



УКРАЇНА

(19) UA (11) 11637 (13) U
(51) МПК (2006)
F23B 30/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ТВЕРДОПАЛИВНИЙ ТЕПЛОГЕНЕРАТОР

1

2

(21) u200502855

(22) 29.03.2005

(24) 16.01.2006

(46) 16.01.2006, Бюл. №1, 2006р.

(72) Волков Сергій Симонович, Волков Валентин Сергійович

(73) Волков Сергій Симонович, Волков Валентин Сергійович

(57) 1. Твердопаливний теплогенератор, що містить теплообмінник зі збуджувачем витрати середовища, що нагрівається, середовище та шарову камерну топку з полуменевою амбразурою, газогенеруючу камеру, обладнану шнековим механізмом подачі палива, який **відрізняється** тим, що газогенеруюча камера розташована всередині камерної топки та розміщена на частині її подини, що не обладнана колосниковою решіткою та щільно з'єднана з полуменевою амбразурою топки, при цьому шнековий механізм подачі палива має насадку, щільно закріплену в полуменевій амбразурі таким чином, що його вихідний кінець розміщено у внутрішньому об'ємі газогенеруючої камери.

2. Твердопаливний теплогенератор по п. 1, який **відрізняється** тим, що в полуменевій амбразурі щільно закріплено повітряний патрубок, зовнішній по відношенню до топки кінець якого з'єднано з системою регульованого нагнітання повітря, а протилежний кінець заведено в об'єм газогенеруючої камери.

3. Твердопаливний теплогенератор по п. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що теплообмінник виконано у вигляді горизонтального або нахиленого трубного пучка, газозушільнено закріпленого на верхніх торцях стінок камерної топки таким чином, що утворює її охолоджувану зводову частину, що

має відкриті міжтрубні проміжки для течії продуктів згоряння, що піднімаються.

4. Твердопаливний теплогенератор по п. 3, який **відрізняється** тим, що обичайки теплообмінника, що мають виходи торців теплообмінних трубок, забезпечено конфузотно-дифузотними елементами стику повітроходу для включення теплообмінних трубок у контур для вимушеної течії повітря, що нагрівають, а самі елементи стику обладнані динамічними трубками, газозушільнено закріплені на їх стінках таким чином, що торець внутрішнього кінця трубки перпендикулярний осі повітряного каналу.

5. Твердопаливний теплогенератор по п. 4, який **відрізняється** тим, що у верхній частині камерної топки розміщена перфорована повітряна трубка, відкритий торець якої виведено за межі камерної топки і з'єднано з динамічною трубкою повітроходу теплообмінника.

6. Твердопаливний теплогенератор по п. 5, який **відрізняється** тим, що на зовнішній обичайці подової поверхні топки під отвором для колосникової решітки закріплено золотриймальний пристрій, виконаний у вигляді газозушільненого кесона, що має патрубок, з'єднаний з динамічним патрубком повітроходу теплообмінника через допоміжну трубку з регульовальною затулкою.

7. Твердопаливний теплогенератор по пп. 5, 6, який **відрізняється** тим, що відкритий торець перфорованої повітряної трубки з'єднано з допоміжною трубкою живлення кесона золотриймального пристрою на відрізок між місцями з'єднання допоміжної трубки з динамічним патрубком і регульовальною затулкою.

Корисна модель належить до промислової теплоенергетики і може бути використана для систем автономного опалення, енергозабезпечення технологій сушіння пиломатеріалів, сільгосппродукції, тощо.

У відомих конструкціях теплогенераторів не вирішені технічні протиріччя, пов'язані з необхідністю одночасного спалювання різносортих і різ-

нофракційних, у тому числі, дрібнофракційних сипучих палив.

Намагання вести процес при спорадичному перерозподілі кускових і сипучих компонентів палива, які неорганізоване подаються у єдиний паливниковий об'єм, в принципі недоцільно, так як може спричинити до ненормованого забруднення теплообмінних поверхонь при факельній активіза-

(19) UA (11) 11637 (13) U

ції горіння, або вибухонебезпечних ситуацій у вірогідному циклі: подавлення відкритого полум'я при передозуванні ущільненої дрібнофракційної паливної маси - газифікація паливного шару - створення вибухонебезпечної газоповітряної суміші над паливним шаром - відновлення відкритого полум'я над шаром палива. Тому конструктивне виділення витрат дрібнофракційної частини твердого палива в окремий регульований процес доцільно не тільки в інтересах механізації і автоматизації робочих функцій твердопаливної теплогенеруючої техніки, а, насамперед, виходячи з вищевказаних принципів обмежень. Проте відомі варіанти технічної реалізації в цілому теоретично продуктивного підходу до одночасного використання різнофракційних палив мають суттєві недоліки.

