



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 53666

(13) C2

(51) 7 F23G5/00, F23N1/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ТОПКИ СПАЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

1

2

(21) 99042464

(22) 29.04.1999

(24) 17.02.2003

(31) 19820038.2

(32) 05.05.1998

(33) DE

(46) 17.02.2003, Бюл. № 2, 2003 р.

(72) Мартін Йоханнес Йозеф, DE, Шпіхаль Петер, DE

(73) МАРТИН ГМБХ ФЮР УМВЕЛЬТ-УНД ЕНЕРГІТЕХНІК, DE

(56) EP 0718553 1996

EP 0576955 1994

EP 0539309 1993

EP 0661500 1995

RU 9510402 A1 1997

DE 3224500 A1 1984

(57) 1. Спосіб регулювання потужності топки спалювальних установок, зокрема установок для спалювання відходів, при якому матеріал, що спалюється, завантажують на початку колосникової решітки, піддають на ній шурувальному і поступальному переміщенню і вивантажують на кінці колосникової решітки шлак, що утворюється, який відрізняється тим, що здійснюють, принаймні, один вплив на шурувальний і поступальний рух матеріалу, що спалюється, залежно від проникності колосникової решітки і шару палива для дуттьового повітря.

2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що вплив на завантажувану кількість матеріалу, що спалюється, здійснюють залежно від проникності колосникової решітки і шару палива для дуттьового повітря.

3. Спосіб за п. 1 або 2, який відрізняється тим, що вплив на вивантажувану кількість шлаку здійснюють залежно від проникності колосникової решітки і шару палива для дуттьового повітря.

4. Спосіб за одним з пп. 1-3, який відрізняється тим, що проникність шару палива для дуттьового повітря визначають в зоні горіння, що починається, на колосниковій решітці.

5. Спосіб за одним з пп. 1-4, який відрізняється тим, що обчислення регулюючого сигналу, який відповідає проникності для дуттьового повітря, здійснюють шляхом визначення вільної поверхні для виходу повітря всього тіла опору, що складається з полотна решітки і шару палива для дуттьового

вого повітря за формулою

$$R = \frac{PLB}{V}$$

причому R означає регулюючий сигнал, PLB означає кількість первинного повітря, що проходить крізь шар палива в експлуатаційних умовах, а V означає швидкість витікання через тіло опору для дуттьового повітря, що складається з полотна решітки і шару палива, та обчислюється за формулою

$$V = \sqrt{\frac{2g}{\gamma_L} \Delta p}$$

де g означає прискорення вільного падіння, γ_L означає питому вагу повітря в експлуатаційних умовах, а Δp означає статичну різницю тисків між зоною нижнього дуття та топковим простором.

6. Спосіб за одним з пп. 1-4, який відрізняється тим, що розрахунок регулюючого сигналу, який відповідає проникності для дуттьового повітря, здійснюють шляхом визначення вільної поверхні для виходу повітря всього тіла опору, що складається з полотна решітки і шару палива для дуттьового повітря, а також коефіцієнта потоку, який залежить від швидкості витікання дуттьового повітря і визначається експериментальним шляхом за формулою

$$R_k = F : \alpha$$

де R_k означає корегований регулюючий сигнал, F означає вільну поверхню для виходу повітря, а α означає коефіцієнт потоку, і вільну поверхню для виходу повітря розраховують за формулою

$$F = \frac{PLB}{V}$$

причому V означає швидкість витікання через тіло опору для дуттьового повітря, що складається з полотна решітки і шару палива, і обчислюється за формулою

$$V = \sqrt{\frac{2g}{\gamma_L} \Delta p}$$

де g означає прискорення вільного падіння, γ_L означає питому вагу повітря в експлуатаційних умовах, а Δp означає статичну різницю тисків між

(13) C2

(11) 53666

(19) UA

зоною нижнього дуття та топковим простором.

Винахід стосується способу регулювання потужності топки опалювальних установок, зокрема установок для спалювання відходів, при якому матеріал, що спалюється, завантажують на початку колосникової решітки, піддають на ній шурувальному і поступальному руху та вивантажують на кінці колосникової решітки шлак, що утворюється.

