

EFICIENȚA UTILIZĂRII GAZELOR NATURALE COMBUSTIBILE LA ARDEREA LOR CU ARZĂTORUL CU SARCINA VARIABILĂ DE TIP „DAVA”

VASILE DAUD

Agenția Națională pentru Reglementare în Energetică

Rezumat: Se prezintă rezultatele cercetărilor și aplicării arderii a gazelor naturale cu utilizarea arzătoarelor modificate de tip DAVA în centralele de producere a energiei termice. Sporirea calității arderii se asigură prin îmbunătățirea procesului de omogenizare a amestecului aer-gaz ca urmare a modificării construcției a arzătoarelor și aplicare sistemului automatizat de egalare a puterii arzătoarelor la sarcini variabile. Se prezintă date privind confirmarea eficienței economice a utilizării acestor arzătoare, care fizic se manifestă în economisirea gazelor naturale.

Cuvinte cheie: energie termică, gaze naturale, ardere, sporirea eficienței, economisire consum gaze naturale.

Introducere

Energia - un produs cu o importanță de valoare strategică atât economic, social cât și politic. Ca prioritate, în contextul lucrării se consideră problema sporirii performanței tehnologiei de înaltă eficiență a utilizării surselor energetice clasice – gazele naturale combustibile ca materie primă la producerea energiei termice prin arderea lor cu arzătorul cu sarcina variabilă de tip „DAVA”. Noul arzător produs de „Romany Gaz Group” SRL, care au fost montate la obiectele industriale cât și social-comunale, au ca efect reducerea cu circa 10 -20 % consumul total de gaze transformate în energie cu arzătoarele identice, care funcționează în regim gradat, cu 1 sau 2 trepte. Un alt avantaj al acestor noi arzătoare este posibilitatea montării lor în schimbul celor vechi, fără modificări esențiale ale instalațiilor de producere a energiei termice și electrice. Arzătorul cu sarcina variabilă „DAVA” este funcțional chiar la o valoare mai mică a presiunii în comparație cu arzătoarele ce funcționează în regim gradat. Acest lucru își dovedește eficiența în timpul iernii, când presiunea gazelor se micșorează esențial (până la 1/2 din valoarea nominală). Întreprinderile la care au fost instalate noile arzătoare confirmă avantajele arzătorului la utilizare în instalațiile cu sarcină variabilă. Aceasta conduce la micșorarea cheltuielilor pentru gazele consumate. Tendința de creștere a costului gazelor consumate pentru consumatorii finali, care se observă în Republica Moldova indiferent de evoluțiile de pe piața resurselor energetice primare constituie o problemă reală, care se poate soluționa numai prin sporirea eficienței energetice în toate procesele de transformare și conversie a resurselor energetice și a energiei. Acest deziderat se poate depăși numai prin utilizarea unor tehnologii performante, inclusiv, în segmentul de producere a energiei termice prin tehnologiile de ardere a combustibilului fosil.

1. Soluții de sporire a performanței arderii gazelor naturale

Pentru a asigura soluționarea problemei sporirii eficienței proceselor de ardere a gazelor naturale este necesară o abordare complexă, care include sfera de cercetare teoretică, experimentală, elaborare și argumentare soluții de realizare constructivă a arzătoarelor energetic eficiente și compatibile cu instalațiile existente. Aceasta se referă la examinarea critică a situației curente în sectorul de producere a energiei termice, tehnologiilor de ardere a gazelor naturale, căilor de soluționare a procesului de amestec aer-gaze pentru asigurarea stabilității arderii gazelor naturale în cazul regimului cu sarcină variabilă, evaluarea și implementarea rezultatelor cercetărilor teoretice și experimentale.

