



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 77342

(13) C2

(51) МПК (2006)

F24H 3/02

F23B 10/00

F23B 40/06

F23K 3/00

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

(54) ТВЕРДОПАЛИВНИЙ ТЕПЛОГЕНЕРАТОР

1

(21) a200502856

(22) 29.03.2005

(24) 15.11.2006

(46) 15.11.2006, Бюл. № 11, 2006 р.

(72) Волков Сергій Симонович, Волков Валентин Сергійович

(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "ТЕПЛОНІК"

(56) UA 17695, F23B1/12, 06.02.96

SU 4469, F23K3/14, 31.01.28

CA 1239067, F23K3/14, 12.07.88

EP 0513440, F23G7/10, 19.11.92

US 4470358, 110/229, 11.09.84

WO 9417331, F23B99/00, 04.08.94

(57) 1. Твердопаливний теплогенератор, що містить теплообмінник зі збуджувачем витрати середовища, що нагрівається, та шарову колосникову камерну топку з вогневою амбразурою, газогенеруючу камеру, обладнану шнековим механізмом подачі палива, який **відрізняється** тим, що газогенеруюча камера розташована всередині камерної топки та розміщена на частині її подolini, що не обладнана колосниковою решіткою, і щільно з'єднана з вогневою амбразурою топки, при цьому шнековий механізм подачі палива має насадок, щільно закріплений у вогневій амбразурі таким чином, що його вихідний кінець розміщено у внутрішньому об'ємі газогенеруючої камери, крім того у вогневій амбразурі щільно закріплено повітряний патрубок, зовнішній по відношенню до топки кінець якого з'єднано з системою регульованого нагнітання повітря, а протилежний кінець якого заведемо в об'єм газогенеруючої камери.

2. Теплогенератор за п.1, який **відрізняється** тим, що теплообмінник виконано у вигляді горизонтального або нахилоного пучка труб, щільно закріпленого на верхніх торцях стінок камерної топки таким чином, що утворює її охолоджуване склепіння, що має відкриті міжтрубні проміжки для висхідної течії продуктів згоряння.

3. Теплогенератор за п.2, який **відрізняється** тим, що обичайки теплообмінника, що мають виходи торців теплообмінних трубок, забезпечено конфузorno-дифузornoними елементами стику повітроводу для включення теплообмінних трубок у контур для примусової течії повітря, а самі елементи стику обладнані динамічними трубками, щільно закріпленими на їх стінках таким чином, що торець внутрішнього кінця трубки перпендикулярний осі повітряного каналу.

4. Теплогенератор за п.1, 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 повітроводу теплообмінника.

5. Теплогенератор за п.1, який **відрізняється** тим, що на зовнішній обичайці подової поверхні топки під отвором для колосникової решітки закріплено золоприймальний пристрій, виконаний у вигляді ущільненого кесона, що має патрубок, з'єднаний з динамічним патрубком повітроводу теплообмінника через допоміжну трубку з регульовальною затулкою.

6. Теплогенератор за пп.4 або 5, який **відрізняється** тим, що відкритий торець перфорованої повітряної трубки з'єднано з допоміжною трубкою живлення кесона золоприймального пристрою на відрізок між місцями з'єднання допоміжної трубки з динамічним патрубком і регульовальною затулкою.

Винахід належить до промислової теплоенергетики і може бути використаний 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 різнофракційних, у тому числі, дрібнофракційних си-

(19) UA (11) 77342 (13) C2

пучих палив.

Намагання вести процес при спорадичному перерозподілі кускових і сипучих компонентів палива, які неорганізовано подаються у єдиний палиниковий об'єм, в принципі недоцільно, так як може спричинити до ненормованого забруднення теплообмінних поверхонь при факельній активізації 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 палиникового об'єму суміжного до теплообмінника. В таких теплогенераторах використовується тільки летюча складова хімічної енергії палива, а конструкції топок невинуватено 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 палиникового 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 палиникового 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 склепіннявочної частини і, як наслідок, низькі ресурсні і підвищені цінові і малогабаритні характеристики пристрою у цілому.

Недоліком другого типу теплогенеруючих пристроїв є надмірний тепловідієм 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 нагріваємого середовища та шарову колосникову камерну топку з приєднаною до неї зовні через полум'яневу амбразуру газогенеруючою камерою, обладнаною шнековим механізмом подачі палива [HERZ Firematic, MTA-200.1ООО"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 перекидання полум'я із реакційної зони паливника в шнек і далі - в паливний бункер. Відомі конструктивні і технологічні підходи до вирішення проблеми пожежонебезпечності таких систем є або енергетично невинуватими, - 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 винаходу 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 вогневою 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 вогневою амбразурою топки, при цьому шнековий механізм подачі палива має насадок щільно закріплений в вогневій амбразурі таким чином, що його вихідний кінець розміщено у внутрішньому об'ємі газогенеруючої камери.

Крім того, в вогневій 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 охолоджувану склепіннявочу частину, що має відкриті міжтрубні проміжки для під'ємної течії продуктів згорання. Обичайки теплообмінника, що мають виходи торців теплообмінних труб, забезпечено конфузоро-но-дифузориными елементами стику повітропровіда для включення теплообмінних труб 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 повітропровіда теплообмінника.