При спалюванні відходів разом з невеликим виділенням токсичних речовин у відхідних газах потрібне рівномірне виділення тепла з палива. Оскільки подана на колосникову решітку кількість тепла на одиницю об'єму відходів або сміття піддається сильним коливанням, з одного боку, кількість завантаженого сміття необхідно варіювати залежно від наявної теплоти згоряння, а, з іншого боку, необхідно варіювати шуркування або циркуляцію палива, а також подачу дуттьового повітря, для того щоб забезпечити, по можливості, рівномірне виділення тепла.

У спалювальних установках з шаровими топками де не відбувається автоматичного регулювання швидкості шуркування решітки залежно від встановленої висоти шару палива, це веде до теплотехнічного недоліку, який полягає у висоті шару палива, що змінюється. Висота шару палива, що змінюється, має недолік, який полягає у нерівномірній проникності шару палива для дуттьового повітря. Така нерівномірна проникність шару палива для дуттьового повітря призводить до змінного коефіцієнту надлишку повітря і, через це, до змін процесів горіння наслідком чого є нестабільний процес горіння і, отже, нестабільні значення O_2 у відхідних газах, різні викиди CO та NO_x , різні кількості леткого пилу і різне вигорання шлаку.

З європейського патенту №0661500 В1 відомі реєстрація розподілу маси, що спалюється, на колосниковій решітці за допомогою радара і використання цього сигналу, наприклад, для регулювання швидкості шуркування. Цей спосіб дійсно має переваги, однак вимагає використання дорогих вимірювальних пристроїв. Крім того, по встановленій висоті шару палива неможливо зробити висновки про повітропроникність шару палива.

Завданням винаходу є розробка простими засобами способу, при якому потужність топки можна відносно просто привести в відповідність з вимогами паропроодуктивності, причому необхідно задовольнити істотним теплотехнічним вимогам щодо складу відхідних газів і тут, зокрема, з урахуванням CO , вуглеводнів, оксидів азоту, а також інших токсичних речовин.

Це завдання для способу поясненого вище роду відповідно до винаходу вирішується за рахунок того, що має місце, принаймні, одна дія на шурувальний і поступальний рух матеріалу, що спалюється, залежно від проникності колосникової решітки і шару палива для дуттьового повітря. Це є мінімальною вимогою, що має задовольнятися, для того щоб можна було значною мірою впоратися з проблемами нерівномірного ступеня впорати-

ся з проблемами нерівномірної висоти шару палива. Завдяки зміні шурувального руху решітки можна встановити розподіл маси, що спалюється таким чином, що повітропроникність колосникової решітки і шару палива буде залишатися постійною, за рахунок чого досягаються стабільний надлишок повітря і, завдяки цьому, значною мірою рівномірне горіння з стабільними значеннями O_2 у відхідних газах. Далі за рахунок цього рівномірні викиди токсичних речовин підтримуються на низькому рівні. При рівномірній проникності шару палива для дуттьового повітря швидкості газу крізь шар палива залишаються значною мірою постійними і, отже, досягається також постійний за кількістю низький вихід леткого пилу з топки. Оскільки завдяки заходу відповідно до винаходу процес горіння може підтримуватися на рівномірному оптимальному рівні, добре вигорання шлаку від цього відбувається також під час спалювання важких відходів з великими відмінностями у теплоті згоряння.

Для того, щоб надійно забезпечити ці переваги навіть при значеннях теплоти згоряння завантаженого палива, що сильно коливаються, більш прийнятне, якщо на вдосконалення винаходу здійснюють вплив на завантажувану кількість матеріалу, що спалюється, а на доповнення до цього заходу - вплив на вивантажувану кількість шлаку залежно від проникності колосникової решітки та шару палива для дуттьового повітря.

Для на завантажувану кількість матеріалу, що спалюється, залежно від проникності колосникової решітки та шару палива для дуттьового повітря відбувається з накладенням на звичайного виду регулювання завантаження матеріалу, що спалюється, наприклад, залежно від масового потоку пара, і являє собою, таким чином, коректувальний захід, якщо виявиться, що лише одне регулювання швидкості шуркування не веде до оптимальних результатів.

