

3.3.4 ПЕРАЧУНАВАЊЕ СА ЈЕДНЕ УСЛОВНЕ МАСЕ НА ДРУГУ

Однос збира чланова леве стране једначина I и II, а истовремено и однос било којих одговарајућих чланова леве стране, једнак је односу десних страна једначина I и II. Ако се са X_r означи се било која компонента леве стране једначине II, и са X_a било која компонента једначине I и нађе се њихов однос, добија се израз за прерачунавање састава горива са аналитичке на радну масу:

$$\frac{X_a}{X_r} = \frac{100}{100 - W_G}$$

односно

$$X_r = X_a \frac{100 - W_G}{100}$$

На сличан начин добијају се изрази за прерачунавање састава са аналитичке на апсолутно суву масу:

$$C_a + H_a + O_a + N_a + S_{Ga} + A_a = 100 - W_{Ha}$$

$$C_s + H_s + O_s + N_s + S_{Gs} + A_s = 100$$

односно

$$\frac{X_a}{X_s} = \frac{100 - W_{Ha}}{100}$$

или коначно

$$X_s = X_a \frac{100}{100 - W_{Ha}}$$

Аналогно претходним извођењима добијају се изрази за прерачунавање чисте гориве масе са аналитичке масе и органске масе са аналитичке масе;

$$X_r = X_a \frac{100}{100 - W_{Ha} - A_a}, \quad X_o = X_a \frac{100}{100 - W_{Ha} - A_a - S_{Ga}}$$

као и међусобни односи између апсолутно суве масе и чисте гориве масе, апсолутно суве масе и органске масе, и органске масе и чисте гориве масе.

4 ОСНОВИ САГОРЕВАЊА

Сагоревање представља сложен физичко-хемијски процес оксидације горива праћен интензивним ослобађањем топлоте. У наставку, процес сагоревања ће бити разматран крајње упрошћено, разматрањем само почетног и крајњег стања процеса (Слика 4.1).

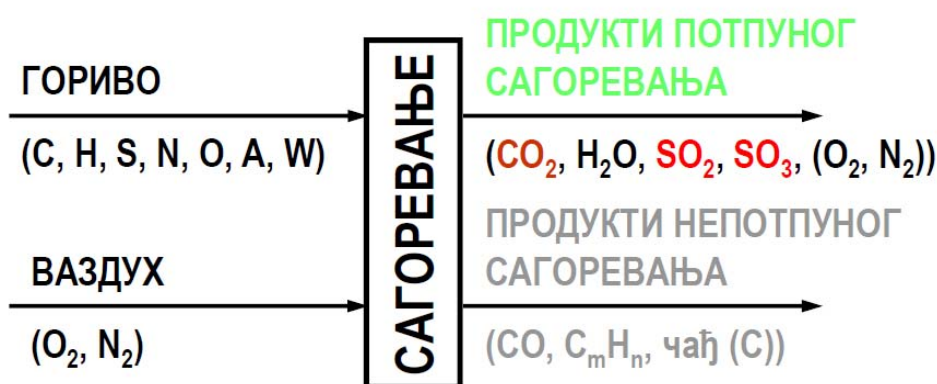


Слика 4.1: Шематски приказ процеса сагоревања

За одвијање процеса сагоревања, поред одређеног степена загрејаности горива неопходно је потребна и одређена количина кисеоника. Зависно од количине кисеоника доведене у процес, сагоревање може бити потпуно или непотпуно (Слика 4.2). При потпуном сагоревању, у општем случају, продукте сагоревања чине:

- CO_2 - настао сагоревањем угљеника из горива,
- H_2O - настала сагоревањем водоника из горива, као и од влаге која потиче из горива,
- SO_2 - настао сагоревањем сумпора из горива,
- N_2 - потиче од азота из ваздуха који се користи за одвијање процеса сагоревања и из горива,
- O_2 - потиче из ваздуха који се користи за процес сагоревања.

Угљен-диоксид*, водена пара односно вода и сумпор-диоксид представљају праве продукте сагоревања, азот и кисеоник чине условне продукте сагоревања јер највећим делом потичу из ваздуха који се доводи у процес сагоревања.



