

Корисна модель належить до промислової теплоенергетики і може бути використана для теплогенеруючих систем, що працюють з використанням дрібнофракційного сипучого твердого палива, наприклад, опилок, стружки, лузги, зерна або насіння і т.і., або для підігріву, сушки дрібнофракційних термолабільних продуктів у суміжних теплотехнологічних циклах.

У переважній більшості відомих конструкцій твердопаливних теплогенеруючих систем (наприклад, "Роек-Львів", Україна; ЦОПКТБ, м.Рязань, Росія; "ЕК" ООО "Аграф", м.Москва, Росія) не вирішеними є задачі термовологісної підготовки дрібнофракційного палива, що спричиняє до нестабільності характеристик його термохімічного перетворення і, як наслідок, до ненормованих коливань параметрів енергоносія, що генерується та зниженню ступені корисного паливовикористання.

Відоме технічне рішення [Твердопаливна теплогенеруюча система, Деклараційний патент на корисну модель №13217, Бюл. №3, 2006р.], що забезпечує термовологісну підготовку твердого сипучого палива за рахунок скидного тепла відходячих газів теплогенеруючого агрегату, що передається до сипучого палива у спеціальній конструкції контактної конденсаційної теплообмінника, що організований у внутрішній порожнині паливного бункеру. Недоліком даного технічного рішення є необхідність комплектації теплогенеруючої системи димососом, а також наявність додаткових витрат енергії на присос, транспортування і нагрів у порожнині контактної теплообмінника допоміжної витрати повітря, що необхідно для виконання умов піробезпечності контакту гріючого потоку з паливом.

Переміщення паливної маси, що утримується на пересипних полицях контактної теплообмінника, забезпечується за рахунок зовнішнього джерела енергії, що витрачається на збудження вібраційних коливань пересипних полиць. Контроль і управління цим процесом при експлуатації є ускладненим, тому що побудова системи автоматичного регулювання практично неможлива через відсутність чіткого корелювання процесів тепло- і масопереносу.

Найбільш близькою до технічного рішення, що заявляється, є твердопаливна теплогенеруюча система, що має у своєму складі паливовикористовуючий теплогенеруючий пристрій з димовим трактом для видалення продуктів згоряння та бункер для накопичування експлуатаційного запасу твердого сипучого палива, обладнаний у верхній частині отвором для завантаження паливної маси та шнековою системою паливостачання для дозованої подачі палива у камеру згоряння паливовикористовуючого теплогенеруючого пристрою [Твердопаливний теплогенератор. Деклараційний патент №11637. Бюл. №1, 2006р.].

Дане технічне рішення не передбачає можливості термовологісної підготовки сипучого палива, але комплектація системи більш точно відповідає технічному рішенню, що заявляється.

Таким чином, недоліками відомих теплогенеруючих систем, що принципово не можуть бути розв'язані в межах існуючих конструктивних підходів, є наявність суттєвих резервів підвищення ступеню корисного паливо використання, які досі не реалізовані при одночасному підтриманні необхідних умов експлуатаційної стабільності та екологічних умов паливовикористання.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалити відому твердопаливну теплогенеруючу систему шляхом рекуперації скидного тепла відходячих газів до потоку сипучого палива в бункері-накопичувачі за рахунок відділення периферійного об'єму бункера для природної течії продуктів згоряння та поєднання цього об'єму в тепловому відношенні з потоком паливної маси в бункері за допомогою теплових труб, що газозушільнено закріплюються у своїй середній частині в стінках паливного бункеру, що суміжні до паливної маси - з одночасним вирішенням задач сепарації золовиносу із потоку відходячих газів системи, автоматичного підтримання регулярності переміщення потоку сипучого палива у бункері-накопичувачі, та очищення теплообмінних поверхонь без залучення зовнішніх джерел енергії та додаткових пристроїв.