Для виключення негативного впливу на розподіл маси, що спалюється, за рахунок регулювання швидкості шуркування більш прийнятним є, якщо вплив на вивантажувану кількість шлаку відбувається залежно від проникності колосникової решітки і шару палива для дуттьового повітря, оскільки тут вивантаження шлаку можна привести у відповідність з потоком маси, що спалюється, на колосниковій решітці.

За допомогою цих заходів відповідно до винаходу можна досягнути стабільності потужності топки з коливаннями менше 5%, також при спалюванні сміття, з короточасними коливаннями теплоти згоряння більше ніж 50%.

Якщо дивитися по всій довжині колосникової решітки, то проникність для дуттьового повітря змінюється по мірі згоряння, оскільки свіжозавантажене паливо має іншу повітропроникність, ніж те, що вже знаходиться в процесі горіння або майже повністю згоріло. Згідно з цим винаходом

рекомендується визначати проникність шару палива для дуттьового повітря в зоні горіння, що починається, на колосниковій решітці. При цьому йдеться про першу ділянку зони головного горіння. Ця ділянка має здебільшого використовуватись для визначення проникності для дуттьового повітря, оскільки тут вплив висоти шару палива на бажане тепловиділення найбільш виражений. З цієї причини дана зона більш прийнятним чином рекомендується для визначення регульованої величини. Тут повинні здійснюватися і найбільші зміни для досягнення рівномірного тепловиділення, незважаючи на змінну характеристику палива. В принципі, запропонована техніка регулювання може використовуватись в будь-якій зоні решітки для спалювання, де реакції горіння протікають у якомусь помітному обсязі.

Принципова ідея винаходу, яка веде до визначення регульованої величини, полягає у першому наближенні в тому, що розрахунок регулюючого сигналу, що відповідає проникності для дуттьового повітря, здійснюють шляхом визначення вільної поверхні для виходу повітря всього тіла опору, що складається з полотна решітки і шару палива, для дуттьового повітря в розглядуваній зоні решітки по формулі.

$$R = \frac{PLB}{V}$$

причому R означає регулюючий сигнал, PLB означає кількість первинного повітря, що проходить крізь шар палива в експлуатаційних умовах, а V означає швидкість витікання через тіло опору, яке складається з полотна решітки і шару палива, для дуттьового повітря, та обчислюється за формулою

$$V = \sqrt{2g/\gamma_L \Delta p}$$

де g означає прискорення вільного падіння, γ_L означає питому вагу повітря в експлуатаційних умовах, а Δp означає статичну різницю тисків між зоною нижнього дуття та топковим простором.

Цей вид розрахунку регульованої величини, в принципі, достатній для вирішення поставленого вище завдання. Однак можуть виникнути відхилення від фактичних умов, причиною яких є те, що тіло опору для дуттьового повітря, яке складається з полотна решітки і шару палива, залежно від швидкості дуттьового повітря, що проходить через нього, справляє йому більш чи менш сильний аеродинамічний опір або опір тертя. Повітря проходить, з одного боку, через дуже вузькі щілини між окремими колосниками решітки, а, з іншого боку, через засипання, яке складається з відходів або сміття, що не забезпечує певні шляхи потоку, і повітропроникність якого залежить не тільки від висоти шару маси, що спалюється, але і від її складу, тобто від якості сміття. Тут виникають умови витікання, які неможливо більш точно визначити математичними формулами і які призводять до того, що основи розрахунку не завжди збігаються із фактичними умовами.

Виходячи з цих труднощів, згідно з цим винаходом запропоновано вид розрахунку регулюючого сигналу, пов'язаний, щоправда, з підвищеними затратами, однак який дозволить більш точно погодити обчислену регульовану величину з фактич-

ними умовами і який полягає відповідно до винаходу у тому, що розрахунок регулюючого сигналу, який відповідає проникності для дуттьового повітря, здійснюють шляхом визначення вільної поверхні для виходу повітря усього тіла опору для дуттьового повітря, що складається з полотна решітки і шару палива, а також коефіцієнту потоку, який залежить від швидкості потоку дуттьового повітря і визначається експериментальним шляхом, за формулою

$$R_K = F \cdot \alpha$$

де R_K означає корегований регулюючий сигнал, F означає вільну поверхню для виходу повітря, а α означає коефіцієнт потоку, і вільну поверхню для виходу повітря розраховують за формулою

$$F = \frac{PLB}{V}$$

причому V означає швидкість витікання через тіло опору для дуттьового повітря, що складається з полотна решітки і шару палива, і обчислюється за формулою

$$V = \sqrt{2g/\gamma_L \Delta p}$$

де g означає прискорення вільного падіння, γ_L означає питому вагу повітря в експлуатаційних умовах, а Δp означає статичну різницю тисків між зоною нижнього дуття та топковим простором.

