

Invenția se referă la termoenergetică, în particular la instalații energetice pentru arderea diferitelor tipuri de combustibil și la procedee de utilizare a gazelor fumigene pentru arderea combustibilului în instalații energetice.

Se știe că pentru arderea completă a oricărui combustibil în condiții reale se utilizează aerul exterior, care include din punct de vedere teoretic partea de aer exterior necesară, al cărei oxigen participă la reacția chimică de ardere a combustibilului, și partea de aer exterior excesivă, care conține oxigen, ce nu participă la reacția chimică de ardere a combustibilului. În focarele contemporane coeficientul excesului de aer exterior la arderea combustibilului solid se ia egal cu 1,2...1,6, iar la arderea combustibililor lichid și gazos – cu 1,05...1,15 [1, pag. 43], [2, pag. 2]. În coeficienții menționați mai sus părțile întregi ale numerelor din punct de vedere teoretic reprezintă părțile de aer exterior necesare, al căror oxigen participă la reacția chimică de ardere a combustibilului, iar a zecea și a suta părți ale acestor numere reprezintă părțile de aer exterior excesive, care conțin oxigen, ce nu participă la reacția chimică de ardere a combustibilului. Se știe (Зах П. Г. Котельные установки, Энергия, Москва, 1968, pag. 106-109) că la arderea completă a diferitelor tipuri de combustibil cantitatea de aer exterior excesivă se mărește odată cu micșorarea volumului combustibilului de ardere din cauza necesității de a reduce producția de energie termică de agregatul de cazane. Astfel, pentru cărbunele brun pulverulent volumul de aer exterior excesiv poate constitui de la 20% până la 60% din volumul de aer exterior necesar din punct de vedere teoretic, ceea ce demonstrează că se produc pierderi de căldură considerabile, prin urmare, se reduce eficiența combustibilului de ardere. De aceea utilizarea pentru amestecare a 20...35% de gaze fumigene din cantitatea totală a acestora (Зах П. Г. Котельные установки, Энергия, Москва, 1968, pag. 43, 109) aduce doar o oarecare economie de căldură, dar o parte de căldură considerabilă, ca și mai înainte, se emană cu volumul de gaze fumigene, corespunzător volumului de aer exterior excesiv, utilizat în procesul de ardere al combustibilului, ceea ce reduce eficiența funcționării dispozitivului energetic și sporește cheltuielile acestuia pentru necesitățile proprii.

Dezavantajele cazanelor cunoscute constau în lipsa posibilității de reglare a debitării aerului exterior pentru arderea combustibilului în funcție de reducerea cantității combustibilului de ardere, când este necesară reducerea producției de energie termică, iar utilizarea conducerii de recirculație duce la amestecarea necalitativă a gazelor fumigene cu aerul din exterior, deoarece începutul procesului de amestecare se produce numai în arzător. Aceasta duce la concentrația de oxigen neuniformă în amestecul de aer exterior și gaze fumigene și la arderea incompletă a combustibilului, ceea ce reduce eficiența funcționării și sporește cheltuielile pentru necesitățile proprii ale cazanelor. Este cunoscut, de asemenea, un cazan destinat pentru arderea diferitelor tipuri de combustibili, care conține focar cu dispozitiv de ardere și conductă de gaze prin convecție, conectată printr-un aspirator de fum la un coș de fum și dotată cu un preîncălzitor de aer, care este unită cu conducta de aer prin racorduri de eliminare și de admisie a aerului exterior corespunzător cu dispozitivul de ardere și printr-un ventilator de refulare. Conducta de aer exterior, printr-o conductă de scurgere a gazelor fumigene cu șubăr, este unită cu canalul de fum, care, prin conducta de recirculație suplimentară, este conectat la dispozitivul de ardere. Pe canalul de fum, între porțiunile de cuplare la el a conducerii de ocire și a conducerii de recirculație suplimentare, este instalată o supapă de reglare [3].

Mai este cunoscut un procedeu, care poate fi utilizat la arderea cărbunelui brun cu cenușă ușor fuzibilă prin utilizarea gazelor de ardere, prin amestecarea unei părți de gaze fumigene cu aer exterior și debitarea amestecului obținut pentru arderea combustibilului. Totodată, pentru sporirea eficienței prin diminuarea zgurificării suprafețelor de încălzire la arderea cărbunelui brun cu cenușă ușor fuzibilă și reducerea cheltuielilor pentru necesitățile proprii, pentru amestecarea cu aer exterior se iau 20...35% din cantitatea totală de gaze fumigene [4].