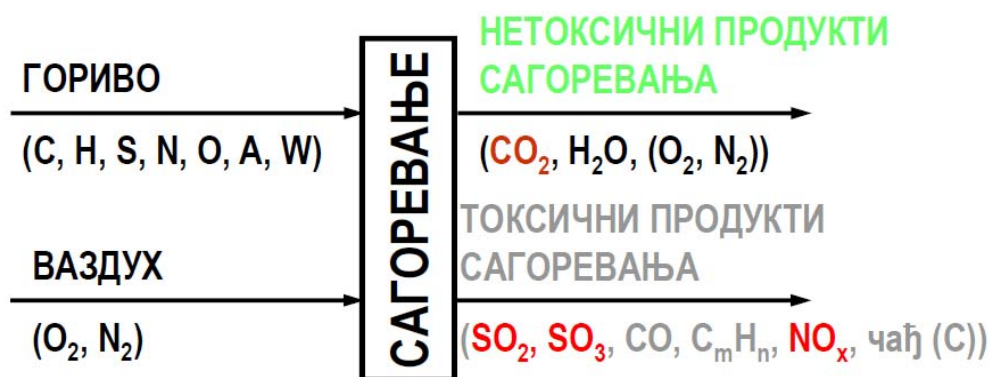
Слика 4.2. Подела продуката сагоревања према критеријуму потпуности сагоревања

* Напомена: И поред тога што је CO_2 нетоксичан гас, треба водити рачуна да је он један од главних узрочника настајања ефекта „стаклене баиште“ – загревања планете Земље.

При непотпуном сагоревању, поред продуката потпуног сагоревања, у крајњим продуктима сагоревања налазе се и гориве компоненте, које би, да је сагоревање било потпуно, ослободиле одређену количину топлоте коју садрже. Продукти непотпуног сагоревања су:

- CO - настао непотпуним сагоревањем угљеника из горива,
- C_mH_n - несагорели угљоводоници,
- H_2 - несагорели водоник, и
- C - несагорели угљеник у чађи, пепелу и др.

Продукти потпуног и непотпуног сагоревања могу се поделити и према критеријуму токсичности (Слика 4.3) на нетоксичне и токсичне продукте сагоревања.



Слика 4.3: Подела продуката сагоревања према критеријуму токсичности

Теоријски посматрано сагоревање ће бити увек потпуно, ако је количина кисеоника, доведена у процес већа или најмање једнака теоријској количини кисеоника за потпуно сагоревање и обрнуто: сагоревање ће бити увек непотпуно, ако је количина кисеоника која учествује у процесу сагоревања мања од теоријске. Потпуним сагоревањем ослобађа се укупна, максимална количина топлоте, садржана у гориву, док при непотпуном постоје увек одређени губици.

Процес сагоревања може; бити савршен и несавршен. И поред обезбеђивања довољне количине кисеоника за потпуно сагоревање и веће од теоријске, у продуктима сагоревања налазе се несагореле компоненте горива - услед несавршености процеса.

Зависно од агрегатног стања компонената које учествују у процесу (горива и оксидатора - најчешће ваздух) сагоревање може бити хомогено, ако су гориво и ваздух у истом агрегатном стању (пример сагоревања гасовитих горива) и хетерогено, ако су гориво и ваздух у различитим агрегатним стањима (пример сагоревања чврстог горива - угаљ).

4.1 СТЕХИОМЕТРИЈСКЕ ЈЕДНАЧИНЕ САГОРЕВАЊА

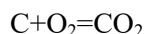
Стехиометријске једначине сагоревања су једначине које дефинишу:

- односе у којим се међусобно једине угљеник, водоник и сумпор са кисеоником,
- теоријску количину кисеоника, односно, ваздуха потребну за потпуно сагоревање,
- количину продуката сагоревања која настаје у процесу сагоревања и
- количину топлоте која се ослобађа у процесу сагоревања.

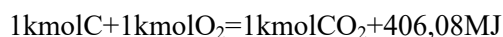
Ове једначине, написане за све гориве елементе, истовремено омогућавају одговарајући прорачун за било које реално гориво.