Відомі конструктивні варіанти теплогенераторів [наприклад, Herz Firematic, MTA-200.1 ООО "ІКС Технології", Ройек-Львів] в яких газогенеруюча камера, що обладнана механізмом шнекової подачі палива, розміщена окремо або відділена від пальникового об'єму суміжного до теплообмінника. В таких теплогенераторах використовується тільки летюча складова хімічної енергії палива, а конструкції топок невиправдано ускладнені через необхідність організації видалення високотемпературного коксового залишку.

Відомі конструктивні рішення щодо компонування теплообмінних поверхонь теплогенераторів можуть бути класифіковані по двом типам: перший, [наприклад, система теплогенеруюча Ройек-Львів] коли теплообмінна поверхня відділена від пальникового пристрою, не має прямого променевого зв'язку з шаром палива, що горить (подиною) і є конвективною; другий, [наприклад, MTA-200.1 ООО "ІКС Технології"] коли теплообмінна поверхня екранує стінки пальникового пристрою, або й ще розвинена у його об'ємі і є переважно радіаційною. Недоліком першого типу теплогенеруючих пристроїв є ускладнена конструкція високотемпературної огорожуючої поверхні топки, зокрема, не охолоджуваної зводової частини і, як наслідок, низькі ресурсні і підвищені цінові і малогабаритні характеристики пристрою у цілому.

Недоліком другого типу теплогенеруючих пристроїв є надмірний теплов'єм безпосередньо від реакційної зони горіння, що ускладнює використання в робочому процесі палив з підвищеною вологістю і вимагає зазвичай додаткового використання висококалорійних пілотних палив, таких, наприклад, як природний газ.

Найбільш близьким до теплогенератора, що заявляється, є теплогенератор, що містить теплообмінник зі збуджувачем витрати нагріваного середовища та слойову колосникову камерну топку з приєднаною до неї зовні через полум'яневу амбразуру газогенеруючою камерою, обладнаною шнековим механізмом подачі палива [HERZ Firematic, MTA-200.1 ООО "ІКС Технології", Ройек-Львів].

Загальним недоліком перелічених і інших відомих паливовикористовуючих пристроїв з механізованою подачею дрібно фракційного палива через шнековий постачальник є конструктивна невирішеність питання про запобігання переки-

дання полум'я із реакційної зони пальника в шнек і далі - в паливний бункер. Відомі конструктивні і технологічні підходи до вирішення проблеми пожежонебезпечності таких систем є або енергетичне не вигідними, - при штучному зволоженні палива на етапі його підготовки, або складними і недостатньо надійними, - при організації зовнішньої регулюючої дії на аварійний вприск води в шнековий паливостачальник.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалити відомий теплогенератор шляхом розташування газогенеруючої камери всередині топки та спорядження його системою повітряпостачання, що забезпечує підвищення безпеки експлуатації теплогенератора та підвищення ефективності теплопостачання.

Поставлена задача вирішується тим, що в твердопаливному теплогенераторі, що містить теплообмінник зі збуджувачем витрати середовища, що нагрівається, шарову камерну топку з полуменевою амбразурою, газогенеруючу камеру, що обладнана шнековим механізмом подачі палива, новим є те, що газогенеруюча камера розташована всередині топки на частині її подини, що не обладнана колосниковою решіткою та щільно з'єднана з полуменевою амбразурою топки, при цьому шнековий механізм подачі палива має насадку щільно закріплений в полум'яневій амбразурі таким чином, що його вихідний кінець розміщено у внутрішньому об'ємі газогенеруючої камери.