Utilajele, tehnologia de ardere a gazelor naturale, actualmente aflate în uz, predominant dețin un șir de imperfecțiuni, lacune cu caracter tehnic, inclusiv tehnologic, deoarece un regim constant de funcționare (arzătoare cu una și două trepte de putere), înregistrează un șir de dezavantaje – incapacitatea reglării eficiente a puterii în funcție de necesitățile de producere curentă; consecutivitatea sistemelor tehnologice; purjări persistente, consumului tehnologic exagerat, nejustificat de gaze naturale combustibile; instabilitatea tehnologică de funcționare și a instabilității amestecului aer-gaze, având ca consecințe - ardere

necalitativă, exces de debit de gaze, preponderența funcționării pe principiul electromecanic în defavoarea celui electronic.

Deservirea dificilă, reglarea sistematică (manuală), amprentele factorului uman asupra calității lucrărilor, randament inferior, refuzuri tehnice, fiabilitate inferioară, persistența cazurilor de deflagrații, accidente, prejudicii morale, materiale sunt numai unii factori ce determină eficiența arderii gazelor naturale. Cum s-a menționat, obiectivul de sporire a eficienței arderii gazelor naturale se poate atinge doar în baza unor studii, aplicând diferite metode și metodologii: prin modelări matematice, fizice (prin studierea directă în condiții reale a proceselor de ardere ale gazelor combustibile) sau fără arderea directă (simulare fizică cu utilizarea diferitor ștanduri, mostre funcționale similare funcțional și constructiv instalațiilor termice etc).

Obiectele și obiective ale fazei de cercetare: arzătoare de gaze și condițiile de ardere la utilizarea lor în instalațiile termice de generare distribuită a căldurii prin arderea gazelor naturale care pot asigura rezultate avantajoase privind economisirea gazelor naturale, diminuarea emisiilor nocive în procesele de ardere directă, inclusiv probleme tehnice și tehnologice privind arderea gazelor naturale, mecanisme fizico-chimice a procesului de ardere a combustibilului gazos, formarea amestecului, amestecului de gaze și viteza de propagare a flăcării, luminozitatea flăcării și transferul radiant de căldură, tehnici și tehnologii de ardere ale gazelor naturale - aerodinamica amestecului carburant și structura flăcării, caracteristici hidraulice ale arzătoarelor, tehnici de stabilizare a procesului de ardere, inclusiv determinarea factorilor semnificativi de formare a omogenității amestecului aer – gaze, de menținerea raportului aer-gaze în regimuri variabile ale sarcinii arzătorului (ce influențează asigurarea stabilității procesului de ardere calitativa, asigură fiabilitate înaltă, eficiență tehnică în limite mai largi de sarcini ale arzătorului cu economisirea gazelor și diminuarea poluării mediului ambiant), conceperea realizării și funcționării instalațiilor termoenergetice în regimuri de evoluție de schimbare aleatoare a sarcinii, semnificația aplicativă a rezultatelor cercetării.

Aspecte ale studiului teoretic și experimental includ: elaborarea și utilizarea modelelor matematice (în baza ecuațiilor Navier-Stokes), folosite la calculul fluidelor dinamice (CFD), arderea fizică a gazelor naturale combustibile și cercetrea proceselor de ardere în baza modelelor fizice de simulare a procesului de amestec, inclusiv principiile fizice a formării și asigurării omogenității amestecului pentru procesul de ardere a gazelor naturale. Studiarea proceselor de amestec aer – gaze la arderea gazelor naturale combustibile în diferite instalații se confruntă cu un ansamblu întreg de probleme specifice privind fenomenele aerodinamice, fizico-chimice și termice. Pentru asigurarea efectuării studiului experimental s-a elaborat standul pilot de experimentare, de cercetare a procesului, calității și omogenității amestecului în regimuri variabile a funcționării arzătorului ce are la bază efectuarea a mai multor seturi de măsurători cu scopul determinării caracteristicilor de evoluție astfel de parametri ca: calitatea amestecului, omogenitatea lui, dependența lungimii flăcării de puterea arzătorului, respectiv în regimurile tranzitorii de derulare a proceselor studiate (fig. 1).