4.1.1 СТЕХИОМЕТРИЈСКА ЈЕДНАЧИНА САГОРЕВАЊА УГЉЕНИКА

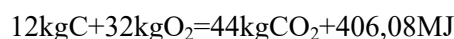
Реакција потпуног сагоревања угљеника може се приказати изразом:



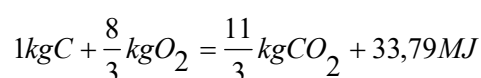
Узимајући за јединицу количине супстанције 1 kmol, добија се:



односно

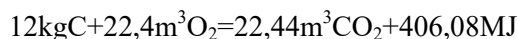


или

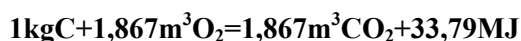


Претходна једначина представља класичну стехиометријску једначину: за потпуно сагоревање једног килограма угљеника неопходно је потребна количина од $8/3$ kg кисеоника и при тој реакцији настаје $11/3$ kg угљен-диоксида и развија се количина топлоте од 33,79 MJ.

Она се може, зависно од начина изражавања, представити и на следећи начин:



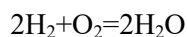
или



Аналогно претходном, један килограм угљеника при потпуном сагоревању троши 1,867 кубних метара кисеоника и као резултат реакције настаје 1,867 кубних метара угљен-диоксида и количина топлоте од 33,79 MJ.

4.1.2 СТЕХИОМЕТРИЈСКА ЈЕДНАЧИНА САГОРЕВАЊА ВОДОНИКА

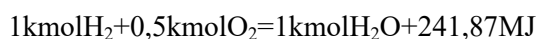
Реакција потпуног сагоревања водоника изражава се једначином:



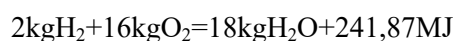
Узимајући, као и раније, за јединицу количине супстанције 1 kmol, добија се:



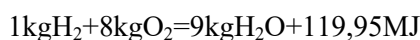
Количина топлоте Q која настаје сагоревањем једног килограма водоника може имати две вредности, зависно од тога да ли је вода охлађена на околну температуру или остаје у парном стању. За случај када се водена пара налази у парном стању добија се нешто мања количина топлоте (мања за топлоту добијену кондензацијом водене паре) која износи 271,87 MJ/kmol, па горња једначина гласи:



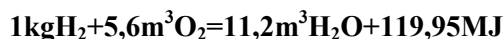
или



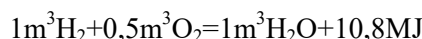
Напомена: Количина топлоте настала сагоревањем 1 kg водоника није једнака половини вредности 241,87 MJ, јер је тачна вредност молекулске масе водоника 2,016, а не 2, како је у једначинама, због једноставности приказано. Стехиометријска једначина сагоревања водоника може се приказати у следећем облику:



Стехиометријска једначина сагоревања водоника може се написати и на следећи начин:

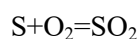


или

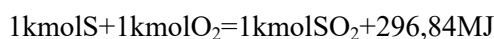


4.1.3 СТЕХИОМЕТРИЈСКА ЈЕДНАЧИНА САГОРЕВАЊА СУМПОРА

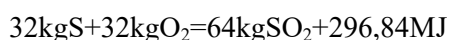
Реакција потпуног сагоревања сумпора гласи:



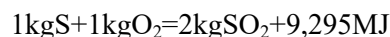
односно



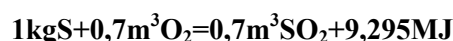
или



Стехиометријска једначина сагоревања јединице масе сумпора, коначно, гласи:



или



4.2 ОСНОВИ ПРОРАЧУНА ПРОЦЕСА САГОРЕВАЊА

При пројектовању и избору опреме прорачун процеса сагоревања врши се на основу познатих података о гориву - података елементарне и техничке анализе горива и података из стехиометријских једначина сагоревања, уз коришћење постојећих сазнања и искустава.

4.2.1 ОСНОВИ ПРОРАЧУНА САГОРЕВАЊА НА БАЗИ ПОЗНАТОГ САСТАВА ГОРИВА

На бази познатог састава горива израчунавају се теоријска количина кисеоника односно ваздуха, стварна количина ваздуха, количина и састав продуката сагоревања и температура сагоревања.

4.2.1.1 Одређивање теоријске количине кисеоника за потпуно сагоревање

Теоријска количина кисеоника представља најмању неопходну количину кисеоника за потпуно сагоревање свих горивих елемената горива. Теоријска количина кисеоника обележава се са O_{\min} и изражава се у (kg/kg) или (m^3/kg) за чврста и течна горива, а у (m^3/m^3) за гасовита горива.