Cu toate acestea, pentru ambele invenții cunoscute este caracteristic un șir de dezavantaje. La utilizarea gazelor fumigene pentru arderea combustibilului, din punct de vedere al reducerii cheltuielilor pentru necesitățile proprii de lucru ale cazanului, nu a fost luată în considerație partea de aer exterior excesivă, care poate atinge 60% din partea de aer exterior necesară din punct de vedere teoretic la arderea cărbunelui brun cu cenușă ușor fuzibilă. partea de aer exterior excesivă mărește masa gazelor fumigene, care se degajă în atmosferă, ceea ce reduce eficiența arderii combustibilului, sporește cheltuielile pentru necesitățile proprii ale cazanului și are un impact nociv asupra ecologiei.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în înlăturarea dezavantajelor menționate, sporirea eficienței ecologice și economice de ardere a combustibilului în instalația energetică prin reducerea gazelor fumigene emenate în atmosferă.

Problema se soluționează prin aceea că instalația energetică pentru arderea combustibilului conține un focar cu niște arzătoare și o conductă de gaze prin convecție, conectată printr-un aspirator de fum și un canal de evacuare a gazelor fumigene la un coș de fum; o conductă de aer exterior unită cu canalul de evacuare a gazelor fumigene printr-o conductă de scurgere a gazelor fumigene și o conductă de amestec de aer exterior și gaze fumigene, care este unită cu un ventilator de refulare; o duză instalată pe conductă, și un șubăr montat pe conducta de scurgere a gazelor fumigene, totodată duza și șubărul sunt înzestrate cu niște mecanisme de execuție; un preîncălzitor de aer amplasat în conducta de gaze prin convecție, conectat la ventilatorul de refulare și unit cu arzătoarele printr-o conductă de amestec încălzit de aer exterior și gaze fumigene; un traductor de selectare a probelor de gaze de ardere, instalat la intrarea în conducta de gaze prin convecție și conectat la un gazoanalizator de determinare a conținutului de oxigen și oxid de carbon în gazele de ardere; un bloc electronic de dirijare, care este conectat la gazoanalizator și la mecanismele de execuție ale duzei și șubărului.

În conducta de gaze prin convecție este instalat un economizor, amplasat în fața preîncălzitorului de aer în direcția circulației gazelor de ardere.

Procedeul de utilizare a gazelor fumigene pentru arderea combustibilului în instalația energetică include selectarea unei părți de gaze fumigene cu presiune statică mai mare decât presiunea atmosferică dintr-un canal de evacuare a gazelor fumigene și debitarea acesteia printr-o conductă de scurgere a gazelor fumigene într-o conductă de aer exterior cu presiunea statică a aerului exterior mai mică decât presiunea atmosferică; reglarea debitării aerului exterior și a gazelor fumigene prin niște mecanisme de execuție ale unei duze și unui șubăr, dirijate de către un bloc electronic de dirijare, astfel încât conținutul procentual al oxigenului în aerul exterior să fie redus până la un nivel, la care la intrarea într-o conductă de gaze prin convecție conținutul de oxigen în gazele de ardere să constituie mai puțin de 1% în lipsa oxidului de carbon; amestecarea ulterioară a gazelor fumigene cu aerul exterior într-o conductă și într-un ventilator de refulare pentru obținerea amestecului omogen de aer exterior și gaze fumigene; încălzirea amestecului obținut într-un preîncălzitor de aer din contul utilizării căldurii gazelor de ardere; debitarea amestecului încălzit în niște arzătoare printr-o conductă.

Reducerea conținutului procentual al oxigenului în aerul exterior prin utilizarea gazelor fumigene permite substituirea părții de aer exterior excesive, care conține oxigen, ce nu participă la reacția chimică de ardere a combustibilului, cu gazele fumigene, se reduc pierderile de energie termică cu gazele fumigene care se emană și emanarea în atmosferă a gazelor, care au un impact nociv asupra ecologiei.

Partea de aer exterior excesivă, care participă la procesul de ardere a combustibilului, este necesară ca supliment al părții, care îi lipsește părții de aer exterior necesare din punct de vedere teoretic pentru crearea condițiilor de viteză și de turbulență corespunzătoare de scurgere a oxigenului din arzătoare, contribuind la procesul complet și eficient de ardere a combustibilului.