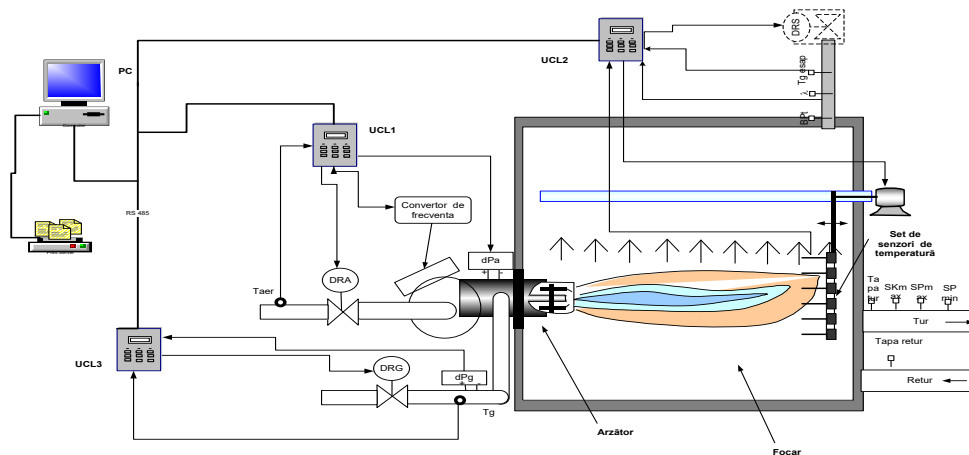


Fig. 1. Structura generală a ștandului de cercetare a proceselor de amestec aer-gaze.

2. Dispozitive de formare a amestecului aer-gaz.

Stabilizarea flăcării se realizează prin metode aerodinamice cu utilizarea stabilizatoarelor, figura 2 (a,b,c)) obiecte, care formează o turbulență înaltă a curentului de amestec. S-au cercetat stabilizatoare de diferite forme și dimensiuni, s-a apreciat influența calitativă și cantitativă asupra stabilității flăcării pe tot diapazonul de variație a puterii arzătoarelor. Stabilizatoarele utilizate au următoarele particularități privind realizarea lor constructive (fig.2):

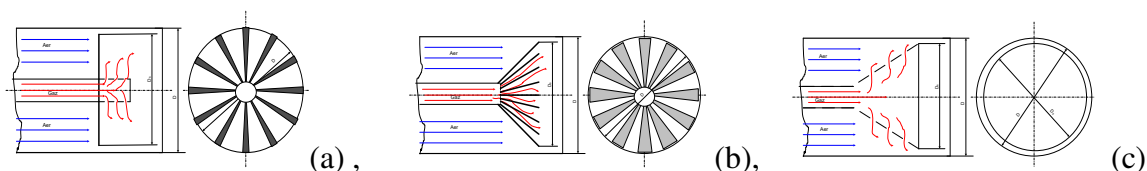


Fig. 2. Stabilizatoare de formare a amestecului

Cercetările experimentale s-au realizat pentru mai multe tipuri de arzătoare a căror putere nominală a variat între 250 și 750 kW. Factorii, care influențează semnificativ omogenitatea calității amestecului sunt gradul de turbulență a amestecului și viteza lui, iar viteza de diminuare a câmpului concentrației gazului caracterizează calitatea formării amestecului, ceea ce determină unghiul de desfășurare și lungimea flăcării. În calitate de factori de influență asupra calității arderii, conform datele bibliografice din domeniu se pot indica: omogenitatea amestecului aer-gaz, unghiul de desfășurare a flăcării și lungimea flăcării. Studiarea influenței factorilor indicați asupra calității arderii amestecului se efectuează prin determinarea concentrației de gaz în amestecul de aer-gaz, care se calculează cu formula:

$$C_g = \frac{n}{(1 + \alpha \cdot V_0)} \cdot 100, [\%] \quad (1)$$

în care: C_g - cota concentrației gazului în amestecul aer-gaze; n - cota volumică de gaz (metan) în combustibilul gazos; α - coeficientul excesului de aer; V_0 - aerul minim necesar arderii teoretice a unui m^3_N de gaz metan. Factorii semnificativi, interacțiunile semnificative care influențează concentrația gazului și menținerea amestecului sunt viteza curentului de aer-gaz, precum și distanța de la gura arzătorului și raza de la axa flăcării; asupra omogenității amestecului influențează: gradul de turbulență, viteza amestecului, distanța de la deschiderea arzătorului și flacăra, raza de la axa flăcării (dependent vitezei de rupere/pătrundere a flăcării depinde de excesul de aer, și au valori maxime în diapazonul de variere $\alpha = 0.95$ -:-1.05).

Puterea dezvoltată minimă/maximă a arzătorului este dependentă de viteza de rupere/ pătrundere a flăcării, care este influențată esențial de diametrul echivalent al stabilizatorului. În baza datelor experimentale a stabilității arderii cu diferite stabilizatoare, s-a determinat puterea dezvoltată și consumul de gaz în momentul ruperii/pătrunderii flăcării (fig. 3).

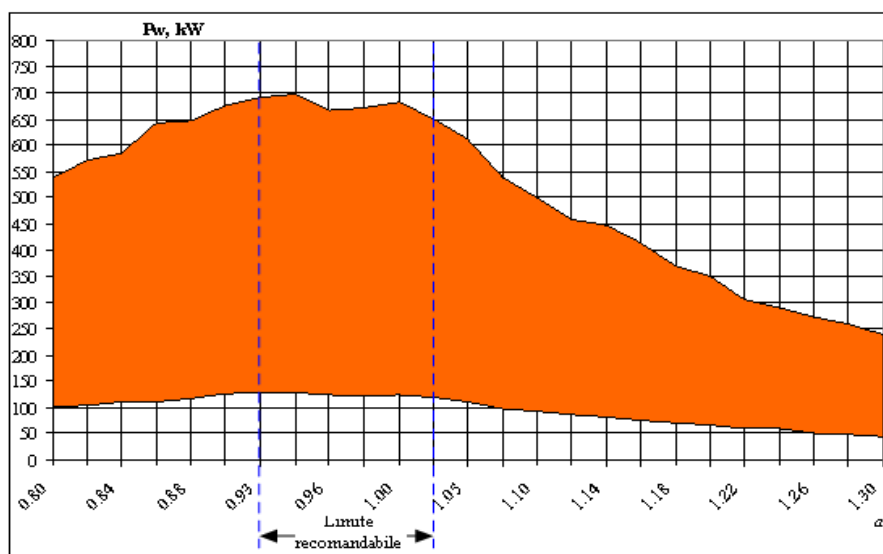


Fig. 3. Graficul diapazonului de putere a arzătorului dezvoltată la ardere stabilă ($P_w=750$ kW, stabilizator tip B, $D_s = 143$ mm)

Problema reglării puterii arzătoarelor de gaze cu sarcină variabilă are o importanță dublă - influența asupra consumului de gaze, și uzura utilajului sistemelor termice.

Sa menționat, că arzătoarele cu regim de funcționare în regim gradat (2-3 trepte impune funcționarea în mod „Start/Stop” care necesită operații de pre - și post-ventilare a cazanelor operații ce duc la un consum excesiv de combustibil și nu poate optimiza eficient consumul de gaze. Altfel ține de arzătoarele cu modificare continuă a puterii – cu sarcină variabilă unde este posibilă reglarea liniară proporțional-integral-diferențială (numită regulator PID) ce asigură micșorarea volumului consumului de gaz, datorită menținerii stricte a raportului aer-gaz pe tot diapazonul de variere a puterii arzătorului; reglarea puterii arzătorului în funcție de temperatura externă, temperatura internă și gradul pierderilor de căldură a obiectului; și minimizarea uzurii arzătoarelor, respectiv și cazanelor în rezultatul distribuției puterii arzătoarelor în centrala termică unde de regulă sunt instalate minimum 2 arzătoare/instalații.