Теоријска количина кисеоника једног реалног горива израчунава се на основу познатог елементарног састава горива и теоријских количина кисеоника за потпуно сагоревање свих горивих елемената.

4.2.1.1 Одређивање теоријске количине кисеоника за чврста горива

Теоријска количина кисеоника добија се из збира производа теоријских количина кисеоника за сваки гориви елемент и масеног учешћа истог елемента у гориву, умањеног за количину кисеоника у самом гориву, која се може искористити у процесу сагоревања. Умањење теоријске количине кисеоника за количину кисеоника у самом гориву се не примењује за угљеве, док се тај члан узима у обзир када су у питању течна и гасовита горива.

После замене одговарајућих вредности за O_{\min} за гориве елементе С, Н и S добија се:

$$O_{\min} = \frac{8}{3}g_C + 8g_H + g_S - g_O, \quad \text{kg/kg}$$

односно:

$$O_{\min} = 1,867g_C + 5,6g_H + 0,7g_S - 0,7g_O = 1,867g_C + 5,6(g_H - \frac{g_O}{8}) + 0,7g_S, \quad \text{m}^3/\text{kg}$$

4.2.1.2 Одређивање теоријске количине ваздуха за потпуно сагоревање

Теоријска количина ваздуха израчунава се на основу познате теоријске количине кисеоника и учешћа кисеоника у ваздуху. Ова величина обележава се са L_{\min} и одређује се према:

$$L_{\min} = \frac{O_{\min} \text{ (kg / kg)}}{0,232} \quad \text{kg/kg}$$

$$L_{\min} = \frac{O_{\min} \text{ (m}^3 \text{ / kg)}}{0,21} \quad \text{m}^3/\text{kg}$$

$$L_{\min} = \frac{O_{\min} \text{ (m}^3 \text{ / m}^3\text{)}}{0,21} \quad \text{m}^3/\text{m}^3$$

где су 0,232 и 0,21 заокружене вредности масеног и запреминског учешћа кисеоника у ваздуху.

4.2.1.3 Стварна количина ваздуха и коефицијент вишка ваздуха

Како одвијање и потпуност процеса сагоревања у знатној мери зависе од услова и квалитета образовања смеше горива и ваздуха, теоријска количина кисеоника односно ваздуха није у стању да обезбеди потпуно сагоревање. Ова теоријска количина ваздуха може бити довољна за обезбеђивање потпуног сагоревања гасовитих горива само при идеалним условима. При сагоревању чврстих и течних горива, а не ретко и гасовитих, услови образовања смеше су далеко од идеалних. Због тога се у простор у коме се процес сагоревања одвија доводи нешто већа количина ваздуха у односу па прорачунату, теоријску. Ова величина назива се стварна количина ваздуха и обележава се са L . Између стварне и теоријске количине ваздуха може се, зависно од начина изражавања, успоставити веза:

$$L = \lambda L_{\min}, \quad \text{kg/kg, m}^3/\text{kg, m}^3/\text{m}^3$$

Константа сразмерности λ назива се коефицијент вишка ваздуха и представља однос стварне и теоријске количине ваздуха. Из горњег израза се и дефинише коефицијент вишка ваздуха:

$$\lambda = \frac{L}{L_{\min}}$$

Економично сагоревање природних гасовитих горива и уља за ложење могуће је при малим вредностима коефицијента вишка ваздуха ($\lambda=1,05-1,15$), јер се може успешно организовати добро образовање смеше. Насупрот овом, нарочито тешко је обезбедити сагоревање чврстог горива - угља у слоју, па у овим условима коефицијент вишка ваздуха достиже вредност 1,4-1,5. При сагоревању угља у лету, када је угаљ фино самлевен на величину од неколико десетина до неколико стотина микрометара, вредност коефицијента вишка ваздуха је у границама 1,2-1,25. И поред тога што се сагоревањем са коефицијентом вишка ваздуха мањим од 1 губи део топлоте, код ото мотора са унутрашњим сагоревањем је при $\lambda=0,85-0,9$ највећа брзина сагоревања, па према томе и највећа снага.

4.2.1.4 Количина и састав продуката сагоревања

Подаци о количини и саставу продуката сагоревања заједно са теоријском количином ваздуха дају низ података како за избор опреме, тако и за одређивање температуре сагоревања, топлотних губитака са димним или издувним гасовима, потпуности процеса сагоревања, за састављање термичког прорачуна и др.

