XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

VEGYES TÜZELÉSŰ ERŐMŰVI GŐZKAZÁN SUGÁRZÁSOS ÉS KONVEKTÍV HŐÁTADÁSÁNAK SZÁMÍTÁSA

Fülöp Tamás¹, Dr. Kapros Tibor², Dr. Szűcs³ István, Aranyos József⁴

Abstract

In the research work we examined the fuels, and the combustion technique parameters of fuels in mixed heating for industrial steam boilers. We used the examination of the mixture of four components, namely blast furnace gas, coke oven gas, natural gas, fuel oil. We need to cognitive the calculation in the burners type by the steam boiler, value of flame temperature in the burners firing mixed fuels. We examined the combustion square of steam boiler in the heat tubes with the convection of the water-and steam-course, respectively with the radiation of the flue gas got heat circulation, considering radiant component of flue gas, the combustion technique on the given temperature calculated (with iterál), number of Reynolds, Prandtl and we calculated with the Nusselt number the α konvektív heat transfer coefficient. We calculated the heat tubes temperature from the side of steam and flue gas in the combustion square.

Összefoglalás

Publikációnkban ismertetjük a vegyes tüzelésű ipari gőzkazánokban alkalmazott tüzelőanyagokat, illetve a tüzelőanyagok tüzelési paramétereit. A vizsgálatoknál a négy komponens keverékét használtuk, nevezetesen a kohógázét, kamragázét, földgázét, és a fűtőolajét. A számításokhoz szükséges megismernünk az üzemben működő égőberendezéseket, az égőkben eltüzelt tüzelőanyag keverékek elégetésekor kialakuló láng hőmérséklet értékeket. Vizsgáltuk a kazánok tüztérében a forrcsövekben áramló víz és gőz konvekcióval, illetve a füstgáz sugárzásával megvalósuló hőforgalmat, figyelembe véve a füstgáz sugárzó komponenseit, iterálás útján meghatározott, adott hőmérsékletre számolt hőtechnikai paramétereket, Reynolds számot, Prandtl számot, valamint a Nusselt szám segítségével meghatároztuk az α konvektív hőátadási tényezőt. Kiszámítottuk a tüztérben levő forrcsövek füstgáz és vízgőz oldali hőmérsékletét is.

Bevezetés

A kutatómunkánkban erőművi gőzkazánokban vegyes tüzelés hatására kialakuló sugárzásos és konvekciós hőátadás modelljeit, eredményeit mutatom be. Az üzemben levő kazánparkban a VII., VIII., IX. számú kazánnal foglalkoztunk. A láng hőmérséklet értékeket kazánonként két különböző típusú égőre vonatkozóan egyenként számítottuk ki. A két égőtípus közül az egyik a KFT típusú égő,

amelyen kohógáz és földgáz, a másik égő típusjele GRC, ebben kamragázt, földgázt és fűtőolajat tüzelnek el, a kazánok 4 sarkán 2-2 égővel. A KFT típusú égőnél, a földgázt támasztó tüzelés jelleggel alkalmazzák a VII-VIII. sz. kazánok esetében.

A kazánparkban az átépített kazánok közül a IX. számú berendezés eltérő kivitelű. Itt a mellső falon elhelyezett frontégők 3 sorban, soronként 3 égővel vannak beépítve. A IX. sz. kazánban 4 darab kohógáz-földgáz égőt és 5 darab földgáz-fűtőolaj égőt építettek be. Az alsó sorban egy nagyteljesítményű speciális kohógáz-földgáz égőt helyeztek el (23-23 MW teljesítményű égők). A nagy kapacitású földgázégőn kívül üzemel még egy 4 MW teljesítményű támasztóláng égő is a IX. sz. kazán speciális égőjében. A GRC (földgáz-fűtőolaj) típusú égőkön a IX. számú kazánnál nincs kamragáz elégetés, ugyanis a kokszolóból érkező kamragáz mennyiségét a többi kazánban biztonságosan el lehet tüzelni.

