

ELŐKEVERÉSES ÉGŐ SZÉN-MONOXID KIBOCSÁTÁSÁNAK CSÖKKENTÉSE DIFFÚZOROS ÉGŐSZÁJ KIALAKÍTÁSSAL

CARBON MONOXIDE REDUCTION OF A LEAN PREMIXED PREVAPORISED BURNER USING DIFFUSERS

Hidegh Gyöngyvér

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki kar, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, Magyarország 1111 Budapest Műegyetem rakpart 3.; +36305052111, Magyarország 1144 Budapest Csertő park 2. 6/61., gyongyver.hidegh@gmail.com

Abstract

Nowadays pollutant emissions are getting more and more attention, therefore laws, regulations and standards restrict the maximum concentration of the pollutants in the flue gas. Broadening the range of the flame stability is highly important, since lower pollutant emissions can be reached in this way. A feasible solution for this is applying a diffuser on the burner lip. Measurements were carried out using the construction mentioned above, and the current paper examines the effect of the diffusers on the changes of the carbon monoxide emission.

Keywords: gas turbine, premixed prevaporized burner, diffuser, CO emission

Összefoglalás

Napjainkban a károsanyag kibocsátás egyre nagyobb figyelmet kap, így törvények, rendeletek és szabványok korlátozzák a károsanyagok maximális koncentrációját a füstgázban. A stabil égési tartomány szélesítése kiemelt jelentőségű, mivel ezzel még alacsonyabb kibocsátási értékek érhetők el. Erre egy lehetséges megoldás az égőszáj megtoldása diffúzoros kialakítású elemmel. Kutatásom során labormérések segítségével ilyen konstrukciók hatását vizsgálom a szén-monoxid kibocsátás változására.

Kulcsszavak: gázturbina, előkeveréses égő, diffúzor, CO kibocsátás

1. Bevezetés

A tüzelési folyamatokból eredő szén-monoxid kibocsátás az utóbbi évtizedekben nagy figyelemre tett szert az egészségre és a környezetre gyakorolt káros hatásának köszönhetően [1]. A szén-monoxid belélegezve csökkenti a vér oxigénfelvevő képességét, és magas koncentráció esetén akár halált okozhat [2].

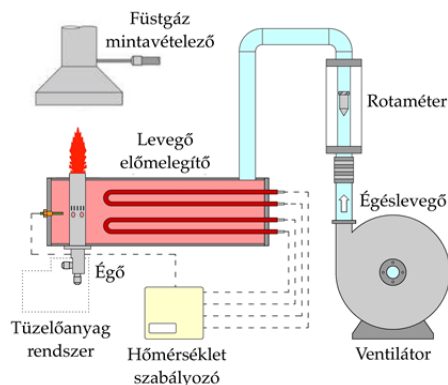
Megfelelő égőkialakítással széles üzemi tartományon működtethető berendezés hozható létre. Korábbi megfigyelések alapján

[3][4][5] erre egy jó módszer lehet a diffúzoros égőszáj kialakítás alkalmazása. A gyakorlati megvalósíthatósághoz viszont elengedhetetlen a konstrukció vizsgálata többek között a szén-monoxid kibocsátás szempontjából.

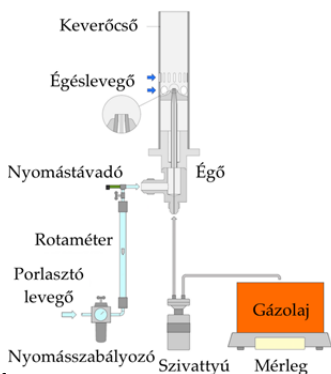
2. Mérőrendszer bemutatása

A 2.1. ábrán látható tesztpadon az égés-levegő térfogatáramok beállítását egy frekvenciaváltó tette lehetővé.