У условима потпуног сагоревања када је $\lambda \geq 1$ у општем случају у продуктима сагоревања налазе се CO_2 , H_2O , SO_2 , N_2 , O_2 и чврст несагориви остатак – пепео.

4.2.1.4.1 Продукти сагоревања чврстих горива при $\lambda > 1$

Израчунавање продуката сагоревања врши се на основу познатог елементарног састава горива и стехиометријских једначина сагоревања. За чврста горива количина продуката сагоревања (угљен-диоксида и воде) се одређује на следећи начин:

$$V_{\text{CO}_2} = 1,867g_C \quad \text{m}^3/\text{kg}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 11,2g_H + 1,24(g_W + g_{W1}) \quad \text{m}^3/\text{kg},$$

јер се у продуктима сагоревања поред воде настале сагоревањем водоника налази и вода која потиче из горива (влага) - g_W и влаге из ваздуха (услед његове влажности) - $g_{W'}$. У техничким прорачунима претпоставља се да је $g_{W'}=0$, тј. садржај влаге у ваздуху се занемарује. Количина сумпор-диоксида израчунава се по следећем обрасцу:

$$V_{\text{SO}_2} = 0,7g_S, \quad \text{m}^3/\text{kg}$$

Поред „правих“ продуката сагоревања CO_2 , H_2O и SO_2 у продуктима сагоревања налази се и азот, из ваздуха који је учествовао у процесу, и кисеоник, ако је коефицијент вишка ваздуха већи од 1. Количина кисеоника и азота у продуктима сагоревања одређује се према следећим обрасцима:

$$V_{\text{N}_2} = 0,79L + 0,8g_N, \quad \text{m}^3/\text{kg}$$

$$V_{\text{O}_2} = 0,21(L - L_{\min}) = 0,21(\lambda - 1)L_{\min}, \quad \text{m}^3/\text{kg}$$

4.2.1.4.2 Количине продуката сагоревања

Израчунавање количине продуката сагоревања врши се на основу познатих, односно израчунатих вредности појединих компонената продуката сагоревања. У општем случају количина продуката сагоревања изражава се збиром количина појединих продуката сагоревања. При томе разликују се влажни и суви продукти сагоревања, зависно да ли се у саставу налази вода или не. У условима потпуног сагоревања количина влажних продуката сагоревања једнака је:

$$V_v = V_{CO_2} + V_{H_2O} + V_{SO_2} + V_{N_2} + V_{O_2}, \quad m^3/kg$$

а количина сувих продуката сагоревања:

$$V_s = V_v - V_{H_2O} = V_{CO_2} + V_{SO_2} + V_{N_2} + V_{O_2}, \quad m^3/kg$$

Одговарајући изрази, зависно од врсте горива, могу се приказати на следећи начин:

– за чврста горива

$$V_v = 1,867g_C + 11,2g_H + 1,24g_W + 0,7g_S + 0,79L + 0,8g_N + 0,21(\lambda - 1)L_{\min}, \quad m^3/kg$$

– за течна горива

$$V_v = \frac{22,4m}{12m + n} + \frac{11,2n}{12m + n} + 0,79L + 0,21(\lambda - 1)L_{\min}, \quad m^3/kg$$

– за гасовита горива

$$\begin{aligned} V_v = & r_{CO_2} + r_{CO} + r_{CH_4} + \sum_{i=1}^k r m_i + \\ & + r_{H_2} + 2r_{CH_4} + r_{H_2S} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k r n_i + \\ & + 0,79L + r_{N_2} + 0,21(\lambda - 1)L_{\min} + r_{H_2S}, \quad m^3/kg \end{aligned}$$

4.2.1.4.3 Састав продуката сагоревања

Учешће појединих компонената у укупној количини продуката сагоревања израчунава се једноставно: односом количине одговарајуће компоненте и укупне количине продуката сагоревања. С обзиром на претходни став, састав продуката сагоревања може се израчунати с обзиром на влажне и суве продукте сагоревања. Састав влажних продуката сагоревања биће:

$$CO_{2v} = \frac{V_{CO_2}}{V_v} 100, \quad \% V/V$$

$$N_{2v} = \frac{V_{N_2}}{V_v} 100, \quad \% V/V$$

$$H_2O_v = \frac{V_{H_2O}}{V_v} 100, \quad \% V/V$$

$$O_{2v} = \frac{V_{O_2}}{V_v} 100, \quad \% V/V$$

$$SO_{2v} = \frac{V_{SO_2}}{V_v} 100, \quad \% V/V$$

Састав сувих продуката сагоревања израчунава се према следећим изразима:

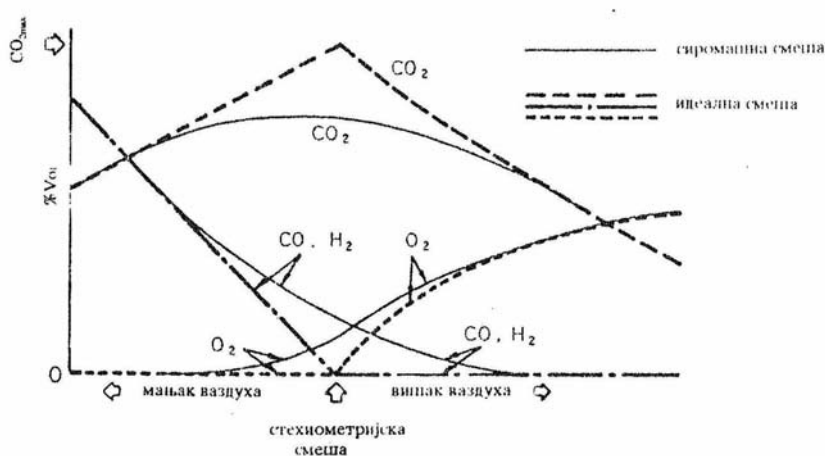
$$CO_{2s} = \frac{V_{CO_2}}{V_s} 100, \quad \% V/V$$

$$N_{2s} = \frac{V_{N_2}}{V_s} 100, \quad \% V/V$$

$$SO_{2s} = \frac{V_{SO_2}}{V_s} 100, \quad \% V/V$$

$$O_{2s} = \frac{V_{O_2}}{V_s} 100, \quad \% V/V$$

Вредност процентуалног садржаја угљен-диоксида у сувим продуктима сагоревања при стехиометријском коефицијенту вишка ваздуха ($\lambda=1$) представља максималну вредност CO_2 за одређено гориво и обележава се са CO_{2max} (Слика 4.4).



Слика 4.4: Састав теоријских и стварних продуката сагоревања

У прорачунима се, такође, често користи збир троатомних сувих продуката сагоревања – угљен-диоксида и сумпор-диоксида, који се обележава са RO_2 .

$$RO_2 = CO_2 + SO_2$$

Аналогно претходном ставу, биће онда и

$$RO_{2max} = CO_{2max} + SO_{2max}$$

4.3 ТЕМПЕРАТУРА САГОРЕВАЊА

Температура сагоревања представља температуру коју имају гасовити продукти, као резултат загревања топлотом која је настала сагоревањем горива. Температура сагоревања управно је пропорционална топлотној моћи горива, а обрнуто пропорционална топлоти потребној за загревање продуката сагоревања до температуре сагоревања, односно обрнуто је пропорционална производу запремина продуката сагоревања и њихових средњих специфичних топлотних капацитета – топлотном капацитету.

Разликују се калориметарска, теоријска и стварна температура сагоревања.

Под калориметарском температуром сагоревања подразумева се температура сагоревања коју имају продукти сагоревања при потпуном сагоревању, при чему не долази до топлотних губитака насталих

дисоцијацијом продуката сагоревања на повишеним температурама и услед размене топлоте са околином.

Теоријска температура сагоревања узима у обзир дисоцијацију продуката сагоревања, а не и размену топлоте са околином.

Стварна температура сагоревања одређује се узимајући у обзир и дисоцијацију продуката сагоревања и топлотне губитке услед размене топлоте са околином.

Максимална вредност температуре сагоревања добија се за случај калориметарске температуре сагоревања када се процес одвија са стехиометријским коефицијентом вишка ваздуха ($\lambda=1$).

У општем случају, температура сагоревања се одређује из енергетског биланса

$$h_G + L_s h_v + H_d = t_s \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k V_i c_{pmi}$$

где су:

h_G - енталпија горива,

L_s - стварна количина ваздуха,

h_v - енталпија ваздуха,

H_d - доња топлотна моћ,

V - запремина i -те компоненте продуката сагоревања,

c_{pmi} - средњи специфични топлотни капацитет i -те компоненте продуката сагоревања у температурском интервалу $t_o - t_s$.