Крім того, в полум'яневій амбразурі щільно закріплено повітряний патрубок, зовнішній по відношенню до топки кінець якого з'єднано з системою регульованого нагнітання повітря, а протилежний кінець заведено в об'єм газогенеруючої камери. Теплообмінник виконано у вигляді горизонтального або нахиленого трубного пучка, що закріплений газозушільнено на верхніх торцях стінок камерної топки таким чином, що утворює її охолоджувальну зводову частину, що має відкриті міжтрубні проміжки для під'ємної течії продуктів згорання. Обичайки теплообмінника, що мають виходи торців теплообмінних трубок, забезпечено конфузorno-дифузornoними елементами стику повітроходу для включення теплообмінних трубок у контур для вимушеної течії, наприклад повітря, що нагрівають, а самі елементи стику обладнані динамічними трубками, що закріплені газозушільнено на їх стінках таким чином, що торець внутрішнього кінця трубки перпендикулярний осі повітряного каналу, а зовнішній кінець виведено за межі повітряного каналу. У верхній частині камерної топки розміщена перфорована повітряна трубка, відкритий торець якої виведено за межі камерної топки і з'єднано з динамічною трубою повітроходу теплообмінника.

На зовнішній обичайці подової поверхні топки під отвором для колосникової решітки закріплено золотримальний пристрій, виконаний у вигляді газозушільненого кесона, що має патрубок, з'єднаний з динамічним патрубком повітроходу теплообмінника через допоміжну трубку з регульовальною затулкою. Відкритий торець перфорованої повітряної трубки переважно може бути з'єднаний з допоміжною трубою живлення кесона золотрим-

мального пристрою на відрізу між місцями з'єднання допоміжної трубки з динамічним патрубком і регулювальною затулкою.

Твердопаливний теплогенератор зображено на Фіг.1 у фронтальному розрізі, на Фіг.2 - вигляд зверху по Фіг.1.

Теплогенератор (Фіг.1) містить шарову камерну топку 1, обладнану системами паливopостачання, повітpостачання і золовидалення, та трубчатого рекуперативного теплообмінника 2, обладнаного системою примусового нагнітання і розподілення течії, наприклад повітря, що нагрівається, а також оснасткою для регульованого димовидалення.

Система паливopостачання камерної топки 1 виконана комбінованою і має у своєму складі шнековий паливopостачальник 3 з вихідним насадком 4, щільно закріпленим у полум'яневій амбразурі 5, а також паливну амбразуру 6 для періодичного завантаження кускового палива, що зачинається вогнетривкими дверцятами 7.

Подова 8 і бокові 9 поверхні обичайки топки 1 мають на всій своїй площині внутрішню вогнетривку футеровку 10.

Подова обичайка 8 має на частині своєї площини отвір, що відповідає за розмірами проекції колосникової решітки 11 (Фіг.2) на горизонтальній площині.

На частині футерованої поверхні подової обичайки 8, прилеглої до місця розташування полум'яневої амбразури 5 закріплена газогенеруюча камера 12 у вигляді горизонтального або слабонахиленого стакану, ближній до амбразури 5 торець якого газозушільнено приєднаний до вогнетривкої футеровки 10 і охоплює полум'яневу амбразуру 5, а протилежний торець стакану розміщений на футерованій утепленій частині 25 подової обичайки 8 і має відкритий переріз, сполучуючий об'єм газогенеруючої камери 12 (Фіг.1) із об'ємом камерної топки 1.

Система повітpостачання камерної топки 1 має у своєму складі повітряний патрубок 13, перфоровану повітряну трубку 14 (Фіг.2) і золотримувальний газозушільнений кесон 15 з повітряним патрубком 16, що з'єднуються з динамічними повітрязаборними трубками 17, 18 за допомогою трубок живлення 19, 20, 21 (Фіг.1). Трубка живлення 21 газогенеруючої камери 12 та допоміжна трубка 19 живлення колосникової зони камерної топки 1 обладнані регулювальними затулками 22 і 23. Трубка живлення 20 перфорованої повітряної трубки 14 з'єднується з допоміжною трубою живлення 19 на ділянці між регулювальною затулкою 23 і динамічною повітрязаборною трубою 17, розміщеною на нагнітальній стороні повітряного тракту теплообмінника 2. Трубка 21 живлення газогенеруючої камери 12 газозушільнено закріплена в полум'яневій амбразурі 5 з можливістю аксіального переміщення. Вихідний торець трубки 21 розміщений в газогенеруючій камері 12 на ділянці між її вихідним перерізом і перерізом співпадаючим з місцем розташування вихідного торця насадка 4. Перфорована повітряна трубка 14 має горизонтальну орієнтацію і газозушільнено заведена в камерну топку 1 через її вертикальну бокову стінку та-

ким чином, що розміщується у безпосередній близькості до внутрішньої поверхні фронтальної стінки камерної топки 1 вище амбразури 6. Соплові отвори перфорації 24 виконані на ділянці перфорованої трубки 14, розміщеної над колосниковою решіткою 11 і утепленою зоною подової частини топки 25. Соплові отвори 24 перфорованої трубки 14 орієнтовані в бік толочного об'єму таким чином, що їх осі мають горизонтальну або слабонахилену орієнтацію, а сліди від перетинання цих осей з протилежною внутрішньою стінкою камерної топки 1 знаходяться на рівні вище ніж паливна амбразура 6.