Поставлена задача вирішується тим, що в твердопаливній теплогенеруючій системі, що включає в себе паливовикористовуючий теплогенеруючий пристрій з димовим трактом для видалення продуктів згоряння та бункер для накопичування експлуатаційного запасу твердого сипучого палива, що обладнаний розташованим на верхній стінці отвором для завантаження паливної маси та шнековою системою паливостачання для дозованої подачі палива у камеру згоряння паливовикористовуючого теплогенеруючого пристрою, новим є те, що стінки бункеру виконані у вигляді кесону, в зовнішній обичайці якого виконані рознесені по висоті і горизонталі отвори, нижній із яких сполучений з димовим трактом теплогенеруючого пристрою, а верхній - з нижнім торцем димової труби.

Крім того, у верхній частині внутрішньої стінки кесону виконані отвори, в яких щільно закріплені теплові труби, нижні ділянки яких розміщені у порожнині кесону з вертикальною орієнтацією, а верхні ділянки - в порожнині паливного бункеру з нахилоною орієнтацією, а їх вільні кінці жорстко сполучені між собою по боковим утворюючим перетинками на ділянках, проекції яких на горизонтальну площину виходять за межі проекції на горизонтальній площині отвору завантаження паливної маси. Нижня ланка теплової труби 19, що найбільш віддалена у горизонтальній площині проекції від нижнього димового отвору сепараційного кесону, виконана з горизонтальною або нахилоною орієнтацією.

Твердопаливна теплогенеруюча система зображена на Фіг.1 з вертикальним перерізом паливного бункеру, на Фіг.2 - горизонтальна проекція по Фіг.1.

Твердопаливна теплогенеруюча система (Фіг.1, 2) містить паливовикористовуючий теплогенеруючий пристрій 1, з камерою згоряння 2, теплообмінником 3 та димовим трактом 4, паливний бункер 5 та шнекову систему паливостачання 6.

Паливний бункер 5, бокова огорожуюча конструкція якого виконана у вигляді кесона 7, має на верхній стінці отвір 8 з горловиною для завантаження паливної маси, а на нижній стінці - отвір 9 для приєднання до шнекової системи 6 паливостачання.

Система димовидалення включає в себе послідовно розташовані: тракт димовидалення 4, кесон 7 і димову трубу 10. Отвори кесону 20, 21 для приєднання каналів тракту димовидалення 4 і димової труби 10 рознесені по висоті і горизонталі.

У верхній частині внутрішньої стінки 11 кесону 7 виконані отвори, в яких щільно закріплені теплові труби, нижні ділянки яких 12 розміщені в порожнині кесону 7 з вертикальною орієнтацією, а верхні ділянки 13 - в порожнині паливного бункеру 5 з нахилоною орієнтацією. Вільні кінці верхніх ділянок 13 теплових труб жорстко сполучені

між собою по суміжним боковим утворюючим перетинками 14 на ділянках, проекція яких на горизонтальну площину виходить за межі проекції на горизонтальну площину отвору 8 для завантаження паливної маси.

У загальному випадку, кесон з тепловими трубами може бути розміщеним по всьому периметру паливного бункеру, а нахилені ділянки теплових труб згруповані в окремі пересипні полиці, що ешелонують по висоті порожнечі паливного бункеру. При цьому, нижні ланки теплових труб, наприклад 15, окремих пересипних полиць, що найбільш віддалені у горизонтальній площині проекцій від нижнього димового отвору 21 сепараційного кесону 7, виконані з горизонтальною або нахиленою орієнтацією. Днище кесону 7 паливного бункеру має газозушльнений бункер 16 з розвантажувальним вікном 17, а нижні частини зовнішніх стінок кесону обладнані службовими газозушльненими вікнами 18.