1. A kazánok tüzelési paramétereinek számítása különböző időszakokban

A 2005. évi termelési adatokból, kazánonként, téli-nyári időszakra vonatkozóan kiválasztottunk egy-egy jellemző (referencia) napot. Az égők adiabatikus lánghőmérsékletének meghatározása első közelítésben az (1)-es képlettel történt, eredményei az 1. táblázatban láthatók [1]:

$$T_{adiabatikus} = \frac{Q_{össz}}{\dot{V}_{fsg nedv} \cdot c_{p fsg nedv}} \quad [K] \quad (1)$$

A négyféle tüzelőanyag lánghőmérsékletének meghatározásánál a pirometrikus hatásfokot, az eddigi szakmai tapasztalatok alapján 0,7-nek vettük fel. A gyakorlati lánghőmérsékletet a KFT és a GRC típusú égők esetén külön-külön határoztuk meg a (2) és (3) összefüggések alapján [2].

$$T_{lángKFT} = T_{lángKH} \cdot a^* + T_{lángFG} \cdot d^* \quad [K] \quad (2)$$

$$T_{lángGRC} = T_{lángKM} \cdot b^* + T_{lángFG} \cdot d^* + T_{lángFO} \cdot e^* \quad [K] \quad (3)$$

Az a^*, b^*, d^*, e^* kalorikus részarányok az adott égőtípusra jellemzőek. A KFT típusú égőnél a kohógáz (a^*)-földgáz (d^*) részarány, a GRC típusú berendezésnél a kamragáz (b^*)-földgáz (d^*)-könnyű kénmentes fűtőolaj (e^*) részarányt vettük figyelembe.

1. táblázat Az egyes égőtípusok adiabatikus és gyakorlati lánghőmérséklete

Kazánsorszámok és időszakok	Adiabatikus lánghőm. [K]		Gyakorlati lánghőm. [K]	
	T láng KFT	T láng GRC	T láng KFT gvak	T láng GRC gvak
VII-VIII. sz. nyári	1849	2313	1294	1619
VII-VIII. sz. téli	1690	2299	1183	1609
IX. sz. nyári	1721	2253	1205	1577
IX. sz. téli	1676	2263	1173	1584

A KFT és a GRC típusjelű égők gyakorlati lánghőmérsékletét a kazánok nyári, illetve téli időszakára vonatkozóan az 1. ábrán mutatjuk be.

1. ábra A KFT és a GRC típusjelű égők gyakorlati lánghőmérséklete nyári és téli időszakban

Az 1. ábrából jól látható, hogy a KFT típusú égő adiabatikus lánghőmérséklete jóval kisebb a GRC típusú égőnél, ami a KFT égőben eltüzelt földgáz támasztógáz mellett az alacsony kohógáz fűtőértékkel magyarázható. Tehát a kohógáz- támasztó földgáz arány nagymértékben befolyásolja az egyes égők lánghőmérsékletét, mivel jelen esetben a téli időszakban több kohógázt viszünk be, mint a nyári időszakban, és a kohógáz alacsony fűtőértéke leviszi a lánghőmérsékleteket. A 2. táblázatban az egyes kazánok adiabatikus és gyakorlati lánghőmérsékleteit láthatjuk különböző időszakokban.

2. táblázat Az adiabatikus és gyakorlati lánghőmérsékletek különböző időszakokban

Kazánsorszámok és időszakok	T _{láng kev} [K] adiabatikus	T _{láng kev} [K] gyakorlati
VII-VIII. sz. nyári	1927	1349
VII-VIII. sz. téli	1959	1371
IX. sz. nyári	2001	1401
IX. sz. téli	1876	1313

2. Sugárzásos hőátadás a kazán tűzterében

A tűztéri sugárzásos hőátadás a (4)-es kifejezésből határozható meg.

$$q_{fsg} = c_0 \cdot \frac{\varepsilon_{fsg} \cdot \varepsilon_{cs eff}}{\varepsilon_{fsg}(1 - \varepsilon_{cs eff}) + \varepsilon_{cs eff}} \left[\left(\frac{T_{fsg}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{cs}}{100} \right)^4 \right] \left[\frac{W}{m^2} \right], \quad (4)$$

ahol c_0 -Stephan-Boltzman állandó [W/m^2K^4], $\varepsilon_{cs eff}$ - a cső effektív emissziós tényezője, T_{fsg} - átlagos füstgáz hőmérséklet [K], T_{cs} - a csőfal külső hőmérséklete [K], ε_{fsg} - a füstgáz emissziós tényezője [3].