Коефіцієнт потоку, що визначається експериментально, є, отже, поправковою величиною, яка враховує втрати за рахунок тертя і утворення завихрень у потоці повітря крізь полотно решітки, тобто через виконану з окремих колосників колосникову решітку, і шар палива, який складається з хаотичного скупчення горючих та інертних відходів самих різних розмірів.

Винахід більш докладно пояснюється нижче за допомогою графічного зображення прикладу виконання опалювальної установки і за допомогою результатів її експлуатації. На кресленнях показано:

фіг.1: поздовжній переріз схематично зображеної спалювальної установки;

фіг.2: схема регулювання спалювальної установки; фіг.3: графік залежності швидкості шуривання решітки від обчисленого регулюючого сигналу протягом певного періоду часу.

Зображена на фіг.1 опалювальна установка включає колосникову решітку 1, завантажувальний пристрій 2, топковий простір 3 з прилеглим газоходом 4, до якого примикають додаткові газоходи і включені за опалювальною установкою агрегати, зокрема парогенераторні установки і установки для очищення відхідних газів (не показані на кресленнях і не розглядаються в описі).

Колосникова решітка і включає окремі сходи 5, утворені, в свою чергу, окремими колосниками, що лежать поруч. Кожний другий сходиць колосникової решітки, виконаної у вигляді зворотно-перештовхувальної решітки, з'єднаний з позначеним, в цілому, поз.6 рушєм, який дозволяє регулювати швидкість шуривання. Під колосниковою решіткою передбачені розподілені як у поздовжньому, так і в поперечному напрямі камери 7.1-7.5 нижнього дуття, у які первинне повітря подають роздільно індивідуальними трубопроводами 8.1-8.5. На кінці колосникової решітки шлак, що виго-

рів, вивантажують за допомогою шлаковивантажувального пристрою, у зображеному прикладі втілення за допомогою шлакового валика 9, у шлакопускну шахту 10, звідки шлак падає у шлаковловлювач (не показано).

Завантажувальний пристрій 2 включає завантажувальний бункер 11, завантажувальний жолоб 12, завантажувальний стіл 13 і один чи кілька завантажувальних поршнів 14, що лежать поруч і, при необхідності, регулюються окремо один від одного, які перештовхують зсковзне завантажувальним жолобом 12 сміття через завантажувальну кромку 15 завантажувального стола 13 у топковий простір 3 на колосникову решітку 1.

Насипане на колосникову решітку 1 паливо 16 попередньо висушують повітрям, що виходить з зони 7.1 нижнього дуття, а також нагрівають за допомогою наявного у топковому просторі 3 випромінювання та запалюють. На ділянці зон 7.2 і 7.3 нижнього дуття створюється зона головного горіння, тоді як на ділянці зон 7.4 і 7.5 нижнього дуття шлак, що утворюється, вигорає і потрапляє у шлакопускну шахту 10.

Для визначення потрібної регульованої величини, що відповідає у першому наближенні вільній поверхні для виходу повітря крізь полотно решітки і шар палива, у повітроподавальному трубопроводі 8.2 передбачені пристрій 18 для вимірювання витрати повітря, а в камері 7.2 нижнього дуття температурний датчик 17 і датчик 19 тиску, тоді як в топковому просторі 3 встановлений додатковий датчик 20 тиску для вимірювання статистичної різниці тисків між зоною нижнього дуття та топковим простором.