При роботі твердопаливної теплогенеруючої системи продукти згоряння, що надходять із димового тракту 4 паливовикористовуючого теплогенеруючого пристрою 1 до нижньої частини кесону 7, гальмуються в порожнині кесону 7, де здійснюється теплопередача через стінку паливного бункеру 5 і полості теплових труб 12, 13 в об'єм паливної маси та сепарація золотого уносу, і далі, під дією самотяги, видаляються із верхньої віддаленої зони кесону 7 через димову трубу 10 в навколишнє середовище. Відсепарований із потоку продуктів згоряння золотий унос твердого палива не є налипаючим і тому накопичуються головним чином на горизонтальній, донній поверхні кесону 7, що обладнана газозушльненим бункером 16 з розвантажувальним вікном 17 для періодичної чистки кесону, при цьому, зручність експлуатаційного доступу до внутрішньої порожнини кесону забезпечується відповідним розташуванням у придонній частині зовнішніх стінок кесону службових газозушльнених вікон 18. Певна частина відсепарованого уносу, що затримується на вертикально орієнтованих поверхнях внутрішньої стінки 11 кесону 7 і теплових труб 12, з позицій теплової роботи системи є негативним фактором, що призводить до підвищення термічного опору тепловому потоку, що підводиться до сипучого палива в бункері від потоку продуктів згоряння. Проте, завдяки тому, що забруднення теплообмінних поверхонь із потоку продуктів згоряння твердого палива, як відомо, не є налипаючими, то очищення цих поверхонь може вестись досить не ускладненими методами, такими, наприклад, як вібраційний. В конструкції системи, що заявляється вібраційні коливання теплообмінної поверхні, що забезпечують нормування термічного опору, виникають за рахунок автоматичної зміни характеру процесів тепломасопереносу у теплопередаючих полостях теплових труб. Для забезпечення періодичних вібраційних коливань теплообмінних поверхонь паливного бункеру у склад конструкції введена тепла труба 19 з горизонтальним або нахиленим розташуванням зони підводу теплоти 15, що знаходиться в порожнечі кесону 7. Така орієнтація теплопередаючої полості теплової труби 19 забезпечує виникнення "снарядних" режимів течії проміжного теплоносія, що характеризуються найбільшою потужністю акустичних ударних ефектів в параметричній зоні гідродинамічної нестабільності двофазної теплопередаючої системи. Відомий спосіб очистки теплообмінних поверхонь рекуперативного теплообмінника з використанням процесів гідродинамічної нестабільності в теплових трубах [наприклад, авт. свід. СРСР №1702147, Бюл. №48, 30.12.91р.], згідно якому параметрична область вібраційних процесів гідродинамічної нестабільності встановлюється завдяки зовнішній примусовій регулюючій дії, що змінює термічний опір на стороні гріючого або нагріваємого середовища відповідно до параметрів внутрішнього тепломасопереносу в теплових трубах або певних характеристик регулярності переміщення сипучого теплообмінного середовища - вимагає комплектації твердопаливної теплогенеруючої системи додатковою системою автоматичного регулювання.

На відміну від вищезазначеного підходу, процес вібраційного очищення теплообмінних поверхонь та забезпечення регулярності пересування сипучого продукту (палива) в теплогенеруючій системі, що заявляється, відбувається в автоматичному режимі без залучення зовнішніх джерел енергії та додаткового агрегатного і приладного оснащення.

При роботі твердопаливної теплогенеруючої системи в замкнених полостях теплових труб в результаті фазових перетворень проміжного теплоносія в полі гравітаційних сил відбувається ефективний тепловідвід від нижніх частин теплових труб, що знаходяться у гріючому середовищі потоку продуктів згоряння до верхніх частин теплових труб, що знаходяться у контакт із сипучою паливною масою, що нагрівається. [Див. "Двофазні термосифони в промисловій теплоенергетиці", Київ. "Вища школа", 1991].

Теплообмінні процеси на зовнішніх поверхнях теплових труб характеризуються невисоким питомим навантаженням і ефективність теплової роботи теплообмінної системи у цілому залежить від гідродинамічної стабільності процесів осьового тепломасопереносу в полостях теплових труб та від усталеного, нормованого характеру процесів тепловіддачі на їх зовнішніх поверхнях. Для основної кількості теплових труб, тих що мають вертикальну орієнтацію нижніх ділянок 12, параметрична область, що зумовлює стабільність процесів осьового тепломасопереносу, має бути окреслена з досить великими запасами надійності, а для периферійних теплових труб 19 - з мінімальним запасом надійності, що, в свою чергу забезпечить їх службову функцію періодичної вібраційної дії на всю теплообмінну систему і у такий спосіб - нормування процесів теплообміну на теплообмінних поверхнях, що контактують з гріючим і нагріваним середовищем. Для конкретної твердопаливної теплогенеруючої системи необхідні параметричні умови процесів внутрішнього тепломасопереносу в теплових трубах можуть бути легко запрограмовані відповідним вибором розмірів нижніх ділянок 12 та їх співвідношення з розмірами верхніх ділянок 13.

