на неї потоку повітря, яке виходить з сопла і містить дрібні, найбільш ерозійнонебезпечні частинки палива і золи.

Відома вихрова топка, яка має камеру згоряння, що включає вертикальні стінки і зв'язані з ними похилі стінки, пальник, вмонтований в одну з вертикальних стінок, і сопло для подачі в камеру згоряння повітря, [CA, C, 1010306].

Паливно-повітряна суміш, що складається з грубоподрібненого палива і первинного повітря, подається у внутрішній простір камери згоряння, при цьому її швидкість розрахована таким чином, щоб забезпечити сепарацію і розподіл частинок палива різних класів (по крупності) по висоті камери згоряння.

Паливно-повітряна суміш усередині камери згоряння займається і утворює факел горіння, що містить топочні гази і незгорілі частинки палива різних розмірів, які потім переміщуються під дією сил гравітації і інерції в нижню частину камери згоряння.

Потік повітря, яке подається у внутрішній простір камери згоряння крізь сопло у напрямку до місця введення паливно-повітряної суміші в камеру згоряння на одній з її стінок, піднімає незгорілі

(13) C2

(11) 83759

(19) UA

частинки палива різних розмірів, що знаходяться в нижній частині камери згоряння і направляє їх у верхню - кореневу - частину факела горіння для спалювання.

Потік вторинного повітря, що подається в нижню частину камери згоряння, характеризується недостатньою інтенсивністю процесів тепломасообміну в ньому через малу турбулізацію руху повітря в потоці. Це призводить до того, що процеси прогрівання і виходу летючих крупних частинок палива, що знаходяться в нижній частині камери згоряння, відбуваються повільно, на них витрачається значна кількість тепла, а це уповільнює займання дрібних частинок палива, висушених, прогрітих і достатньо підготовлених до горіння, які знаходяться в єдиному потоці з крупними частинками палива. В силу цього процес займання палива в потоці повітря в нижній частині камери згоряння затягується, що призводить до втрати стабільності займання кореневої частини факела. Це обумовлює нестійкість процесу спалювання палива, що може виявлятися в підвищенні пульсації факела і виникненні ударів в камері згоряння. Така картина характерна для спалювання низькосортного важкозаймистого палива, що відрізняється високою вогкістю або низьким виходом летючих речовин.

Крім того, введення повітря в нижню частину камери згоряння одним соплом призводить до підвищеного зносу похилої стінки камери згоряння (у випадку якщо сопло спрямоване до цієї стінки під кутом) або до підвищеного провалу незгорілого палива з камери згоряння (у випадку якщо сопло спрямоване уздовж цієї стінки).

Відома також вихрова топка, яка має камеру згоряння, що включає стінки, які переходять в нижній частині у лійку, а також пальник, вмонтований в стінку, і сопловий пристрій для подачі повітря в топку, виконаний у вигляді двох сопел з витратою повітря в кожному з них, яке зменшується у міру віддалення від стінки з пальником, [RU, C1, 2044218].

Це технічне рішення, прийняте за прототип цього винаходу, забезпечує підвищення інтенсивності процесів тепломасообміну, що підвищує стійкість займання, наприклад, при спалюванні низькосортних (високовологих) палив. Відвіювання дрібних, найбільш ерозійнонебезпечних частинок з ближнього до омиваної стінки камери згоряння потоку, дещо зменшує ерозійну дію на неї. Проте потоки повітря, що виходять з суміжних сопел, перекривають один одного, при цьому ступінь взаємодії потоків зростає у міру віддалення від вихідних отворів сопел, оскільки потоки розширюються. Внаслідок цього дрібні частинки утягуються в значній кількості в перемішаний об'єм обох потоків і взаємодіють із стінкою камери згоряння, що обумовлює її знос. Крім того, зважаючи на високу інтенсивність процесів тепломасообміну в нижній частині камери згоряння при спалюванні палива тонкого помелу або з високою питомою теплотою згоряння, може відбутися надмірно високе підвищення температури в окремих зонах камери згоряння, що обумовлює надмірний рівень утворення оксидів азоту, а також виникнення активних від-

кладень на стінках камери згоряння сполук типу легкоплавких евтектик, що утворюються в результаті піропластичних перетворень в частинках золи палива.

В основу цього винаходу покладено вирішення задачі зменшення ерозійної дії на стінку камери згоряння, а також вирівнювання температурного поля в камері згоряння.

Згідно винаходу ця задача вирішується за рахунок того, що у вихровій топці, що містить камеру згоряння, яка має стінки, що переходять в нижній частині у лійку, щонайменше, один пальник, вмонтований в стінку, і встановлений в нижній частині лійки сопловий пристрій для подачі повітря в топку, що містить два сопла, одне з сопел спрямоване на внутрішню поверхню лійки, розташовану з боку пальника під кутом  $65^\circ \geq \alpha \geq 1^\circ$  а друге сопло орієнтоване так, що кут між подовжніми осями обох сопел становить  $75^\circ \geq \beta \geq 5^\circ$  в площині, перпендикулярній внутрішній поверхні лійки з боку пальника; щонайменше, одне сопло може бути виконане секційним; сопла можуть бути поставлені регуляторами витрат.