У претходном изразу занемарена је количина топлоте која се троши на загревање пепела до температуре t_s . Ова претпоставка је коректна у потпуности само за гасовита и течна горива. За израчунавање температуре сагоревања чврстих горива потребно је узети у обзир и количину пепела и одговарајући специфични топлотни капацитет.

Из претходног изразија следи да се температура сагоревања t_s може израчунати на следећи начин:

$$t_s = \frac{h_G + L_s h_v + H_d}{\sum_{i=1}^k V_i c_{pmi}}, \quad ^\circ\text{C}$$

или развијено

$$t_s = \frac{h_G + L_s h_v + H_d}{V_{CO_2} c_{pmCO_2} + V_{C_2O} c_{pmH_2O} + V_{N_2} c_{pmN_2} + \dots}, \quad ^\circ\text{C}$$

Израз за израчунавање теоријске температуре сагоревања биће једнак горњем изразу допуњен губицима услед дисоцијације Q_d :

$$t_s = \frac{h_G + L_s h_v + H_d - Q_d}{\sum_{i=1}^k V_i c_{pmi}}, \quad ^\circ\text{C}$$

Стварна температура сагоревања израчунаваће се према изразу:

$$t_s = \frac{h_G + L_s h_v + H_d - Q_d - Q_{lg}}{\sum_{i=1}^k V_i c_{pmi}}, \quad ^\circ\text{C}$$

где је:

Q_{ig} - количина топлоте изгубљена услед размене топлоте са околином.

За случај да се у продуктима сагоревања налазе и гориве компоненте, као последица несавршеног и непотпуног сагоревања, потребно је, у бројиоцу израза за израчунавање температуре сагоревања, умањити вредност топлотне моћи за количину топлоте која се налази у овим горивим компонентама продуката сагоревања.

У том случају, најопштији израз за израчунавање температуре сагоревања би гласио:

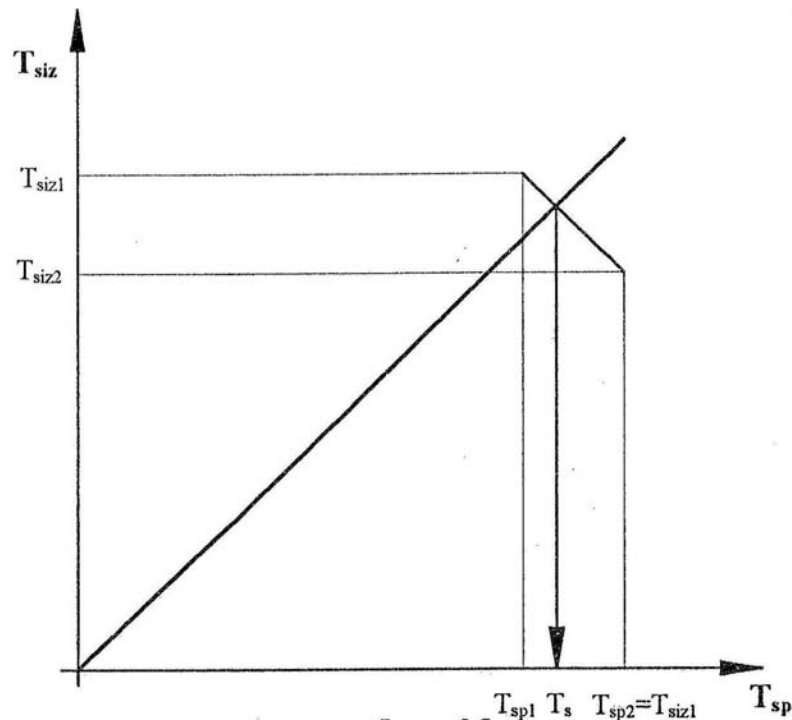
$$t_s = \frac{h_G + L_s h_v + H_d - H_{ps} - Q_d - Q_{ig}}{\sum_{i=1}^k V_i c_{pmi}}, \quad ^\circ\text{C}$$

где је:

H_{ps} - губитак услед непотпуног сагоревања.