На зовнішній обичайці подової поверхні топки під отвором для колосникової решітки закріплено золотримальний пристрій, виконаний у вигляді газозушільненого кесону, що має патрубок, з'єднано-

ний з динамічним патрубком повітропровіда теплообмінника через допоміжну трубку з регулювальною затулкою. Відкритий торець перфорованої повітряної трубки переважно може бути з'єднаний з допоміжною трубою живлення кесону золоприймального пристрою на відрізок 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 паливопостачання, повітропостачання 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 паливопостачання камерної топки 1 виконана комбінованою і має у своєму складі шнековий паливопостачальник 3 з вихідним насадком 4, щільно закріпленим у вогневій 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 вогневої амбразури 5 закріплена газогенеруюча камера 12 у вигляді горизонтального або слабонахилоного стакану, ближній до амбразури 5 торець якого газозушільнено приєднаний до вогнетривкої футеровки 10 і охоплює вогневу 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 повітропостачання камерної топки 1 має у своєму складі повітряний патрубок 13, перфоровану повітряну трубку 14 (Фіг.2) і золоприймальний 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 регульовальними затулками 22 і 23. Трубка живлення 20 перфорованої повітряної трубки 14 з'єднується з допоміжною трубою живлення 19 на ділянці між регульовальною затулкою 23 і динамічною повітрязаборною трубою 17, розміщеною на нагнітальній стороні повітряного тракту теплообмінника 2. Трубка 21 живлення газогенеруючої камери 12 газозушільнено закріплена в вогневій 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 насадки 4. Перфоро-

вана повітряна трубка 14 має горизонтальну орієнтацію і газозушільнено заведена в камерну топку 1 через її вертикальну бокову стінку таким 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 топочного 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 амбатура 6.

Склепінняова 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 згорання. 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 повітропровіду для включення теплообмінних трубок у контур для вимушеної течії нагріваємого 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 регульовальну 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 напірною дією вентилятора 31. Потік повітря, що нагрівається, розподіляється на вході в теплообмінні трубки 26 за допомогою дифузормого елементу стику 29 повітропровіду, 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 елементу стику 30, що охоплює своїм вихідним перерізом периметр вихідної трубної дошки 28. Потік продуктів згорання палива проходить через міжтрубні проміжки, що створені зовні-

шніми поверхнями теплообмінних трубок 26 і обмежені по відповідному до горизонтального перерізу топки 1 периметру поверхнями трубних дощок 27, 28 та боковими стінками (щокками) 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 напірної складової течії у димовому тракці теплогенератора з його аеродинамічним опором при дотриманні необхідного нормативного розрізнення 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 променевому 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 рівновірною 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 подици 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 перевипромінювання з реакційним об'ємом топки і її огорожуючими поверхнями при відносно малих кутах атаки. Така двозонава організація випромінюючої активності камерної топки 1 на склепінняву поверхню теплообмінника 2 дозволяє нівелювати епюру теплового навантаження теплообмінних трубок, що знаходяться у світу топочного простору шляхом аксіального розміщення трубного пучка рекуперативного теплообмінника 2 відносно напрямку подачі в камерну топку 1 мілкофракційного палива (осі шнекового паливостачальника 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 подици камерної топки 1, прилеглої до бокової стінки, яка обладнана шнековим паливостачальником 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 низькосортних 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, одноходового 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 силучого 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 подици. 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 газаві суміші, що надходять в топочний 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 паливостачальник 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 вентилятора 31 автоматично присклепінняють 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 допалювання газифікованої частини палива з одночасним формуванням поперечного кола циркуляції паливоповітряної 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 топочному процесі окремо викори-

стовується газифікована литюча фаза, тоді як твєрда, 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.

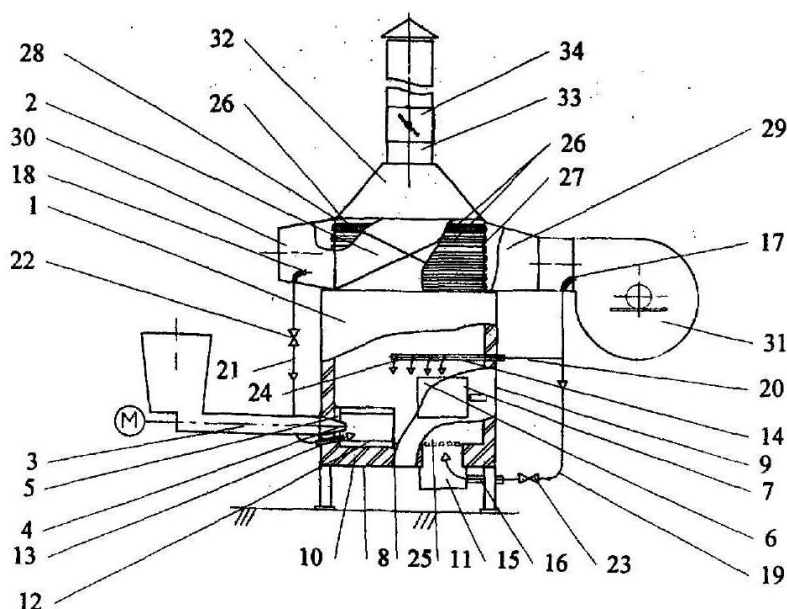


Fig.1

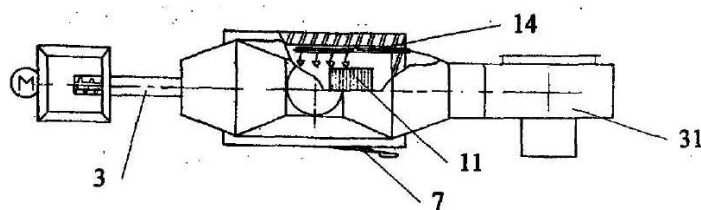


Fig.2