Se știe că coeficientul surplusului de aer exterior depinde de tipul, proprietățile și volumul combustibilului de ardere (Зах Р. Г. Котельные установки, Энергия, Москва, 1968, pag. 106-109). Astfel, dacă este necesar de a reduce producția de energie termică în dispozitivul energetic tip, atunci cantitatea de căldură și partea de aer exterior necesară din punct de vedere teoretic se micșorează, iar partea de aer exterior excesivă se mărește, pentru a păstra condițiile de viteză și de turbulență corespunzătoare de scurgere a oxigenului din arzător. Dacă nu se mărește debitarea părții de aer exterior excesive, atunci la o anumită viteză de scurgere se produce „pătrunderea flăcării” în arzător, creând o situație de avarie, iar mărirea peste măsură a părții de aer exterior excesive creează o altă situație de avarie – „ruperea flăcării” de la arzător (Юнин А. А. Газоснабжение, Стройиздат, Москва, 1975, pag. 310-311).

Pentru arzătoarele, care sunt prevăzute pentru două tipuri de combustibil (gaz, păcură) cu posibilitatea reglării procesului de ardere a combustibilului, este necesar de a regla partea de aer exterior excesivă pentru continuitatea lucrului arzătoarelor.

Oxigenul, care se conține în partea de aer exterior excesivă, ce nu participă la reacția chimică de ardere a combustibilului, în zona temperaturilor înalte de 1200...1300°C, care apar la arderea completă a combustibilului în focar, oxidează azotul, producând gaze, ce se emană în atmosferă, și au un impact nociv asupra ecologiei, iar o parte din aerul exterior excesiv duce la apariția părții de gaze fumigene excesive, ceea ce contribuie la pierderea energiei termice și la sporirea emanărilor în atmosferă a gazelor, care au un impact nociv asupra ecologiei.

Dacă se va micșora partea de aer exterior excesivă, folosită pentru arderea completă a combustibilului în condiții reale, atunci în gazele de ardere va apărea oxidul de carbon, care, de asemenea, este o emanare nocivă și atestă lipsa de oxigen în zona de ardere a combustibilului, arderea incompletă a combustibilului și pierderea acestuia. Se știe că compoziția chimică a aerului include 79% azot și 21% oxigen, adică la crearea condițiilor de viteză și de turbulență corespunzătoare pentru scurgerea oxigenului din arzător participă 79% azot și 21% oxigen. Cu toate acestea, prezența oxigenului, ca element chimic, nu se cere pentru crearea acestor condiții și duce la pierderea energiei termice utile și la producerea emanărilor nocive. Totodată, azotul deține principala funcție de asigurare a condițiilor de viteză și de turbulență de ardere completă a combustibilului și, fiind gaz neutru, nu are un impact nociv asupra ecologiei. Prin urmare, pentru crearea condițiilor fizice corespunzătoare de ardere completă a combustibilului este necesar ca în locul aerului exterior excesiv să se utilizeze azotul, care este o parte din gazele fumigene și constituie în ele 71%. Utilizarea părții de gaze fumigene în locul părții de aer exterior excesive va da posibilitate de a crea condiții de viteză și de turbulență corespunzătoare pentru scurgerea oxigenului din arzător, ceea ce contribuie la reducerea pierderilor de energie termică și la reducerea emanărilor în atmosferă a gazelor, care au un impact nociv asupra ecologiei. Reglarea automată a debitării aerului exterior și a gazelor fumigene prin intermediul unor mecanisme de execuție al duzei și al șubărului pe baza probelor de gaze de ardere, luate la începutul conductei de gaze prin convecție, și analizei acestora, efectuate prin intermediul gazoanalizatorului, dă posibilitate de a menține în gazele de ardere conținutul oxigenului mai puțin de 1% în lipsa oxidului de carbon în toate instalațiile energetice tipice, care funcționează având diverse sarcini admisibile și utilizează diverse tipuri de combustibil, prevăzute de prescripțiile tehnice.

Rezultatul tehnic constă în sporirea eficienței utilizării gazelor fumigene prin substituirea părții de aer exterior excesive cu o parte de gaze fumigene, a cărei masă este egală cu masa părții de aer exterior excesive, ceea ce duce la micșorarea masei de gaze fumigene emanate în atmosferă. Aceasta contribuie la reducerea pierderilor de căldură, sporind eficiența economică, și la reducerea emanărilor în atmosferă a masei de gaze fumigene, care au un impact nociv asupra ecologiei.