Зводова частина камерної топки 1 виконана у вигляді трубчатого рекуперативного теплообмінника 2 газозушільнено закріпленого на верхніх торцях стінок камерної топки таким чином, що має відкриті міжтрубні проміжки для під'ємної течії продуктів згоряння. Теплообмінні трубки 26 теплообмінника 2 мають горизонтальну або нахилену орієнтацію. Торці теплообмінних трубок 26 газозушільнено закріплені у трубних дошках 27, 28 забезпечених відповідно дифузормим 29 і конфузормим 30 стиковочними елементами повітроходу для включення теплообмінних трубок у контур для вимушеної течії нагріваемого повітря, яка забезпечується вентилятором 31. Стиковочні елементи 29, 30 обладнані динамічними трубками 17, 18, газозушільнено закріпленими на їх стінках таким чином, що внутрішні торці трубок перпендикулярні осі повітряного каналу, а зовнішні торці виведені за межі повітряного каналу.

Димовий канал теплообмінника 2 обмежений вертикальними поверхнями трубних дошок 27, 28 та відповідними вертикальними замикаючими поверхнями бокових стінок, а його проекція на горизонтальну площину відповідає горизонтальному перерізу об'єму камерної топки 1.

Протилежний відносно камерної топки переріз димового каналу теплообмінника 2 обладнаний газозушільнено закріпленим димовим конфузорм 32, який сполучує тракт відходящих газів теплогенератора з димовою трубою 33, що має регулювальну затулку 34.

При роботі теплогенератора, енергія, що виділяється при згоранні твердого палива, що подається на подову частину камерної топки 1 передається через стінки теплообмінних трубок 26 рекуперативного теплообмінника 2 потоку повітря, що збуджується всередині трубок 26, наприклад, під напорною дією вентилятора 31. Поток повітря, що нагрівається, розподіляється на вході в теплообмінні трубки 26 за допомогою дифузормого елемента стику 29 повітроходу, що сполучує периметри вхідної трубної дошки 27 і вихлопного вікна вентилятора 31 з додержанням необхідних аеродинамічних умов безвідливної течії повітряного потоку. Відповідно, на виході із теплообмінника 2 потоки нагрітого повітря з окремих теплообмінних трубок 26 формуються у єдину течію за допомогою конфузормого елемента стику 30, що охоплює своїм вихідним перерізом периметр вихідної трубної дошки 28. Потік продуктів згоряння палива проходить через міжтрубні проміжки, що створені зовнішніми поверхнями теплообмінних трубок 26 і об-

межені по відповідному до горизонтального перерізу топки 1 периметру поверхнями трубних дошок 27, 28 та боковими стінками (щокими) димового каналу, а далі, за допомогою димового конфузора 32, що охоплює вихідний переріз димового каналу теплообмінника 2, спрямовується у димову трубу 33, де утворюється надлишкова самотяга для збудження течії відходящих димових газів. Балансування напорної складової течії у димовому тракті теплогенератора з його аеродинамічним опором при дотриманні необхідного нормативного розрідження у камерній топці 1 здійснюється за допомогою регульовальної затулки 34.

За типом теплообмінних процесів рекуперативний теплообмінник 2 є радіаційно-конвективним. Перший за ходом відходящих газів горизонтальний ряд теплообмінних трубок 26, що знаходяться у променевою зв'язку з камерною топкою 1 є переважно радіаційним, а наступні за ходом відходящих газів горизонтальні ряди теплообмінних трубок, що екрануються трубками першого ряду, є переважно конвективними.

Природно, що перший за ходом відходящих газів горизонтальний ряд трубного пучка теплообмінника 2 відводить не тільки переважну частину генеруемого у топці радіаційного теплового потоку, але і приймає на поверхню своїх трубок конвективну складову теплового потоку найвищої щільності.