A 2.2. ábrán látható a mérőberendezés tüzelőanyag rendszer része



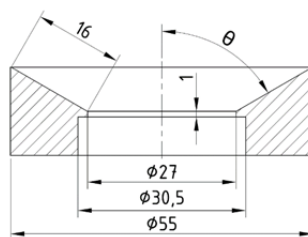
2.1. ábra. Égéslevegő rendszer [6]



2.2. ábra. Tüzelőanyag rendszer [6]

A különböző félkúpszögű diffúzoros toldatok azonos méretű hengerekből lettek kimunkálva, így a többlet anyag lehűtheti a lángot. Részben emiatt terjedt ki a mérés a 0° -os félkúpszögű elemre is, ami gyakorlatilag a keverőcső megtoldását jelentette mintegy 21%-kal. A vizsgált konfigurációk metszetét a 2.3. ábra szemlélteti. Az alkotó minden esetben 16 mm volt. Az elemeket a 30 mm külső átmérőjű égő szájára illesztetük a megvezetés segítségével. Nyílásszög tekintetében a 0° – 60° -ig terjedő sorozatot hasonlítottam össze az eredeti konfiguráció tulajdonságaival, 15° -os lépésközzel. A méréseket a következőképpen végeztük: adott tüzelőanyag tömegáram és fűvóka konstrukció mellett állandó porlasztó-

nyomáson, egyenlő lépésköznként fokozatosan növeltük az égéslevegő mennyiségét 12 kg/h-tól a láng lefűvásáig.