На фіг.1 в схематичному вигляді зображені різні виконавчі пристрої, що служать для регулювання різних величин, які впливають, або пристроїв, для того щоб можна було здійснити потрібне регулювання потужності топки. При цьому виконавчий пристрій для впливу на швидкість шурування позначено поз. 21, виконавчий пристрій для впливу на число оборотів шлакового валика - поз. 22, виконавчий пристрій для впливу на частоту вмикання і вимикання або на швидкість завантажувальних поршнів поз. 23, а виконавчий пристрій для впливу на витрату первинного повітря - поз. 24, здатний подавати до кожної окремої камери нижнього дуття необхідну кількість первинного повітря.

Нижче спосіб, відповідно до винаходу, пояснюється з додатковим посиланням на фіг.2 і 3.

Звичайний досі регулюючий блок RE здатний регулювати потужність топки опалювальної установки, наприклад залежно від масового потоку пари, відносно до завантаження палива і подачі первинного повітря, що наводяться лише як деякі регульовані параметри, зроблено з можливістю передачі далі до окремих виконавчих пристроїв заданих значень, необхідних для здійснення способу відповідно до винаходу і визначених дійсних значень у вигляді регульованих величин. З цією метою передбачений центральний обчислювальний блок ZR, який зв'язано з температурним датчиком 17, пристроєм 18 для вимірювання витрати повітря і обома датчиками 19, 20 тиску і який обробляє значення, виміряні цими датчиками і при-

строями.

Для того, щоб регульований блок RE міг видавати окремі регульовані величини, необхідно, виходячи з виміряних значень, розрахувати за допомогою центрального обчислювального блоку ZR регулюючий сигнал, який діє на регулюючий блок. Отже, центральний обчислювальний блок ZR визначає дійсну величину вільної поверхні для виходу повітря, яку потім порівнюють в регулюючому блоку RE з заданим значенням вільної поверхні для виходу повітря, в результаті чого потім виникає сигнал для дії на окремі виконавчі пристрої 21-24.

Виходячи з виміряної температури первинного повітря у камері 7.2 нижнього дуття та виміряного в ній тиску, у відомий спосіб обчислюють щільність первинного повітря PL. Це значення використовують у поєднанні з виміряним обома датчиками 19, 20 значенням статичної різниці тисків між зоною нижнього дуття і топковим простором, для того щоб за допомогою формули

$$V = \sqrt{2g / \gamma_L \Delta p}$$

розрахувати швидкість первинного повітря при проходженні через тіло опору для дуттєвого повітря, що складається з полотна решітки і шару палива. Це отримане таким чином значення служить у поєднанні з встановленим для пристрою 18 вимірювання витрати повітря значенням витрати повітря, що перераховується на наявні експлуатаційні умови щодо температури і тиску, для обчислення вільної поверхні для виходу повітря, яка визначається формулою

$$F = \frac{PLB}{V}$$

Це отримане таким чином значення є дійсним значенням вільної поверхні для виходу повітря і надходить до обчислювального блоку RE як регулюючий сигнал відповідно F або R, де це значення порівнюють з заданим значенням вільної поверхні F для виходу повітря, в результаті цього одержуються керуючі величини для окремих виконавчих пристроїв 21-24. При цьому при регулюванні швидкості SG шурування колосникової решітки необхідне на основі регулюючого сигналу R значення порівнюють з діапазоном заданого значення швидкості шурування, для того щоб гарантувати поправки або етапи управління лише в прийнятних і допустимих межах.

При цьому виді розрахунку і регулювання можуть виникнути ще певні відхилення, які є наслідком того, що повітря має проходити через "тіло опору для дуттєвого повітря", яке складається з полотна решітки та шару палива і має не тільки дуже вузькі, але і вкрай нерівномірні перерізи для проходження первинного повітря. При цьому виникають втрати на тертя, що враховуються для досягнення більш точного регулювання у вигляді коефіцієнту α потоку. Цей коефіцієнт α потоку має визначатися експериментальним шляхом, оскільки умови витікання неможливо розраховувати в такому шарі палива. Для визначення цього коефіцієнту потоку спочатку вимірюють витікання через незавантажену колосникову решітку, а потім при завантаженні масою, що спалюється, колосниковій решітці та різних вихідних тисках у зоні нижнього