Destinația fundamentală a investigațiilor experimentale constă în confirmarea sau abrogarea ipotezelor și/sau a rezultatelor cercetărilor teoretice obținute în baza examinării modelelor respective. Devierea rezultatelor teoretice de cele experimentale constituie în valoarea de ± 2 :- 8%. Astfel implementarea rezultatelor cercetărilor în proiectarea noilor arzătoare și tehnologii de aplicare permite obținerea unui efect economic, numai prin menținerea strictă a raportului aer-gaz în toate regimurile arzătorului cu o proporție de 2,5:-4,0 % comparativ cu arzătoarele cu regim de funcționare gradat (2-3 trepte) și cu 2.5 :- 4,5 %, datorită reglării puterii arzătorului în funcție de temperatura exterioară, temperatura interioară și gradul pierderilor de căldură a obiectului.

Determinarea efectului economic se adopta reieșind de la volumul de consum mediu de gaz redus într-o oră și numărul de arzătoare produse de firma „Romany Gaz Group”:

$$E = \Delta Q_{med} \cdot N_{arz} \cdot C_{gaz}, [\text{Lei/h}] \quad (1)$$

unde: ΔQ_{med} - volumul mediu de gaz redus într-o oră pe un arzător; N_{arz} - numărul de arzătoare; C_{gaz} - costul gazului [Lei/m³]. Cantitatea medie de arzătoare produse constituie de 12 arzătoare pe an, de o capacitate medie (P_w) a arzătoarelor - 120 kW, consum mediu Q_{gaz} - 7,5, m³/h, reducere de consum -1,5 m³/h, C_{gaz} costul mediu al gazelor - 5,5 Lei/ m³ Aplicând formula (1) se obține un efect de circa 4995 Lei/h anual.

Concluzie

Cercetările realizate privind utilitatea implementării procedurii de amestec aer-gaze și menținere a omogenității lui pentru arderea gazelor combustibile în instalațiile cu sarcină variabilă de generare distribuită a energiei termice. Evaluarea rezultatelor lucrării demonstrează posibilele avantaje economice, tehnice și ecologice obținute de ” Romany Gaz Group” SRL la producerea arzătorului cu sarcina variabila de tip „DAVA”.

Bibliografie

1. Hitrin L.N. Fizica gorenia gaza. M. Izd. MGU, 1957,.
2. Loițianskii L.G. Rasprostranenie zakruchennoi strui v bezgranicinom prostranstve Prikladnaia matematika i mecanica, 1963
3. Șorin S.N. Teplomassoobmen v kamerah sgorania gaza. Teoria i practica sjiigania gaza, L: Nedra, 1964
4. Daud V. Standul de încercări tehnice ale arzătorului „DAVA”. - In: Tezele conferinței tehnico-științifice „Probleme actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului”, Vol. II, Chișinău, 2002, p.328-332.
5. Daud V. Procedee și tehnici de stabilizare a proceselor de arderea gazelor în instalații cu putere variabilă. In : Meridian Ingineresc, Nr. 5, 2015.
6. Daud V. Arzător de gaz monobloc automatizat de tip „DAVA”. – In: Tezele Conferinței Naționale „Instalații pentru construcții și confortul ambiental”, Timișoara, 2002. p. 125-128.
7. Daud V., Tonu V., Metodologia studierii performanțelor de realizare a procesului fizic în instalații de ardere de putere variabilă, Conferința tehnico-științifică cu participare internațională “Instalații pentru construcții și economia de energie”, Ediția XIX, Iași, Romania, 2011.