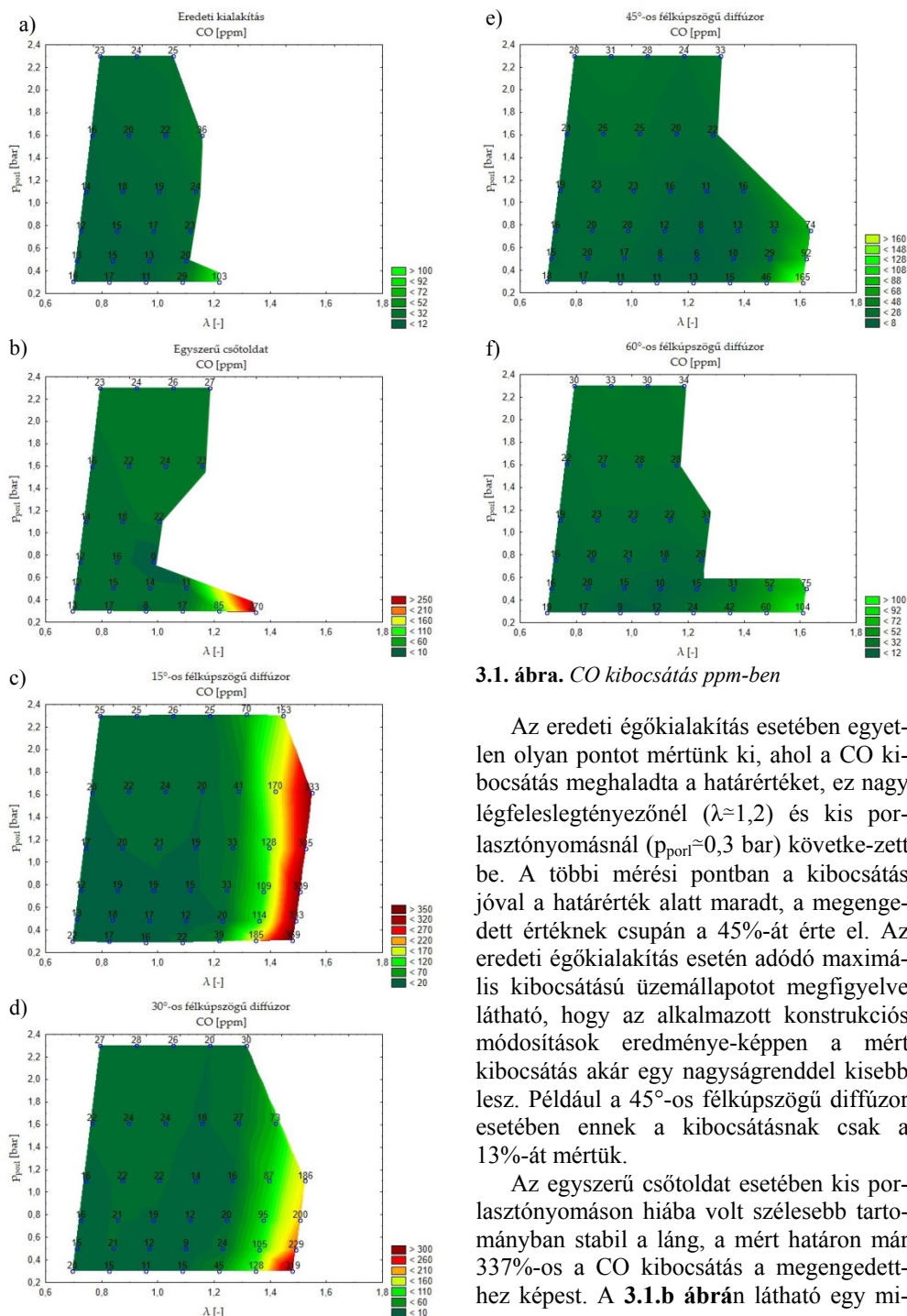


2.3. ábra. A diffúzorok metszete

3. Eredmények, következtetések

A kibocsátási értékek érdemleges összehasonlíthatósága kedvéért a jelenleg Magyarországon érvényben lévő, KöM 7/1999 VII. 21-es rendelet szerint végeztem a kiértékelés. A 140 kW-nál nagyobb tüzelési teljesítményű gázturbinákra 15%-os oxigénszint mellett a megengedett maximális kibocsátás 100 mg/m^3 (80 ppm) CO. A különböző konstrukciók esetében a korrigált kibocsátási értékek rendre a 3.1. ábrán láthatók, melyeken a feltüntetett értékek mellett azok színezése is jellegre jól mutatja a kibocsátás változását. Megállapítható, hogy a sötétebb zöld tartományokban a CO kibocsátás a határérték alatt marad.

Az egyes ábrákon látható károsanyag kibocsátási térképek alakja jól mutatja a különböző konstrukciós megoldások segítségével létrejövő lángstabilitási tartomány változását. Megfigyelhető, hogy a 3.1.c és a 3.1.d ábrákon a mérhető tartomány jóval nagyobb területet fedne le a légfeleslegtényező-porlasztónyomás síkon, mint a többi esetben. Korábbi tapasztalatok alapján [3], [4], [5] ezen konstrukciók esetében a láng nagyobb légfeleslegtényező értékekig ($\lambda=2,2$) is képes stabil maradni, viszont jelen esetben miután a mért CO mennyisége meglehetősen átlépte a megengedett határértéket, már nem folytattuk tovább a méréseket.



3.1. ábra. CO kibocsátás ppm-ben

Az eredeti égőkialakítás esetében egyetlen olyan pontot mértünk ki, ahol a CO kibocsátás meghaladta a határértéket, ez nagy légeleslegtényezőnél ($\lambda \approx 1,2$) és kis porlasztónyomásnál ($p_{porl} \approx 0,3$ bar) következett be. A többi mérési pontban a kibocsátás jóval a határérték alatt maradt, a megengedett értéknek csupán a 45%-át érte el. Az eredeti égőkialakítás esetén adódó maximális kibocsátású üzemállapotot megfigyelve látható, hogy az alkalmazott konstrukciós módosítások eredményeképpen a mért kibocsátás akár egy nagyságrenddel kisebb lesz. Például a 45°-os félkúpszögű diffúzor esetében ennek a kibocsátásnak csak a 13%-át mértük.

Az egyszerű csőtoldat esetében kis porlasztónyomáson hiába volt szélesebb tartományban stabil a láng, a mért határon már 337%-os a CO kibocsátás a megengedettekhez képest. A 3.1.b ábrán látható egy mi-

nimum hely, ahol nem mértünk CO kibocsátást: a $\lambda \approx 1$ és a $p_{\text{pori}} \approx 0,7$ bar pontban. Ehhez hasonlóan a **3.1.c, d, e és f ábrák**on is megfigyelhető egy minimum érték a kibocsátási térképeken, a $\lambda \approx 1$ és $p_{\text{pori}} \approx 0,5$ bar pont körül.