Invenția se explică prin figură, care reprezintă schema principală a instalației energetice.

Instalația energetică pentru arderea combustibilului conține un focar 1 cu niște arzătoare 2 și o conductă 3 de gaze prin convecție, conectată printr-un aspirator 4 de fum și un canal 5 de evacuare a gazelor fumigene la un coș 6 de

fum. În conducta 3 de gaze prin convecție este instalat un economizor 7 și un preîncălzitor 8 de aer. Conducta 9 de aer exterior cu duza 10 instalată pe ea este unită cu conducta 11 de scurgere a gazelor fumigene, pe care este montat șubărul 12. Duza 10 și șubărul 12 sunt înzestrate cu niște mecanisme de execuție. Conducta 11 de scurgere a gazelor fumigene este unită cu canalul 5 de evacuare a gazelor fumigene. Conducta 9 de aer exterior este unită cu preîncălzitorul 8 de aer printr-un ventilator de refulare 13 cu conducta 14 de amestec de aer exterior și gaze fumigene. preîncălzitorul 8 de aer este conectat la arzătoare 2 prin intermediul conductei 15 de amestec de aer exterior cu gaze fumigene încălzit.

În conducta 3 de gaze prin convecție este instalat un traductor 16 de selectare a probelor de gaze de ardere, care este unit cu un gazoanalizator 17, ce determină conținutul de oxigen și de oxid de carbon în gazele de ardere. Gazoanalizatorul 17 este conectat la un bloc electronic de dirijare 18, care este conectat la mecanismele de execuție ale duzei 10 și șubărului 12 și funcționează în regim automat.

Instalația energetică pentru arderea combustibilului funcționează în modul următor.

Se efectuează pregătirea instalației energetice pentru lucru prin verificarea funcționării elementelor de protecție, de blocare și de semnalizare ale instalației. Se conectează aspiratorul 4 de fum și ventilatorul de refulare 13 și se ventilează canalul de evacuare a gazelor fumigene și conducta de aer exterior. Se efectuează proba de control sub presiune a conductelor de debitare a combustibilului. Se organizează controlul nivelurilor superior și inferior ale apei în tambur și, fiind conectate aspiratorul de fum și ventilatorul de refulare, se creează descărcarea necesară în focarul 1. Se efectuează controlul privind infiltrațiile de aer exterior în focarul 1, conform instrucțiunilor în vigoare, și se debitează combustibilul în arzătoarele 2 pentru încălzirea instalației energetice (Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. Приказ Минэнерго РФ от 19 июня 2003 г. № 229. Зарегистрировано в Минюсте РФ 20 июня 2003 г. Регистрационный № 4799, pag. 43).