A számolást az egyes emissziós tényezők meghatározásával kezdtük, a CO₂-re, H₂O-ra, füstgázra, és az acélcsővekre. A füstgázkomponensek sugárzási együtthatója a hőmérséklettől, továbbá a sugárzó komponensek parciális nyomásának és a tüztér geometriai kialakítását jellemző optikai úthossznak a szorzatától (p's) függ. A füstgáz emissziós tényezőjét az(5)-ös kifejezés felhasználásával számoltuk ki.

$$\varepsilon_{fsg} = \varepsilon_{CO_2} + \varepsilon_{H_2O} - \Delta\varepsilon_1 + \Delta\varepsilon_2 \quad (5)$$

ahol $\varepsilon_{CO_2}, \varepsilon_{H_2O}$ - a CO₂ és a H₂O emissziós tényezője,

$\Delta\varepsilon_1, \Delta\varepsilon_2$ - a füstgáz sugárzó komponenseinek korrekciós tényezője [3].

A T_{cs} értékét a teljes hőforgalom ismeretében iteratív módon határoztuk meg. A forrcsővek hőmérsékleteinek meghatározásánál a belső felületen konvektív hőátadással számoltunk, míg a tüztérben levő füstgáz esetén mind a konvektív, mind a sugárzásos hőátadást figyelembe vettük.

3. Konvektív hőcsere a tüztérben

A tüztéri és a faltúlhevítőkben kialakult konvektív hőcsere folyamatában csak a membránfalhoz közeli füstgázrétegek vesznek részt. A konvektív hőcsere a csőfal külső felülete mentén és a csővekben áramló víz, ill. gőz között valósul meg. A számítások során meghatároztuk az egyes füstgáz alkotó komponensek arányát az összes keletkezett füstgáz mennyiségéhez képest. A füstgáz hőfizikai adatait 850 °C-os, a vízgőzét a forrcsővekből felszálló gőz 250 °C-os hőmérsékletével számítottuk. Ezek figyelembevételével határoztuk meg a kinematikai viszkozitást, a Reynolds számot, Prandtl számot, a Nusselt számot és az α hőátadási tényezőket mind a gőzre, mind a füstgázra. A 'k' hőátbocsátási tényező, a Nusselt szám, a hővezetési tényező, a hidraulikus átmérő, illetve a forrcsővek belső átmérőinek ismeretében a tüztéri konvektív hőáram meghatározható.

Az anyagjellemzőket a [4]. irodalom táblázatai alapján vettük fel.

Irodalomjegyzék

- [1] ME, Műszaki Anyagtudományi Kar, Tüzeléstani és Hőenergia Tanszék: Kazánüzem tüzelőanyag felhasználás optimalizálása, zárójelentés, Miskolc, 2004. december, 33. p.
- [2] Dr. Farkas Ottóné – Dr. Nagy Géza: Tüzeléstan Tk, Budapest, 1985. 180.p.
- [3] Dr. Kapros Tibor: Műszaki hőtan, Miskolci Egyetem, 1997., 141. p.
- [4] Kuzman Raznjevic: Hőtechnikai táblázatok, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1964., 336. p.

Fülöp Tamás

Miskolci Egyetem, Tüzeléstani és Hőenergia Tanszék, Hungary, 3515 Miskolc-Egyetemváros
 Telefon: +3620/209-4079, Fax: +3646/431-820, E-mail: tuzfulop@uni-miskolc.hu