A 15°-os és a 30°-os félkúpszögű diffúzor esetében a térképek színezettsége alapján hasonlóan változik a paraméterek függvényében a CO kibocsátás. Bizonyos légfeleslegtényező értékgig ($\lambda \approx 1,3$) nem látható mérhető változás a kibocsátásban, míg $\lambda \approx 1,3$ fölött nagymértékű növekedés tapasztalható. Kiváltképp a **3.1.c ábra** esetében figyelhető meg, hogy a nagyobb légfeleslegtényező értékeknél a kibocsátási térképen a szintvonalak a függőlegeshez közelítenek. Következtetés képpen ebben a tartományban a CO kibocsátás jóformán csak a légfeleslegtényezőtől függ, a porlasztónyomástól független. Mivel ebben a tartományban a kibocsátás messze meghaladja az előírt maximumot, egy adott működtetni kívánt berendezésben ezen kedvező tulajdonságot nem lehet kihasználni, hiszen ebben a tartományban a konstrukció nem alkalmazható.

A 45°-os és a 60°-os félkúpszögű diffúzor esetében csak igen magas légfeleslegtényező értéknél megy a CO kibocsátás a megengedett fölé. Elsősorban a 45°-os félkúpszögű megoldás lehet a legkedvezőbb, hiszen itt szélesebb tartományon mértünk alacsony CO kibocsátást.

A határérték alatti tartományokban minden konstrukció esetében megállapítható, hogy adott légfeleslegtényező mellett a porlasztónyomás növelésével nő a CO kibocsátás (eltekintve a korábban bemutatott minimum helyektől). A határérték felett a kibocsátás fordított karakterisztikát mutat, azaz adott légfeleslegtényező mellett a porlasztónyomás növelésével csökken a CO kibocsátás.

4. Összefoglalás, további tervek

A CO kibocsátásról általánosságban megállapítható, hogy a légfelesleg növelésével egyre nagyobb mértékű, és a porlasztónyomástól csak kis mértékben függ. A lángstabilitás szempontjából igen kedvező tulajdonságokat mutató 15°-os és 30°-os félkúpszögű diffúzor esetében magas légfelesleg esetén, tehát az üzemi tartomány szélén már messze nem megengedhető a CO kibocsátás, így ebben a tartományban ez a két konstrukció a gyakorlatban nem alkalmazható. A 45°-os és 60°-os félkúpszögű kialakítások az eredeti konstrukcióhoz képest szélesebb üzemi tartománnyal rendelkeztek, és a mért CO kibocsátás csak néhány pontban, magas légfeleslegtényező értékeknél haladta meg a megengedhetőt, egyébként széles tartományban messze az alatt maradt.

A későbbiekben hasznos lenne a további károsanyag összetevők változását is mérni.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] A. H. Lefebvre, D. R. Ballal: *Gas Turbine Combustion Alternative Fuels and Emissions*, 3. CRC Press Taylor & Francis Group, 2010.
- [2] E. Seaton, A., MacNee, W., Donaldson, K., Godden: *Particulate Air Pollution and Acute Health Effects*, Lancet, vol. 345, pp. 176–8, 1995.
- [3] Gy. Hidegh: *Előkeveréses égő stabilitási és spektrometriai vizsgálata*, in Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Tudományos Diákköri Konferencia, Energetika 1 szekció, 2015.
- [4] Gy. Hidegh, V. Józsa: *Diffúzor alkalmazása perdületes égő lángelfűvási stabilitásának növelésére*, Energiagazdálkodás, vol. 3–4, pp. 17–20, 2016.
- [5] A. Kun-Balog, V. Józsa: *Spectroscopic analysis of crude rapeseed oil flame*, Fuel Process. Technol., vol. 139, pp. 61–66, 2015.
- [6] A. Kun-Balog, V. Józsa, K. Sztankó: *Pollutant emission analysis of aqueous bioethanol combustion*, Proc. 11th Conf. Sustain. Dev. Energy, Water Environ. Syst., no. SDEWES2016.0369, p. 8, 2016.