După debitarea, de exemplu, a gazului natural în arzătoarele 2, în ele se produce amestecarea aerului exterior cu combustibilul și aprinderea combustibilului, care se efectuează cu făclia în focarul 1 al instalației energetice. Gazele de ardere ajung în conducta 3 de gaze prin convecție, în care acestea cedează energia termică economizorului 7 și preîncălzitorului de aer 8 până la atingerea temperaturii gazelor fumigene și, pe baza presiunii, create de aspiratorul 4 de fum, se elimină prin canalul 5 de evacuare a gazelor fumigene în coșul 6 de fum. După încheierea etapei de încălzire a instalației energetice se efectuează conectarea acesteia la rețeaua termică. Pentru aducerea instalației energetice în regim de lucru nominal se mărește debitarea aerului exterior prin conducta 9 de aer exterior, deschizând puțin duza 10, conform schemei regimului pentru debitarea din punct de vedere teoretic a volumului necesar de aer exterior, care conține oxigen, necesar pentru arderea completă a combustibilului, conform regimului de lucru nominal al instalației energetice. Aerul exterior ajunge în continuare în conducta 14 de aer, în care, de asemenea, se debitează și o parte de gaze fumigene prin conducta 11 de scurgere a gazelor fumigene cu ajutorul șubărului 12 pentru reglarea conținutului de oxid de carbon și de oxigen în gazele de ardere. Conținutul de oxid de carbon și de oxigen în gazele de ardere se determină cu ajutorul traductorului 16 de selectare a probelor de gaze de ardere și al gazoanalizatorului 17. Totodată, gazele fumigene, care participă la procesul de ardere a combustibilului, au rolul părții de aer exterior excesive, creând condițiile de viteză și de turbulență necesare pentru scurgerea oxigenului din arzătoare 2. Debitarea din punct de vedere teoretic a părții de aer exterior necesare prin conducta 9 de aer exterior, iar a părții de gaze fumigene, a cărei masă este egală cu masa părții de aer exterior excesive, prin conducta 11 de scurgere a gazelor fumigene în conducta 14 de amestec de aer exterior și gaze fumigene, reprezintă procesul de substituție a părții de aer exterior excesive, a cărei masă este egală cu masa părții de gaze fumigene. Începe procesul de amestecare și de utilizare a căldurii gazelor fumigene prin schimbul de căldură de acțiune directă cu aerul exterior în conducta 14 de amestec de aer exterior și gaze fumigene, prin care amestecul obținut se debitează în ventilatorul de refulare 13, unde procesul de amestecare se intensifică. În continuare amestecul de aer exterior și gaze fumigene se debitează în preîncălzitorul 8 de aer, în care el se încălzește pe baza utilizării căldurii gazelor de ardere prin schimbul de căldură recuperator și continuă să se amestece. Prin conducta 15 amestecul de aer și gaz încălzit se debitează spre arzătoarele 2 în regim turbulent pentru formarea concentrației de oxigen omogene. Sporirea debitării oxigenului în arzătoarele 2 dă posibilitate de a spori debitarea în ele a combustibilului, a cărui aprindere cu făclia se efectuează în focarul 1 instalației energetice. Din focarul 1 gazele de ardere ajung în conducta 3 de gaze prin convecție, la începutul căreia se efectuează luarea probelor de gaze de ardere cu traductorul 16. Probele de gaz se transmit în gazoanalizatorul 17 pentru determinarea procentajului de oxigen și de oxid de carbon în ele. Rezultatele obținute se transformă de gazoanalizatorul 17 în impulsuri electrice și se transmit în blocul electronic de dirijare 18 a mecanismelor de execuție al duzei 10 și al șubărului 12.

La apariția în gazele de ardere a oxidului de carbon se mărește debitarea aerului exterior, deschizând duza 10 pe conducta 9 de aer exterior, și se micșorează debitarea gazelor fumigene, închizând puțin șubărul 12 pe conducta 11 de scurgere a gazelor fumigene. În cazul în care oxidul de carbon lipsește în gazele de ardere și conținutul de oxigen în ele este mai mare de 1%, se micșorează debitarea aerului exterior, închizând puțin duza 10 pe conducta 9 de aer exterior, și se mărește debitarea gazelor fumigene, deschizând puțin șubărul 12 pe conducta 11 de scurgere a gazelor fumigene.

Raportul dintre aerul exterior și gazele arse este o mărime variabilă, care depinde de tipul, proprietățile și volumul combustibilului de ardere, de aceea este foarte important ca la trecerea instalației energetice la alt tip de combustibil sau la schimbarea regimului de lucru al instalației energetice, care necesită pentru aprindere o cantitate mai mică de combustibil, de a controla și a regla debitarea de aer exterior. Aerul exterior conține oxigen, care este oxidant pentru combustibil și pentru azot. În zona de ardere activă a combustibilului oxigenul și azotul formează gaze ale oxidului

de azot, care se emană în atmosferă și care au un impact nociv asupra ecologiei (Контролируемый химический недожог - эффективный метод снижения выбросов оксидов азота, Росляков П.В., Ионкин И.Л., Егорова Л.Е., Московский энергетический институт (Технический университет), 2009, pag. 4). Sporirea eficienței lucrului instalației energetice se realizează pe baza reducerii considerabile a masei părții de aer exterior excesive, utilizate pentru arderea completă a combustibilului prin substituirea ei cu o parte de gaze fumigene, a cărei masă este egală cu masa părții de aer exterior excesive. Procesul de substituire trebuie să fie controlat și reglat pentru a menține în gazele de ardere conținutul de oxigen mai mic de 1% și lipsa oxidului de carbon.

Eficiența economică și ecologică a invenției propuse se confirmă prin următorul exemplu.

Exemplu de executare concretă a procedurii de utilizare a gazelor fumigene pentru arderea combustibilului propus aplicat pentru partea de aer exterior excesivă, care ajunge din punct de vedere teoretic cu partea de aer exterior necesară în arzătoarele 2 și care se emană în atmosferă împreună cu gazele fumigene. Evidența părții de aer exterior excesive pe baza infiltrațiilor prin canalul de gaze și aer al instalației energetice nu este inclusă în calculul dat.