Заявником не виявлені джерела, що містять інформацію про технічні рішення, ідентичні цьому винаходу, це дозволяє зробити висновок про його відповідність критерію «новизна» (N).

Завдяки реалізації суттєвих ознак винаходу об'єкт набуває вельми важливої нової властивості, яка полягає в тому, що потоки повітря, що виходять з сопел, практично не взаємодіють один з одним в нижній частині камери згоряння, що запобігає попаданню ерозійнонебезпечних частинок на її стінку. Крім того, забезпечується більш рівномірний розподіл палива в нижній частині камери згоряння, що забезпечує вирівнювання температурного поля (різке зменшення зон високотемпературних максимумів), що значно знижує утворення оксидів азоту, а також запобігає відкладенню легкоплавких евтектик на стінках камери згоряння. Заявником не виявлені будь-які джерела інформації, що містять відомості про вплив заявлених відмітних ознак на технічний результат, що досягається унаслідок їх реалізації. Це, на думку заявника, свідчить про відповідність даного технічного рішення критерію «винахідницький рівень» (IS).

Короткий опис креслень

Надалі винахід пояснюється докладним описом прикладів його здійснення з посиланнями на креслення, на яких зображено:

на Фіг.1 - принципова схема вихрової топки (подовжній розріз); на Фіг.2 - розріз по А-А в збільшеному масштабі.

Кращий варіант здійснення винаходу

Вихрова топка має камеру 1 згоряння, яка містить стінки 2, що переходять в нижній частині у лійку 3. В одну із стінок 2 вмонтований пальник 4, що має в конкретному прикладі нахил у бік лійки 3. В нижній частині лійки 3 встановлений сопловий пристрій для подачі в камеру згоряння повітря, що містить сопло 5 і сопло 6. Сопло 5 направлене на внутрішню поверхню лійки 3, розташовану з боку пальника 4, під кутом  $65^\circ \geq \alpha \geq 1^\circ$ . При кутах  $\alpha < 1^\circ$  потік повітря з сопла 5 прямує, практично, уздовж

стілки лійки 3 і недостатньо до неї притиснутий, що призводить до провалу з камери 1 згоряння крупних незгорілих частинок палива. При кутах  $\alpha > 65^\circ$  виникає ефект розділення потоку на окремі струмені, частина яких має спрямування у бік нижнього вихідного отвору камери 1 згоряння.

Сопло 6 орієнтоване таким чином, що кут між подовжніми осями сопел 5 і 6 становить  $75^\circ \geq \beta \geq 5^\circ$  в площині, перпендикулярній похилій стінці лійки 3 з боку пальника 4. При  $\beta < 5^\circ$  заявлений технічний результат не досягається, і пристрою будуть властиві недоліки, відзначені у прототипу. При  $\beta > 75^\circ$  не відбувається утворення вихору в центральній зоні нижньої частини камери 1 згоряння. Сопло 6 працюватиме в так званому „фонтануючому” режимі.

В конкретному прикладі сопла 5 і 6 постачені регуляторами витрати у вигляді шиберів 7.

Сопла 5 і 6 можуть бути секційними (наприклад, циліндричними або щілинними).

При спалюванні палив з високим вмістом сірки і високою питомою теплотою згоряння можлива додаткова подача в сопло 6 продуктів згоряння (наприклад, газів, що відходять з топки) для підвищення ефективності регулювання процесів горіння, зниження вірогідності утворення легкоплавких евтектик з частинок золи, зниження генерації оксидів азоту і підвищення зв'язування оксидів сірки в нижній частині камери 1 згоряння.

Вихрова топка працює таким чином.

Паливно-повітряна суміш, що містить подрібнене паливо і повітря, подається за допомогою пальника 4 у внутрішній простір камери 1 згоряння, при цьому кількість руху (витрата, швидкість) повітря вибирається таким, щоб забезпечити сепарацію і розподіл частинок палива різних розмірів (фракцій) за об'ємом (висотою) камери 1 згоряння. Паливно-повітряна суміш усередині камери 1 згоряння займається і утворює факел 8, що горить, і в якому згоряють найдрібніші частинки палива. В процесі горіння частинок палива утворюються газоподібні продукти згоряння і зола. Частина частинок палива, що не згоріли, і частина частинок золи під дією сил гравітації і інерції сепаруються в нижню частину камери 1 згоряння у вихрову зону 9 горіння. Повітря нижнього дуття крізь сопла 5 і 6 подається двома потоками в нижню частину камери 1 згоряння.

Подача повітря нижнього дуття двома соплами 5, 6 під різними кутами введення в нижню частину камери 1 згоряння обумовлює формування двох незалежних потоків. Ближній до внутрішньої поверхні лійки 3 потік притиснутий до неї за рахунок встановлення сопла 5 під кутом  $65^\circ \geq \alpha \geq 1^\circ$  до лійки. Потік повітря, що виходить з сопла 6, створює циркуляцію дрібних частинок у внутрішній області вихрової зони 9 горіння.