Одређивање температуре сагоревања отежано је непознавањем средњих специфичних топлотних капацитета у интервалу $t_o - t_s$, јер није позната температура сагоревања која се тражи, па се бројне вредности средњих специфичних топлотних капацитета не могу узети из таблица. Од низа итеративних метода за одређивање температуре сагоревања биће изложена графичка метода која омогућава да се већ после два „корака“ прорачуна одреди температура сагоревања, са довољном тачношћу, за техничке прорачуне.

Да би се одредила температура сагоревања, на овај начин, потребно је да се за гориво, чија се температура сагоревања одређује, претпостави температура сагоревања (t_{sp1}). За ову претпостављену температуру сагоревања могуће је сада одредити вредности средњих специфичних топлотних капацитета, па онда и израчунати температуру сагоревања (t_{siz1}). Израчуната температура сагоревања на овај начин више или мање ће се разликовати од претпостављене. У следећем кораку, користи се ова израчуната температура сагоревања, као полазна, претпостављена ($t_{sp2}=t_{siz1}$) и за њену вредност се узимају вредности средњих специфичних топлотних капацитета из таблица. Температура сагоревања се израчунава поново (t_{siz2}). Добијене вредности температура сагоревања наносе се у дијаграм (Слика 4.5) на чијој се апсциси наносе претпостављене вредности температура сагоревања, а на ординати – израчунате вредности температура сагоревања. У дијаграм се уцртава права $t_{siz}=t_{sp}$ (t_{siz} – израчуната температура сагоревања t_{sp} – претпостављена температура сагоревања), на којој се, у n -том кораку мора налазити тачна вредност температуре сагоревања. Повлачећи дуж која спаја две добијене тачке из прва два корака за температуру сагоревања, добија се пресек са правом $t_{siz}=t_{sp}$. Овај пресек одређује приближно температуру сагоревања.



Слика 4.5: Поступак одређивања температуре сагоревања графо-аналитичком методом

Температура сагоревања може да се израчуна и на основу примене познатих израза за промену специфичног топлотног капацитета од температуре:

$$c_{pm_i} \Big|_{t_o}^{t_s} = \int_{t_o}^{t_s} \frac{c_p dT}{t_s - t_o}$$

Применом ових израза, може се одредити температура сагоревања директним путем узимајући за зависност промене специфичног топлотног капацитета од температуре

$$c_p = a + bt$$

После замене и сређивања добија се следећи израз:

$$c_{pm} = a + \frac{b}{2}(t_s + t_o)$$

Заменом у израз за израчунавање температуре сагоревања добија се

$$t_s = \frac{h_G + L_s h_v + H_d}{\sum_{i=1}^n V_i \left[a_i \frac{b_i}{2} (t_s + t_o) \right]} + t_o$$

Уводећи ознаке

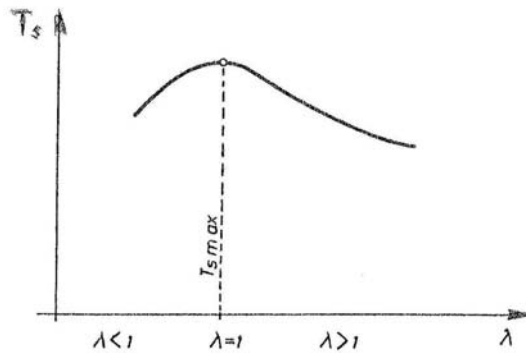
$$\sum V_i a_i = A, \quad \sum V_i b_i = B, \quad h_G + L_s h_v + H_d = C_1$$

добија се квадратна једначина по t_s

$$Bt_s^2 + At_s - [(A + B)t_o + C_1] = 0$$

чијим решавањем директно, без итеративних поступака, добија се температура сагоревања.

За одређено гориво максимална вредност температуре сагоревања одређена је коефицијентом вишка ваздуха једнаким 1: за вредности коефицијента вишка ваздуха мање од 1 (у области богате смеше), количина топлоте услед непотпуног сагоревања је мања, па ће и температура сагоревања бити нижа. За вредности коефицијента вишка ваздуха веће од 1, већа је количина продуката сагоревања у односу на $\lambda=1$ (услед вишка ваздуха) па ће и поред потпуности сагоревања, температура сагоревања бити мања (Слика 4.6).



Слика 4.6: Промена температуре сагоревања у зависности од коефицијента вишка ваздуха