Таким чином, теплообмінна поверхня теплообмінника 2 в принципі може працювати при суттєво різних умовах теплового навантаження і не є рівновігідною з позицій дотримання температурних обмежень експлуатації.

Вказана проблема принципово вирішується в конструкції теплогенератора, що заявляється, разом з реалізацією нових підходів до раціональної організації комбінованого спалювання різнофракційних палив.

В камерній топці 1 теплогенератора одночасно протікають процеси прямого спалювання шматкового палива та двостадійного спалювання з попередньою газифікацією мілкофракційного палива в газифікаційній камері 12. Зонам локалізації вказаних процесів на площині подини 8 відповідають суттєво різні рівні випромінювання: інтенсивне випромінювання від паливного слою ($T \approx 1500\text{K}$), вкриваючого адіабатну (утеплену) подову зону 25 і зону колосникової решітки 11; та м'яке випромінювання, урівноважене на температурному рівні ($T \approx 500 \dots 600\text{K}$) подової зони розташування газифікаційної камери 12, зумовленому протіканням колективного процесу зневоложування і низькотемпературного піролізу дрібнофракційної паливної маси та первипромінювання з реакційним об'ємом топки і її огорожуючими поверхнями при відносно малих кутах атаки. Така двозонова організація випромінюючої активності камерної топки 1 на здовову поверхню теплообмінника 2 дозволяє нівелювати епюру теплового навантаження теплообмінних трубок, що знаходяться у світу толочного простору шляхом аксіального розміщення трубного пучка рекуперативного теплообмінника 2 відносно напрямку подачі в камерну топку 1 мілкофракційного палива (осі шнекового

паливопостачальника 3) таким чином, що вихідні ланки теплообмінних трубок теплообмінника 2, протилежні до місця з'єднання теплообмінника 2 з дифузорним елементом стику повітроводу 29 і вентилятором 31 розміщується над газифікаційною зоною подини камерної топки 1, прилеглої до бокової стінки, яка обладнана шнековим паливопостачальником 3. Слід зауважити, що принцип розміщення газогенеруючої камери в об'ємі камерної топки, що заявляється, дозволяє суттєво (майже вдвічі) збільшити її поперечний розмір з додержанням вимог нормативного теплового навантаження топочного простору, запобігання підвищеного золотого виносу в разі використання дрібнофракційних низькосортових палив за умов високого ступеню корисного паливовикористання в агрегаті.

Вказані геометричні та функціональні особливості камерної топки 1 цілком узгоджуються з ідеологією раціональної побудови теплообмінної частини 2 теплогенератора. Так, практичне усунення обмежень на довжину трубок радіаційного ряду дозволяє компонувати теплообмінник 2 в цілому у вигляді найпростішого трубчатого пучка, одногодого для обох обмінюючихся теплом середовищ, що є найбільш оптимальним з позицій мінімізації масогабаритних показників конструкції та аеродинамічного опору димового та повітряного трактів. Конструкція камерної топки 1 теплогенератора передбачає одночасне або незалежне спалювання шматкового і сипучого дрібнофракційного палива, наприклад, дров, вугілля, відходів деревообробки у вигляді обрізків деревини, опилок, стружки; відходів сільгоспвиробництва у вигляді лузок насіння, гречки і т.і.

Шматкове паливо вигорає переважно на зоні колосникової решітки 11 подини. Коксовий залишок, що виштовхується із газогенеруючої камери 12 свіжими порціями дрібнофракційного палива, вигорає переважно на адіабатній „утепленій” зоні 25 поду, прилеглої до вихідного перерізу газифікаційної камери 12. Горючі газові суміші, що надходять в толочний простір із вихідного перерізу газифікаційної камери 12 підживлюють факельний процес згоряння в об'ємі камерної топки 1. Рух дрібнофракційного палива забезпечується шнековим паливо-постачальником 3, зусилля якого до переміщення паливної маси витрачаються також на ущільнення палива у вихідному насадку 4, через який паливо потрапляє в газифікаційну камеру 12 у комкованому вигляді, що сприяє процесам газової фільтрації у реакційному об'ємі камери. Ущільнена маса палива у витягнутій порожнині насадку виконує також функцію пірозатвору для запобігання перекидання полум'я із газифікаційної камери 12 в шнековий паливопостачальник 3.