дуться. Встановлені при цьому відмінності у втратах тиску або у відповідній статичній різності тисків між зоною нижнього дуття та топковим простором є показником для утворення коефіцієнту потоку, що набуває значення 0, якщо проходження повітря крізь колосникову решітку і масу, що спалюється, більше не є можливим, і стає тим більшим (максимум до $\alpha=1$), чим з меншими перешкодами повітря може проходити через полотно решітки і масу, що спалюється. Стримані на практиці коефіцієнти потоку становлять величину порядку 0,6-0,95. Цей одержаний експериментальним шляхом коефіцієнт α потоку вводять у центральний обчислювальний блок ZR, для того щоб можна було корегувати розрахований у описаний вище спосіб регулюючий сигнал F або R згідно з цим коефіцієнтом α потоку, так що центральний обчислювальний блок видає тоді регулюючому блоку корегований регулюючий сигнал R_k . Ці процеси регулювання схематично зображені на фіг.2, з якої видно, що центральний обчислювальний блок ZR зв'язаний з різними вимірювальними датчиками 17-20 і пристроєм для введення коефіцієнту α потоку, тоді як регулюючий блок RE може приймати задані значення швидкості SG шурвання і вільної поверхні F для виходу повітря, що вводяться, для того щоб на основі цього подавати відповідні регулюючі імпульси до виконавчих пристроїв 21-24, зв'язаних з регулюючим блоком.

На фіг.3 зображений результат втілення способу відповідно до винаходу. При цьому на ординаті нанесено значення вільної поверхні F для виходу повітря як регулюючий сигнал і, крім того, число ходів на годину, а на абсцисі нанесено вимірний час, F_{set} означає постійне задане значення вільної поверхні для виходу повітря. Крива F означає відповідні дійсні значення регулюючого сигналу R_k , який корегується за допомогою коефіцієнту α потоку. При цьому видно, що є лише відносно невеликі коливання заданого значення, що дозволяє зробити висновок про майже рівномірний перебіг цього процесу горіння. SG означає швидкість шурвання решітки, яка виражається числом ходів руху 6 решітки на годину. При цьому видно, що при зменшенні вільної поверхні для виходу повітря, наприклад до точки F1, швидкість шурвання

відповідно зростає до точки SG1. Зменшена вільна поверхня для виходу повітря означає, що повітропроникність шару палива зменшена або за рахунок збільшеної висоти шару палива, або за рахунок більшої компактності маси, що спалюється, внаслідок наявності вологих інертних компонентів. Завдяки підвищенню швидкості шурвання цей стан можна усунути або впливати на нього настільки, що вільна поверхня для виходу повітря знову наблизиться до заданого значення, що має місце у точці F2. Тут видно, що швидкість шурвання на відповідній ділянці SG2 залишається постійною. Коли потім в точці F3 вільна поверхня для виходу повітря знову зменшується, швидкість шурвання відповідно зростає в зоні SG3, для того щоб залишатися потім значною мірою постійною в зоні SG4, оскільки у зоні F4 майже не фіксуються відхилення від заданого значення.

Техніка регулювання відповідно до цього винаходу спрямована не лише на швидкість шурвання решітки, хоча це є головною величиною, що впливає. Для того, щоб шляхом регулювання швидкості шурвання процес горіння міг протікати значною мірою рівномірно, необхідно також впливати на завантажувану на колосникову решітку кількість маси, що спалюється, і вивантажувану кількість шлаку залежно від описаного регулюючого сигналу R чи R_k . Це відбувається завдяки тому, що регулюючий блок RE впливає не тільки через виконавчий пристрій 21 на швидкість шурвання, але і через виконавчий пристрій 23 на завантажувану на колосникову решітку 1 кількість палива, а через виконавчий пристрій 22 - на кількість шлаку, що вивантажується, за допомогою розвантажувального валика 9. За допомогою виконавчого пристрою 24 можна також справити вплив і на витрату первинного повітря, причому цей вплив виходить, в першу чергу, від звичайного регулювання потужності топки.

Спосіб регулювання відповідно до винаходу може застосовуватись як самостійний спосіб регулювання, принаймні, відносно до швидкості решітки, однак може служити і тільки як корегування для регулювання швидкості шурвання, якщо її регулюють за іншими параметрами за допомогою звичайного блоку регулювання потужності топки.