Procedura de lucru al instalației energetice propuse este destinat pentru instalația energetică tipică în stare de funcționare, amplasată la CET - 1, Chișinău, Republica Moldova, care corespunde cerințelor normative în vigoare (vezi «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации», Ordinul Ministerului Energeticii al Federației Ruse din 19 iunie 2003, nr. 229, înregistrat la Ministerul Justiției al Federației Ruse la 20 iunie 2003, nr. 4799).

Datele pentru calcularea eficienței economice și ecologice a procedurii de utilizare a gazelor fumigene pentru arderea combustibilului în instalația energetică propusă:

- sarcina nominală a instalației energetice constituie 25 MW;
- randamentul instalației energetice constituie 82,0%;
- tipul de combustibil: gaz natural cu putere calorifică superioară 40,144 MJ/m³;
- numărul de ore lucrate constituie 3648 ore/an;
- temperatura medie anuală a aerului exterior constituie +9,4°C;
- entalpia aerului exterior constituie 24,9 kJ/kg;
- greutatea specifică a aerului exterior constituie 1,25 kg/m³;
- temperatura gazelor fumigene emanate în atmosferă este de +150°C.

Entalpia aerului exterior și a gazelor fumigene o raportăm la 1 m³ de gaz natural, utilizat pentru arderea combustibilului în instalația energetică (Зах Р. Г. Котельные установки, Энергия, Москва, 1968, pag. 45):

- entalpia gazelor fumigene la temperatura de +150°C constituie 2124,3 kJ/m³;
- entalpia aerului la temperatura de +150°C constituie 1797,5 kJ/m³.

Admitem cantitatea de aer exterior teoretică și reală necesară pentru arderea completă a combustibilului și a produselor de ardere a combustibilului (Зах Р. Г. Котельные установки, Энергия, Москва, 1968, pag. 326–327):

- cantitatea de aer exterior necesară din punct de vedere teoretic $V^{\circ}a = 9,01$ m³/m³;
- cantitatea de aer excesivă $\delta V_a = 0,451$ m³/m³;
- cantitatea de gaze fumigene din punct de vedere teoretic $V^{\circ}g = 10,22$ m³/m³;

- cantitatea de aburi de apă excesivă $\delta V_{H_2O} = 0,005$ m³/m³;
- conținutul părții totale de gaze triatomice în gazele fumigene constituie 0,266.

Din datele traductorului pentru luarea probelor de gaze de ardere:

- conținutul de oxigen în gazele de ardere constituie 3,5%.

Efectuăm calculul volumului de aer exterior excesiv provenind din partea teoretic necesară de aer exterior în arzătoarele 2 și partea evacuată în atmosferă împreună cu gazele fumigene prin formula:

$$\delta V_B = V^{\circ}B \times \alpha_B, \text{ unde } \alpha_B = \frac{20,98}{20,98 - \% (O_2)}; \alpha_B = \frac{20,98}{20,98 - 3,5}; \alpha_B = 1,2; \text{ volumul aerului exterior excesiv constituie: } \delta V_B$$

$$= V^{\circ}B \times (\alpha_B - 1); \delta V_B = 9,01 \times (1,2 - 1,0); \delta V_B = 1,8 \text{ m}^3/\text{m}^3; \text{ volumul vaporilor de apă excesiv constituie: } \delta V_{H_2O} = 0,02 \text{ m}^3/\text{m}^3; \text{ cantitatea volumetrică specifică de aer exterior excesiv la 1 m}^3 \text{ al gazelor naturale constituie: } 2,0 \text{ m}^3/\text{m}^3 (1,8 + 0,2); \text{ cantitatea masică specifică de aer exterior excesiv pentru 1 m}^3 \text{ de gaz natural constituie: } 2,5 \text{ kg/m}^3 (2,0 \times 1,25).$$

Se determină pierderile anuale de gaz natural pentru încălzirea aerului exterior excesiv până la temperatura gazelor fumigene emanate în atmosferă și volumul anual de gaze triatomice emanate în atmosferă:

- a) cantitatea totală de gaz natural fumigen într-o oră / într-un an, la instalația energetică nominală de 25,0 MW, constituie $2734,0 / 9973632$ m³/oră/an $[25,0 \times 3600 / (0,82 \times 40,144)] / [(2734,0 \times 3648)];$
- b) pierderile specifice de căldură ale dispozitivului energetic pentru încălzirea părții de gaze de evacuare excesive calculate pentru 1 m³ de gaz natural constituie 3532,2 kJ ($1797,5 \times 2,0 - 24,9 \times 1,25 \times 0,455$);
- c) pierderile de căldură într-o oră pe baza utilizării aerului exterior excesiv ale instalației energetice constituie 9657,0 MJ/h ($3532,2 \times 2734,0/1000$);
- d) pierderile de gaz natural într-o oră pe baza utilizării aerului exterior excesiv ale instalației energetice constituie 240,6 m³/h ($9657/40,144$);
- e) pierderile de gaz natural anuale constituie 877708,8 m³/an ($240,6 \times 3648$);

f) volumul de gaze triatomice anual emanate în atmosferă, pe baza arderii gazului natural pentru încălzirea aerului exterior excesiv, care au un impact nociv asupra ecologiei, constituie $1980,0 \text{ t/an}$ ($10,22 \times 0,266 \times 0,83 \times 877708,8/1000$).

În procedeu de lucru al instalației energetice tipice propuse admitem substituirea părții de aer exterior excesive, a cărei masă este egală cu masa părții de gaze fumigene, care menține în gazele de ardere conținutul de oxigen de 0,5%, în lipsa oxidului de carbon. Efectuăm calculele excesului de aer exterior din partea teoretic necesară a aerului

din exterior la arzătorul 2 și eliberat în atmosferă împreună cu gazele fumigene: $\alpha_B = \frac{20,98 - 0,5}{20,98}$; $\alpha_B = 1,024$;
volumul aerului din exterior excesiv constituie: $\delta V_B = 9,01 \times (1,024 - 1,0)$; $\delta V_B = 0,22 \text{ m}^3/\text{m}^3$.

Se determină pierderile de gaz natural anuale pentru încălzirea aerului exterior până la temperatura gazelor fumigene emanate în atmosferă și volumul de gaze triatomice anual emanate în atmosferă, care au un impact nociv asupra ecologiei, ținând cont de substituirea părții de aer exterior, a cărei masă este egală cu masa părții de gaze fumigene:

a) pierderile de căldură specifice ale instalației energetice pentru încălzirea părții de gaze fumigene excesive calculate pentru 1 m^3 de gaz natural constituie $388,6 \text{ kJ}$

($1797,5 \times 0,22 - 24,9 \times 1,25 \times 0,22$);

b) pierderile de căldură într-o oră pe baza utilizării aerului exterior excesiv ale instalației energetice constituie $1062,4 \text{ MJ/h}$ ($96,0 \times 2734,0/1000$);

c) pierderile de gaz natural într-o oră pe baza utilizării aerului exterior excesiv ale instalației energetice constituie $26,54 \text{ m}^3/\text{h}$ ($262,5 / 40,144$);

d) pierderile de gaz natural anuale constituie $96546,9 \text{ m}^3/\text{an}$ ($26,54 \times 3648$);

e) volumul de gaze triatomice anual emanate în atmosferă pe baza arderii gazului natural pentru încălzirea aerului exterior excesiv, care au un impact nociv asupra ecologiei, constituie $217,9 \text{ t/an}$ ($10,22 \times 0,266 \times 0,83 \times 96546,9/1000$).

Efectul economic al invenției propuse pentru instalația energetică tipică cu puterea de 25 MW , care constă în reducerea cantității de gaz de ardere natural, constituie: $781161,9 \text{ m}^3/\text{an}$ ($877708,8 - 96546,9$).

Efectul ecologic constă în reducerea emanărilor de gaze triatomice în atmosferă, care au un impact nociv asupra ecologiei și constituie $1762,1 \text{ t/an}$ ($1980,0 - 217,9$).

Astfel, invenția propusă, în comparație cu instalațiile energetice cunoscute, dă posibilitatea de:

- a reduce considerabil consumul de combustibil pentru încălzirea aerului exterior excesiv la o valoare a energiei termice, care se conține în gazele fumigene, substituind aerul exterior;
- a reduce emanările de gaze triatomice în atmosferă, care au un impact nociv asupra ecologiei, asupra valorii masice de gaze fumigene, care substituie aerul exterior excesiv;
- a fi utilizată pentru toate instalațiile energetice tipice existente și pentru cele în curs de construire, cu modificări constructive neesențiale ale canalelor de evacuare de gaze și aer exterior.