

Invenția se referă la termoenergetică, în special la dispozitive pentru arderea fără fum a combustibilului gazos cu conținut redus de metan și poate fi utilizată în dispozitive de ardere a combustibilului de hidrocarburi de joasă îmbogățire, în particular a biogazului cu conținut de biometan de 30...40%, care se formează în condiții metanogene de fermentare în stațiile de fermentare biochimică a biomasei greu biodegradabile în calitate de materie primă, și îndreptată spre prevenirea emansiilor nocive ecologice în mediul înconjurător.

Este cunoscut un dispozitiv de ardere a combustibilului gazos, care conține doi cilindri coaxiali, formând la un capăt un injector, cilindrul central este destinat pentru debitarea aerului de la o suflantă, iar cel exterior pentru debitarea combustibilului gazos, fiind unit cu ambrazura unui cuptor de ardere. Cilindrul central în direcția mișcării aerului este format dintr-o cameră de îmbogățire cu oxigen și o cameră de ozonizare. Între cilindri, în regiunea camerei de îmbogățire, este amplasată coaxial o cameră pentru recepția aerului sărac în oxigen, fundul căreia comunică cu camera de îmbogățire prin intermediul unui separator, camera de recepție fiind dotată cu un racord cu clapetă pentru evacuarea aerului sărac în oxigen. În jurul cilindrului pentru debitarea combustibilului gazos, în regiunea camerei de ozonizare, este amplasată o cămașă de încălzire, care comunică cu cuptorul și conține un racord de evacuare a gazelor de ardere. Camera de îmbogățire a aerului este dotată cu niște directoare, în ea fiind instalat un ax din material diamagnetic cu magneți permanenți și elemente metalice de intercalare. Camera de ozonizare este executată cu pereți ceramici cu un strat metalic exterior, unit la o sursă de curent de tensiune și frecvență înaltă, în interiorul camerei este instalat un electrod cu trepte de descărcare [1].

Dezavantajul acestui dispozitiv constă în complexitatea construcției și fiabilitatea scăzută.

Cea mai apropiată soluție este instalația pentru arderea combustibilului gazos, care conține o suflantă cu un racord de admisiune a aerului, unită prin intermediul unei conducte de aer cu o cameră cilindrică de îmbogățire a aerului cu oxigen, în care sunt montate niște ghidaje și un ax din material diamagnetic, pe care sunt fixați niște magneți permanenți și elemente metalice intermediare, o cameră pentru recepția aerului sărac în oxigen, care înfășoară camera cilindrică amplasată coaxial cu ea, un racord de evacuare a aerului sărac în oxigen cu clapetă. Camera de îmbogățire a aerului cu oxigen prin intermediul unei conducte de aer comunică tangențial cu un ciclon, care constă dintr-un corp, în care este montat un tub de evacuare cu ghidaj elicoidal. Totodată, corpul tubului este executat cu îngustare în formă de con spre capete, unul dintre care iese în afara corpului ciclonului și împreună cu ieșirea conică a camerei de admisiune a gazului, dotată cu un racord de admisiune a gazului, formează un arzător cu o cameră de amestecare, unită cu ambrazura unui cuptor de ardere, care are canale de evacuare a gazelor arse în camera de recepție a gazelor și un racord de evacuare a lor, iar la celălalt capăt al tubului, între suprafața interioară a ciclonului și suprafața exterioară a tubului de evacuare sunt instalate niște țevi din sticlă de cuarț, încercuite de plase cu un strat de dioxid de titan, și cu lămpi cu radiație ultravioletă cuprinse în ele [2].

Dezavantajul instalației cunoscute constă în aceea că este complicată în funcționare și exploatare, și nu asigură eficient arderea fără fum a combustibilului gazos de hidrocarburi de joasă îmbogățire.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în majorarea eficienței arderii fără fum a combustibilului gazos cu conținut redus de metan și protecția mediului înconjurător de poluare din contul reducerii emansiilor nocive în atmosferă.

Dispozitivul, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că conține un corp cu o cameră interioară pentru preparare și amestecare a componentelor combustibilului, în care sunt amplasați un amestecător din sârmă și un catalizator din magnetit cu un sistem de orificii străpunse, un capăt al corpului fiind dotat cu ștuț de debitare a aburului supraîncălzit cu șuber, iar capătul opus – cu un dispozitiv de ațătare și un cuptor cu ambrazură. Corpul este dotat din partea superioară cu un ștuț de alimentare a combustibilului gazos cu ventil. Partea inferioară a corpului comunică cu o cameră a fluxului de aer prin intermediul unui ștuț de introducere a aerului îmbogățit cu oxigen, camera fiind unită cu o suflantă de aer și dotată cu o diafragmă cilindrică poroasă cu magneți circulari fixați pe ea, și cu un șuber de reglare a fluxului de aer cu conținut de azot.