Частинки палива і золи, що знаходяться в нижній частині камери 1 згоряння, потрапляють в потоки повітря нижнього дуття і розділяються за розмірами (класами крупності, фракціям) за рахунок дії на них послідовно цих потоків, при цьому крупні (наймасивніші) частинки палива потрапляють в потік, що виходить з сопла 5, а дрібні частинки палива і золи - в потік з сопла 6. Витрати потоку сопла 6 мають забезпечити відвіювання дрібних

частинок палива і золи від крупних частинок палива і транспортування їх в центральну область вихрової зони 9 горіння. Витрати потоку з сопла 5 мають забезпечити утримання великих частинок палива в камері 1 згоряння, скоротивши їх провал з камери 1 згоряння. При цьому забезпечується їх транспортування в кореневу частину факела 8. Зменшенню провалу палива з камери 1 згоряння сприяє також притиснення потоку сопла 5 до стінки лійки 3, що виключає формування на цій стінці конгломератів паливних частинок, здатних "пробивати" цей потік і уходити в провал. Ця обставина знижує втрати з механічним недопалюванням 44, унаслідок чого підвищується економічність роботи камери 1 згоряння, тобто її коефіцієнт корисної дії.

З двох потоків, що подаються соплами 5, 6, потік сопла 5, який безпосередньо омиває стінку лійки 3, на якій встановлений пальник 4, містить мінімальну кількість дрібних найбільш ерозійнонебезпечних частинок золи і палива. Це зменшує ерозійний знос стінки лійки 3 і стінки 2 камери 1 згоряння, що омиваються потоком сопла 5 і це підвищує надійність роботи вихрової камери 1 згоряння.

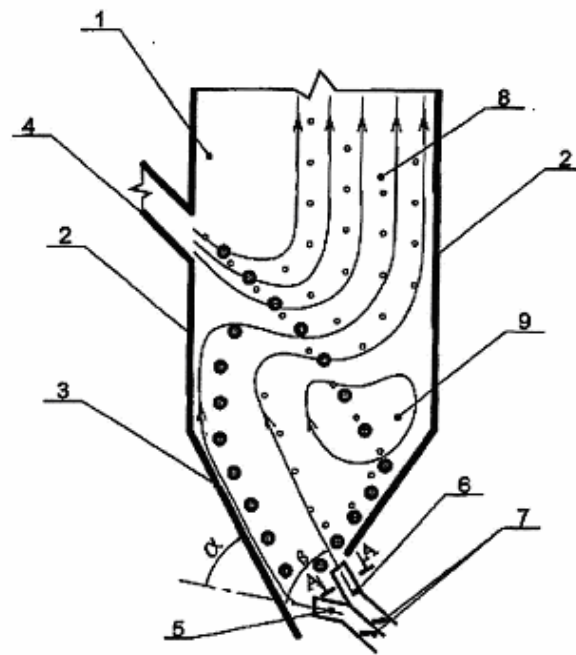
Відвіювання частини палива в центральну область вихрової зони 9 горіння факела сприяє вирівнюванню концентрації палива і повітря в об'ємі нижньої - вихрової - частини камери 1 згоряння, що призводить до вирівнювання в ній тепловиділення і, як результат, вирівнювання поля температури і зниження температурного максимуму. Ця обставина знижує інтенсивність піропластичних перетворень в частинках золи з утворенням легкоплавких евтектик і, разом з вищезгаданим зменшенням дії частинок золи на стінку камери згоряння, знижує відкладення на стінках камери 1 згоряння, що підвищує надійність її роботи.

Крім того, знижений рівень температури знижує утворення оксидів азоту. Ця ж обставина, в поєднанні з багаторазовою циркуляцією частинок золи у вихровій зоні, призводить до значного підвищення зв'язування оксидів сірки. Таким чином, поліпшуються екологічні показники пристрою.

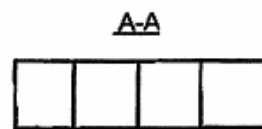
Винахід може бути використаний, практично, для всієї гами твердого органічного палива в широкому діапазоні змінення його якісних характеристик і гранулометричного складу, дозволяє підвищити коефіцієнт корисної дії, надійність і безпеку роботи топки за рахунок зниження вірогідності ерозійного зносу її стін і відкладень на її стінах (їх шлакування), а також знизити утворення оксидів азоту за рахунок зниження і вирівнювання загального рівня температури в топці, і підвищити зв'язування оксидів сірки основними оксидами мінеральної частини палива за рахунок збільшення швидкості цих хімічних реакцій при зниженні рівня температури.

Промислова придатність

Для реалізації вихрової топки використане відоме нескладне промислове устаткування і поширені в даній області техніки матеріали, що і обумовлює відповідність винаходу критерію «промислова придатність» (ІА).



Фиг.1



Фиг.2