

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ИЗЧИСЛИТЕЛНИЯ МЕТОД ЗА НОРМИРАНЕ РАЗХОДА НА ГОРИВО ЗА НАГРЕВАТЕЛНА ПЕЩ В НЕФТОПРЕРАБОТВАТЕЛЕН ЗАВОД

Константин КОСТОВ¹ Койчо АТАНАСОВ¹ Иван ИВАНОВ¹ Мария СТОЯНОВА¹
konstankostov@tu-sofia.bg koycho_atanasov@abv.bg ivov.ivan@abv.bg stoyanovanina98@abv.bg

¹ТУ – София, Инженерно – педагогически факултет Сливен, катедра „Механика, машиностроене и топлотехника“, гр. Сливен, бул. “Бургаско шосе” №59

Резюме

В тази статия се предлага практическо приложение на изчислителния метод, като средство за определяне на индивидуалните технологични норми за явното енергопотребление. Извършен е анализ на структурата на енергийния поток, с конкретен пример. Изведените изводи и заключения, позволят да се извърши правилно нормиране, а също така и да се повиши ефективността на енергийните ресурси. За целите на настоящата публикация, е използван балансовия метод, като е предложена методика за нормиране разхода на гориво за нагревателна пещ, като мощно топлинно съоръжение от състава на нефтопреработвателен завод.

Ключови думи

балансиран метод, енергийни ресурси, нормиране на разход, явно енергопотребление

Въведение

Индивидуалните технологични норми се отнасят за явното енергийно потребление на конкретни съоръжения и видове продукция и са основен показател характеризиращ енергийната ефективност в границата на отделен участък. Включват в себе си както основните, така и спомагателните технологични операции. Необходимо е да се разграничат субективните и обективни фактори, които влияят при тяхното определяне. Целта е нормите за енергопотребление да съответстват на долната гранична стойност на специфичния разход на енергия. За определяне на индивидуалните технологични норми приложение са намерили два метода – опитен и изчислителен [1].

Опитния метод се реализира чрез провеждането на планиран или пасивен експеримент [2]. И двата експеримента се характеризират със своите предимства и недостатъци, но крайната цел е да определят разходните норми на разглежданото съоръжение. Качеството на получените резултати зависи съществено от организацията на събиране на данни, броя и интервала на наблюденията, точността на използваната измервателна апаратура и др.

Изчислителния метод от своя страна се дели на интегрален и балансов метод.

При интегралния метод се интегрира енергийната товарова диаграма, която показва изменението на натоварването, във функция от времето:

$$N=f(t) \quad (1)$$

Формата ѝ зависи работата на съоръжението и от технологичния процес. Товарни диаграми се снемат по опитен път или се изчисляват. При експерименталното снемане се прави подготовка, аналогична на опитния метод, а за изчислението се извършва структурен анализ на работното време.

Балансовия метод се базира на равенството между подадената и полезната енергия, плюс загубите.

Цел на изследването

Целта на настоящата работа, е чрез приложение на балансовия метод, теоретично да се извърши нормиране на разхода на енергия.

Формулиране на проблема

В настоящата работа сме си поставили за цел да определим разхода на гориво за нагревателна пещ, представяйки методика, която може да бъде приложима и за други енергийни съоръжения.

Изложение

Определените на индивидуалните технологични норми на явното енергопотребление, веднъж определени не са константна величина, което налага тяхното периодично актуализиране. Това се налага когато при постоянни условия на производство, е подобрена организацията на производство и в случаите на реконструкции и модернизация [3].

При анализа на съществуващото положение, е възможно средния специфичен разход да се увеличава или намалява. Увеличаването му, е възможно само тогава когато се е повишило качеството на изделието (продукцията), а намаляването му означава, че енергоемкостта е намаляла.

Както бе обърнато внимание във въведението, при балансовия метод на изчисления подлежи разходната страна, при съставяне на баланса. Нормата на разход се определя от отношението на общото количество енергия, към обема на произведената продукция. Нормите получени по изчислителен път, задължително се сравняват с постигнатите енергийни показатели в предприятието и в чужбина. Наличието на отклонения, са породени от неизбежните различия между действителните зависимости и теоретичните формули и емпиричните коефициенти с които те се изразяват.

Балансовия метод е подходящ при нормиране разхода за мощни топлинни съоръжения. Когато не се предвиждат съществени изменения в работата на съоръженията, нормите се усъвършенстват, чрез коригиране на действащите до момента норми. За тази цел е необходимо определянето на изменението на отделните съставляващи на баланса. Нормата за разход на енергия, през определен планов период се определя по зависимостта:

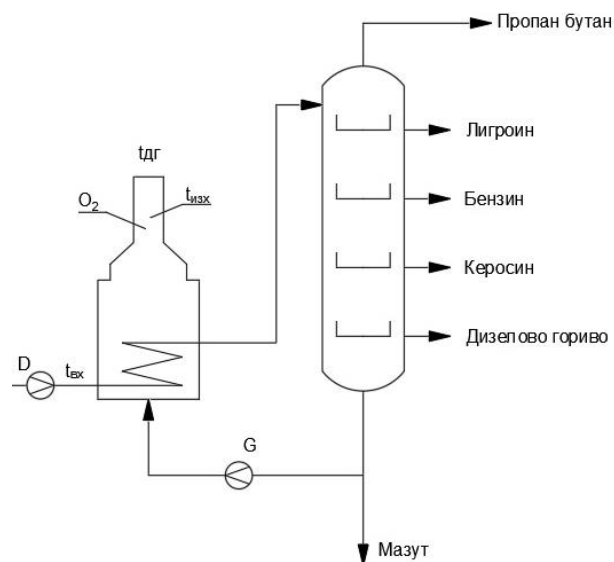
$$e_{пл} = \frac{eП_{пл} \pm \Delta E}{П} \quad (2)$$

където:

- ΔE е увеличение или намаление на енергийния разход;
- $П_{пл}$ е планирания обем продукция;
- e – действащата в момента разходна норма.

От зависимост 2, може да направи заключението, че най – големите трудности са свързани с определянето на съставляващите на енергийните загуби.

В нефтопреработвателните заводи ключови индустриални единици са нагревателните пещи [4,5]. Те загряват суровия петрол до температура от 390–400 °С, преди да бъдат изпратени към колоните за атмосферна дестилация. Принципна схема на такава инсталация е показана на фиг.1. Отоплителната пещ е основният консуматор на енергия на тези инсталации. Приблизително 75% от потреблението на енергия в нефтохимическата и рафиниращата промишленост се използва от пещи и нагреватели. Условията на околния въздух (налягане, температура и относителна влажност) и работните условия, като предварително загряване на въздуха за горене и използване на излишния въздух за горене, могат да повлияят на ефективността на пещта. Ако пещите се експлоатират при оптимизирани условия, могат да бъдат постигнати големи икономии на потребление на енергия.



Фиг.1 Схема на нагревателна пещ в нефтопреработвателен завод

Разходната норма се определя по следната зависимост:

$$e = \frac{G}{D} \left[\frac{\text{кг мазут}}{\text{кг суров нефт}} \right] \quad (3)$$

Съгласно основното уравнение на топлинния баланс можем за запишем [6]:

$$Q_{прих.} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \quad (4)$$

където:

- $Q_{\text{прих}} = G \cdot Q_{\text{д}}^{\text{п}}$, [kJ] представлява количеството топлина внесена с горивото;
- $Q_1 = D \cdot c_p(t_{\text{из}} - t_{\text{вх}})$, [kJ] е полезно усвоената топлина;
- $Q_2 = \chi_2 \cdot G$ – загубите на топлина с изходящи газове;
- $Q_3 = \chi_3 \cdot G$ – загубите на топлина от химично недоизгоряло гориво;
- $Q_4 = \chi_4 \cdot G$ – загубите на топлина от механично недоизгоряло гориво;
- $Q_5 = \chi_5 \cdot G$ – загубите на топлина в околната среда;

Необходимо е да се отбележи, че коефициента на пропорционалност χ , е със размерност [kJ/kg] и представлява специфичната енергия при изгарянето на килограм гориво.

След преобразуване на уравнение 4, за количеството на мазута (горивото) можем да запишем:

$$G = \frac{D \cdot c_p(t_{\text{изх}} - t_{\text{вх}})}{Q_{\text{д}}^{\text{п}} - (\chi_2 + \chi_3 + \chi_4 + \chi_5)} \quad (5)$$

След математически преобразувания зависимостта (3) за разходната норма придобива вида:

$$e = \frac{c_p(t_{\text{изх}} - t_{\text{вх}})}{Q_{\text{д}}^{\text{п}} - (\chi_2 + \chi_3 + \chi_4 + \chi_5)} = \frac{c_p \cdot \Delta t_{\text{пр}}}{Q_{\text{д}}^{\text{п}} - \sum_{i=1}^5 \chi_i}$$

Разделяйки числителя и знаменателя на долната топлина на изгаряне на горивото $Q_{\text{д}}^{\text{п}}$ получваме:

$$e = \frac{c_p \cdot \Delta t_{\text{пр}}}{Q_{\text{д}}^{\text{п}}(1 - \sum_{i=1}^5 q_i)} \quad (7)$$

където:

- q_i са съответните загуби в %.

За настоящото изследване и с цел да се изведе емпирична зависимост, позволяваща бързото и точно определяне на разходната норма за горивото на нагревателната пещ в нефтопреработвателен завод, са въведени следните допускания:

- $Q_{\text{д}}^{\text{п}} = 40000$ [kJ/kg] – долна топлина на изгаряне на мазута;

- загубите на топлина от химично и механично недоизгаряне на горивото са пренебрегнати – Q_3 и $Q_4 \approx 0$;
- загубите на топлина в околната среда, се отчитат по графики в зависимост от мощността на съоръжението и за конкретния случай са приети 5%;
- $c_p = 0,5$ [kJ/kg.K] – специфичния топлинен капацитет на нефта;

След въведените допускания и замествайки ги в уравнение (7), за разходната норма получаваме:

$$e = \frac{\Delta t_{\text{пр}}}{80000(0,95 - q_2)} \quad (8)$$

Резултати и обсъждане

Анализирайки уравнение (7), може да заключи, че определянето на разходната норма зависи основно от три параметъра:

$$e = f(O_2, \Delta t_{\text{пр}}, t_{\text{из}}) \quad (9)$$

Посочените параметри влизат в състава на загубите с изходящи газове (q_2) и в действителност имат най – голям дял от всички загуби.