Безпечність теплогенератора при експлуатації забезпечується також тим, що живлення всіх паливних процесів у топочному пристрої повітрям відбувається із вимушеного потоку повітря, що нагрівається, циркулюючого в теплообмінній частині 2 за допомогою наприклад, вентилятора 31. Таким чином, припинення теплоз'єму у теплообміннику 2, наприклад, через аварійне переривання електропостачання і зупинення вентилятору 31

автоматично призводить до припинення активних процесів теплогенерації в паливній частині 1 теплогенератора через відсутність надходження повітря в газифікаційну камеру 12, колосникову камеру 15 і перфоровану повітряну трубку 14.

Запобігання посиленому золовинесенню, характерному для агрегатів, використовуючих дрібнофракційне паливо, конструктивно забезпечується у даному теплогенераторі завдяки струйному вводу частини повітря на горіння у верхньому перерізі камерної топки, що забезпечує дожиг газифікованої частини палива з одночасним формуванням поперечного кола циркуляції паливовітряної суміші в об'ємі паливної камери. Нахилена в напрямку до слою горіння палива орієнтація векторів повітряних струменів забезпечує повернення мілкофракційного золовиносу у зону слою. Другою конструктивною передумовою запобігання посиленому золовиносу є попередня газифікація дрібнофракційної частини палива, коли у

активному факельному толочному процесі окремо використовується газифікована литюча фаза, тоді як тверда, мілкофракційна частина блокована в об'ємі газогенеруючої камери, а далі, у вигляді коксового залишку розташовується переважно на адіабатній зоні подини, що не має нижньої продувки і пасивної до активних процесів масопереносу.

В інтересах не перевищення загальної необхідної витрати повітря на горіння обидві продувки реакційної зони горіння: верхня, через перфоровану трубку 14 і нижня, через колосники 11, - можуть одержувати живлення повітрям від єдиного динамічного патрубку 18. При цьому, для постійної реалізації важливої функції запобігання активному золовиносу перфорована трубка 14 має постійне живлення, а перерозподіл повітря між верхнім 20 і нижнім 16 вводами досягається дроселюванням затулкою 23 допоміжної трубки 19 на відгалуджувачій ділянці перед золоприймальним кесоном 15.

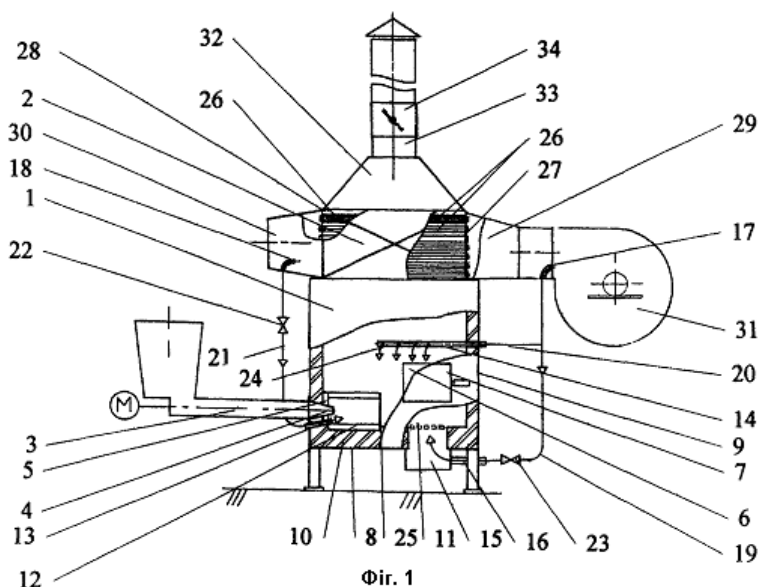


Fig. 1

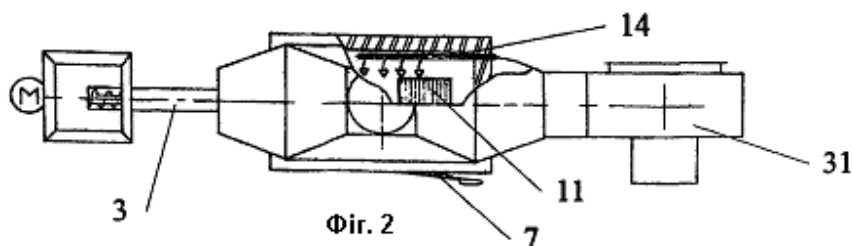


Fig. 2