În calitate de catalizator este utilizat praful de magnetit presat cu fracția de 1...5  $\mu\text{m}$ , obținut prin frecarea magnetică naturală în moara cu bile, sau prin sinteză conform tehnologiei galvanochimice prin metoda de electroliză interioară a perechii galvanice fier-cocs în soluție de clorură de sodiu cu o filtrare ulterioară și uscare a prafului de magnetit, prepararea încărcăturii pe bază de material liant, iar sinterizarea este efectuată conform tehnologiei pulberilor în presformă cu formarea pieselor cu grosimea de 10...30 mm și diametrul orificiilor pătrunse în ele de 3...5 mm. În calitate de diafragmă separatoare pot fi utilizate metalele spumante cu structură celulară de porozitate diferită, de producție industrială la uzina 3KAT, Perm, Rusia.

Rezultatul tehnic constă în majorarea eficienței de ardere a combustibilului gazos, posibilitatea tratării deșeurilor de biomasă greu degradabile biochimic cu obținerea energiei electrice și calorice, reducerea cheltuielilor capitale și protecția mediului înconjurător de poluare prin reducerea emisiilor nocive în atmosferă.

Invenția se explică prin desenul din figură, care reprezintă dispozitivul pentru arderea fără fum a combustibilului gazos.

Dispozitivul conține corpul 1 cu camera interioară 2 pentru preparare și amestecare a componentelor combustibilului, în care sunt amplasați amestecătorul 3 din sârmă și catalizatorul 4 din magnetit cu sistemul de orificii străpunse 5, un capăt al corpului 1 fiind dotat cu ștuțul 8 de debitare a aburului supraîncălzit cu șuberul 9, iar capătul opus – cu dispozitivul de ațătare 6 și cuptorul cu ambrazură 7. Corpul 1 este dotat din partea superioară cu ștuțul 10 de alimentare a combustibilului gazos cu ventilul 11. Partea inferioară a corpului 1 comunică cu camera 13 a fluxului de aer prin intermediul ștuțului 12 de introducere a aerului îmbogățit cu oxigen, camera 13 fiind unită cu

sufianta 14 de aer și dotată cu diafragma cilindrică poroasă 15 cu magneții circulari 16 fixați pe ea, și cu șuberul 17 de reglare a fluxului de aer cu conținut de azot.

Dispozitivul funcționează în modul următor.

Se deschide ventilul 11 și prin ștuțul 10 se introduce combustibilul gazos (biogazul cu conținut redus de metan), iar după umplerea camerei interioare 2 al corpului 1 se efectuează ațâțarea cu ajutorul dispozitivului de ațâțare 6, apoi este inclusă suflanta 14 de aer, care la închiderea șuberului 17 trece în interiorul corpului 1, asigurând procesul inițierii arderii combustibilului gazos. Acesta, trecând prin zona acțiunii magnetice, asigură separarea termomagnetică a aerului în oxigen și azot de restul gazelor. În același timp se utilizează proprietățile oxigenului, care este paramagnetic datorită prezenței electronilor nepereche în structura lui atomică, de a fi atras în zona câmpului magnetic puternic prin porii materialului magnetic, și proprietățile azotului și a altor gaze, care sunt diamagnetice, de a fi respinse din zona câmpului magnetic puternic din materialul poros.

Totodată, magneții sunt fixați pe partea exterioară a diafragmei cilindrice poroase 15, ceea ce asigură o eficiență mai mare de separare a aerului.

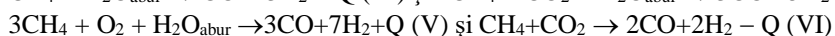
După cum se știe, aerul atmosferic conține  $\approx 21\%$  de oxigen ( $O_2$ ),  $\approx 78\%$  de azot și  $\approx 1\%$  de alte gaze necombustibile, care sunt diamagnetice. În timpul unui pasaj prin porii diafragmei 15 în câmpul magnetic se poate separa până la 50% de oxigen din aer. Totodată, o parte din aerul atmosferic, care conține oxigen, este refulată în canalul perpendicular câmpului magnetic și în rezultat moleculele de oxigen sunt atrase prin microporii în regiunea câmpului magnetic puternic în zona „de oxigen”, deoarece ele sunt paramagnetice și posedă o susceptibilitate magnetică pozitivă ( $\chi = 16,7 \cdot 10^{-6}$ ), iar moleculele azotului și a altor gaze diamagnetice, care posedă o susceptibilitate magnetică negativă ( $\chi = -13,0 \cdot 10^{-6}$ ), sunt respinse în regiunea câmpului magnetic slab - în zona de „azot” pe baza difuziei Knudsen, care se caracterizează prin difuzia gazului prin porii pătrunși în materialele solide, având presiuni relativ mici. La majorarea vitezei fluxului de aer sau a presiunii, la intrarea în diafragmă, crește și eficiența separării paramagneticilor, de asemenea, din contul gradientilor forțelor gravitaționale (centrifuge), care apar în rezultatul diferenței de mase moleculare a lor.

Componența cantitativă a oxigenului aerului magnetizat ca fiind optimă și, respectiv, influențând asupra intensității flăcării arzătoare și asupra plinătății procesului de ardere a carburantului, poate fi reglată cu ajutorul șuberului 17.