Представената зависимост (8) позволява да се извършват изчисления, непосредствено във всеки един момент, стига съоръжението да разполага с газ анализатор за определяна на количеството на кислорода и температурни датчици за измерване на съответните температури.

Предложеният математически апарат дава възможност за определяне на разходната норма на горивото и за пещи, които не са за нагряване на течности, а се използват за други цели, например топилка или пещ за метал. Необходимо е в числителя на мястото на " Q_1 ", да се постави съответен израз, а периодичната работа следва да се отчете с коефициент на престоите " $k_{\text{пр}}$ ", който трябва да участва във формирането на загубите топлина в околната среда – q_5 .

$$k_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{пр}}}{t_{\text{т}}} \quad (10)$$

Използването на емпиричните уравнения и познавайки техническите характеристики на съоръженията, качествените характеристики на продукцията и технологичните показатели, ще позволяват

определяне на индивидуалните норми на потребление.

Изводи

Въпреки, че самостоятелното приложение на изчислителния метод изисква наличието на достатъчна изходна информация, той е подходящ за приложение при операции с технологично използване на топлинна енергия, при преработката на нефта.

Определянето на енергопотреблението и енергийното картографиране на индустриалните съоръжения влизаци в състава на нефтепреработвателните заводи, остава критична задача за множество компании по посока реализирането на успешни програми за енергиен мениджмънт.

Проследяването и управлението на консумацията на енергия на промишленото оборудване, чрез различни технически средства и методи, е ключов аспект от програмите за повишаване на енергийната ефективност в съвременната индустрия. Те целят да идентифицират къде е налице най-голям потенциал за реализиране на икономии.

Литература

1. НАРЕДБА № РД-16-346/02.04.2009 г. за показателите за разход на енергия,

енергийните характеристики на промишлени системи, условията и реда за извършване на обследване за енергийна ефективност на промишлени системи.

2. Krystev N., Petrov I., Methodical sequence in modeling and simulation of burning process at gas fuel combustion, Announcements of Union of Scientists Sliven, vol. 37 (2), 2022, pp 81-86, ISSN: 1311 2864

3. Йорданова Д., П. Петрунова, Мониторинг на енергопотребление в индустрията, Енерджи ревю, брой 3, 2023, pp. 14-18, ISSN: 1314-0671.

4. Vicente Feliu-Batlle, Raul Rivas-Perez, Control of the temperature in a petroleum refinery heating furnace based on a robust modified Smith predictor, ISA Transactions, Volume 112, 2021, Pages 251-270, ISSN 0019-0578, <https://doi.org/10.1016/j.isatra.2020.12.006>.

5. A.G. Abilov, Z. Zeybek, O. Tuzunalp, Z. Telatar, Fuzzy temperature control of industrial refineries furnaces through combined feedforward/feedback multivariable cascade systems, Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, Volume 41, Issue 1, 2002, Pages 87-98, ISSN 0255-2701, [https://doi.org/10.1016/S0255-2701\(01\)00119-2](https://doi.org/10.1016/S0255-2701(01)00119-2).

APPLICATION OF THE CALCULATION METHOD FOR DETERMINATION THE NORM RATIONING FUEL CONSUMPTION FOR A HEATING FURNACE IN AN OIL REFINING PLANT

Konstantin KOSTOV¹ Koycho ATANASOV¹ Ivan IVANOV¹ Maria STOYANOVA¹
konstankostov@tu-sofia.bg koycho_atanasov@abv.bg ivov.ivan@abv.bg _stoyanovanina98@abv.bg

¹ Dept. of Mechanical Engineering, Manufacturing and Thermal Engineering, Faculty of Engineering and Pedagogy of Sliven, Technical University – Sofia, Bulgaria,

Abstract

In this article, a practical application of the calculation method is proposed, as a means of determining individual technological norms for apparent energy consumption. These standards, applied to specific facilities and types of production, are the main indicator characterizing the energy efficiency within the boundary of a separate section. They include both the main and auxiliary technological operations. It is necessary to distinguish the subjective and objective factors that influence their determination. An analysis of the structure of the energy flow is carried out, with a concrete example. The draw conclusions and conclusions allow to carry out correct rationing, and also to increase the efficiency of energy resources. For the purposes of this publication, the balance method has been used, and a methodology has been proposed for normalizing fuel consumption for a heating furnace, as a powerful thermal facility of an oil refinery.

Keywords: *balance method, energy resources, consumption rationing, apparent energy consumption*