Механізм періодично виникаючої гідродинамічної нестабільності процесу внутрішнього тепломасопереносу в периферійних теплових трубах 19 наступний. Відомо, що характеристикою надійності процесу транспорту теплоти в полості теплової труби є швидкість пари проміжного теплоносія W_n в осьовому напрямку труби. Швидкість пари W_n для даної геометрії труби однозначно зв'язана з тепловою потужністю Q , що сприймається тепловою трубою від гріючого середовища, - через термодинамічні параметри проміжного теплоносія, що задіяний у внутрішньому випаровувально-конденсаційному циклі теплової труби. Моменту виникнення гідродинамічної нестабільності у двофазній протиточній системі проміжного теплоносія відповідають критичні значення цих характеристик: W_n^{kp} або Q^{kp} , величина яких для кожного проміжного теплоносія залежить від тиску (температури) насичення - P_s (t_s):

$$W_n^{kp} = f(P_s); \quad Q^{kp} = f(P_s);$$

Причому, в робочому діапазоні термодинамічних параметрів проміжного теплоносія: $dW_n^{kp}/dP_s > 0$ і $dQ^{kp}/dP_s > 0$.

Тоді, у стані теплової і гідродинамічної стабілізації системи, коли має місце рівновеликість теплових потоків Q , що підводиться і відводиться від теплової труби, а величина передаваного теплового потоку Q дещо нижча критичної $Q^{кр}$ для відповідного стабілізованого тиску насичення P_{s1} , то перевід системи на новий рівень тиску насичення $P_{s2} < P_{s1}$ очевидно призведе до її переходу в область критичних параметрів осьового теплопереносу: $Q > Q^{кр}$. Повернення системи в режим гідродинамічної стабілізації процесу внутрішнього тепломасопереносу відбувається при підвищенні тиску насичення проміжного теплоносія P_s до значення, якому відповідає величина $Q < Q^{кр}$.

Протікання саме таких періодичних термогідравлічних процесів в теплових трубах 19 забезпечує конструкція твердопаливної теплогенеруючої системи, що заявляється.

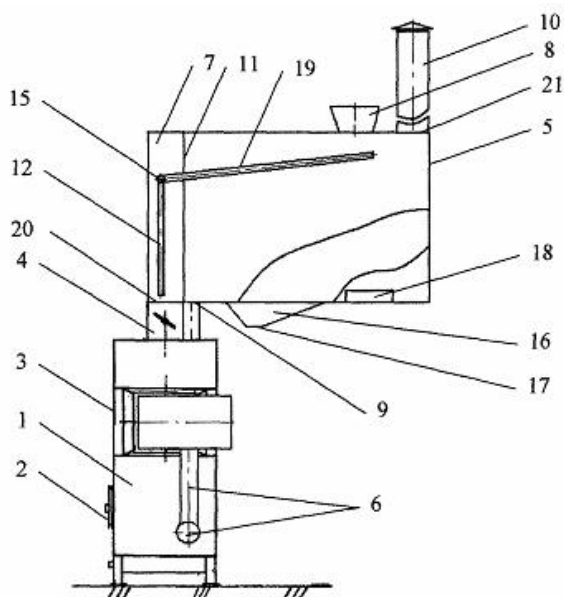
Тверде сипуче паливо, що подається в паливний бункер через завантажувальний отвір 8 затримується на пересипній полиці, що утворена верхніми ділянками 13, 19 теплових труб, де підігрівається і підсушується. При невеликих витратах палива, що надходить на пересипну полицю, частина витрати палива, що підсушується, встигає просипатися до низу паливного бункеру, звільняючи при цьому місце для свіжих порцій палива, що подається в бункер. В цьому режимі верхня частина теплової труби 19, що має периферійне розташування у складі пересипної полиці, не контактує із паливом, що рухається по центральній зоні пересипної полиці і процес тепломасопереносу в теплопередаючій порожнині теплової труби 19 протікає при підвищеному тиску насичення проміжного теплоносія, що відповідає температурному рівню, наближеному до температурного рівня гріючого потоку продуктів згоряння, термічний опір вимушено конвективного процесу тепловіддачі, від якого значно нижчий по відношенню до термічного опору природно-конвективного процесу охолодження верхньої ділянки теплової труби 19 в повітряному середовищі паливного бункеру. При цьому, теплова потужність теплової труби 19 встановлюється на мінімальному рівні, що відповідає мінімальному значенню температурного перепаду між потоком продуктів згоряння і поверхнею теплової труби. Таким чином, в режимі невеликих витрат палива, що надходить в бункер, параметричні умови роботи теплової труби 19 є такими, що відповідають стану гідродинамічної стабільності процесів внутрішнього тепломасопереносу з найбільшим запасом надійності.