Astfel, procesul activării termomagnetice a oxigenului din aer asigură nu numai majorarea conținutului de oxigen în componența aerului insuflat, dar și majorarea activității lui paramagnetice, care este unul din factorii majorării eficienței arderii combustibilului gazos de hidrocarburi de joasă îmbogățire. După încălzirea preliminară a corpului 1, se deschide șuberul 9 și prin ștuțul 8 are loc debitarea aburului supraîncălzit.

Particularitățile proceselor, care au loc la funcționarea dispozitivului propus pentru arderea catalitică a combustibilului gazos de hidrocarburi de joasă îmbogățire cu conținut caloric redus și pentru obținerea scopurilor scontate sunt condiționate de un șir de factori, cum ar fi:

1. În condițiile de încălzire și a temperaturii ridicate, are loc reacția de transformare a magnetitului cu formarea oxidului-protoxidului de fier conform relației  $Fe_3O_4 \leftrightarrow FeO + Fe_2O_3(I)$ , iar apoi, sub acțiunea aburului de apă supraîncălzit, hidrogenul se reduce cu ajutorul protoxidului de fier:  $H_2O_{abur} + 3FeO \rightarrow Fe_3O_4 + H_2 + 16710 \text{ cal (II)}$ , și are loc degajarea căldurii.
2. La interacțiunea aburului de apă supraîncălzit cu metanul din componența combustibilului gazos pe catalizatorul de magnetit ( $Fe_3O_4$ ) are loc următorul șir de procese termochimice de reducere cu degajare a hidrogenului și a monoxidului de carbon, ambele fiind gaze combustibile și interacționarea lor are loc cu viteze mari conform reacțiilor:

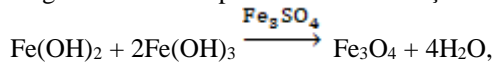


În așa mod, în toate aceste procese, cu excepția primului, se formează amestecuri de gaze cu un conținut înalt de hidrogen și de oxid de carbon de ardere (CO) care, în rezultatul reacțiilor exotermice  $CO + H_2O = CO_2 + H_2$  (VII) și  $CH_4 + 2H_2O = CO_2 + 4H_2$  (VIII) contribuie la un proces de ardere de energie calorică ridicată și, prin urmare, majorează eficiența arderii combustibilului gazos de hidrocarburi de joasă îmbogățire.

Utilizarea catalizatorului de magnetit de oxid de fier conform soluțiilor propuse, contribuie la reducerea temperaturii reacțiilor catalitice a proceselor de ardere a combustibilului gazos de la  $1300^\circ C$  până la  $800 \dots 900^\circ C$  și mai jos. În același timp, este cunoscut că oxizii de azot în eliminările de aer de la procesele de ardere sunt rezultatul interacțiunii azotului din atmosferă cu oxigenul aerului, ceea ce conduce la formarea oxizilor de azot termali ( $NO_x$ ,  $NO_2$ , compuși de benzpiren și alți nocivi) și ca rezultat, majorarea temperaturii de ardere. În legătură cu acest fapt, doi factori - condițiile de temperatură joasă de ardere catalitică a carburantului și reducerea magnetică a conținutului de azot în fluxul de aer insuflat, contribuie la reducerea esențială a probabilității de formare a oxizilor de azot la eliminările lor în atmosferă, asigurând cerințele ecologice de micșorare a eliminărilor nocive în atmosferă.

3. Datorită particularităților configurației electronice a atomilor de oxigen, care are electroni nepereche liberi în moleculele lui, oxigenul posedă susceptibilitate magnetică, ceea ce contribuie la o eficiență mai înaltă și arderea completă fără fum a combustibilului gazos, în particular, a biometanului, indiferent de componența lui joasă în combustibilul gazos, asigurând cu aceasta reducerea eliminărilor nocive în atmosferă.
4. O particularitate a tehnologiei galvanochimice de confecționare a catalizatorului de magnetit pentru arderea fără fum a combustibilului gazos este legată de procesul electrolizei interne de solubilizare a deșeurilor din talaș de

fier de oțel cu conținut mic de carbon de tip APMKO în cuplul galvanic cu particule de cocs în soluție de 2...3% de clorură de sodiu. Procesul are loc într-un tambur rotativ, în prezența adaosului de inițiere catalitică a magnetitului natural la temperatura de 65...70°C. Datorită diferenței mare de potențial, mai mult de 1 volt, fierul se solubilizează cu formarea primară a hidroxizilor respectivi, care apoi interacționează între ei cu formarea magnetitului fin dispersat conform reacției:



care se separă ușor prin filtrarea în câmpul magnetic. În calitate de catalizator al acestei reacții poate fi magnetitul natural.

5. În calitate de substanță liantă poate fi utilizată soluția de 3% de alcool de polivinil, iar presarea încărcăturii de metal se execută în matrice la presiunea de 100...150 MPa cu o expunere nu mai puțin de 2...3 min până se obțin piese turnate cu grosimea de 10...30 mm cu un sistem de orificii străpunse, care apoi se usucă și se cocsifică.