При збільшенні витрати палива, що надходить на пересипну полицю, паливний шар займає всю теплообмінну поверхню, включаючи і поверхню верхньої ділянки теплової труби 19. Відносно низький температурний рівень свіжого палива і його зазвичай висока вологість спричиняють до активізації тепловіддачі на верхній ділянці теплової труби 19 і, як наслідок, до різкого падіння тиску насичення проміжного теплоносія і підвищення осьової швидкості течії пари проміжного теплоносія - виникають умови для порушення гідродинамічної стабільності процесу внутрішнього тепломасопереносу в порожнині теплової труби, яка проявляється через ударні акустичні ефекти. Вібратійні коливання, що виникають у всій жорстко зв'язаній конструкції паливного бункеру, спричиняють до регулярності переміщення інертної паливної маси і до очищення теплообмінних поверхонь.

Суттєво, що механічна енергія вібраційних коливань генерується не за рахунок зовнішнього джерела, а перетворюється із потоку теплової енергії, що транспортується в контурі паливного бункеру, і зворотно перетворюється в теплову енергію, як корисна складова теплового балансу приладу, що заявляється.

Підігріте паливо, що просипається з пересипних полиць на днище бункеру 5, за допомогою шнекового транспортеру 6 подається в камеру згоряння 2 теплогенеруючого пристрою 1.

Очевидно, що конструктивна побудова бункера-накопичувача за рекуперативним принципом, коли потоки гріючого і нагріваного середовища не мають безпосереднього контакту, дозволяє енерготехнологічне використання технічного рішення, що заявляється, наприклад, для термічної обробки термолабільних сипучих продуктів.



Фиг. 1

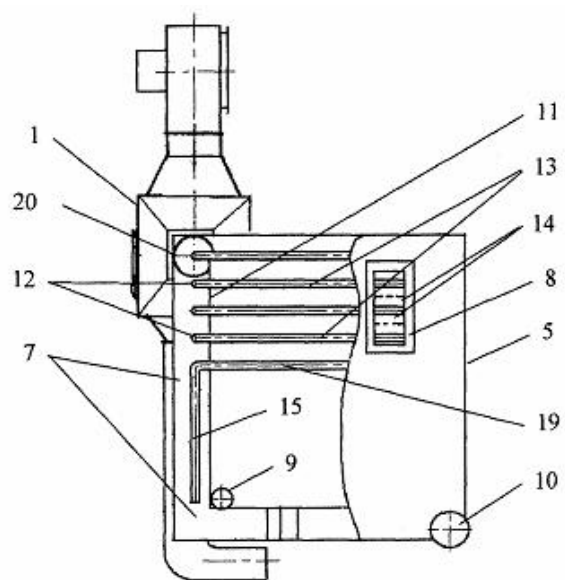


Fig. 2