

# ENERGIAMEGTAKARÍTÁS ÉS A FÜSTGÁZEMISSZIÓ CSÖKKENTÉSE IRÁNYÁBAN VÉGZETT KÍSÉRLETI KUTATÓMUNKA ISMERTETÉSE HÁZTARTÁSI GÁZTŰZHELY SÜTŐJÉNÉL

KISS Endréné HUNYADI Ildikó

Budapesti Műszaki Egyetem, Közlekedésmérnöki Kar  
Járműgépészeti Intézet

## A kutatómunka célja

A kommunális energiafogyasztók közül — a nagy készülékszámot tekintve — igen jelentős a háztartási gáztűzhelyek energiafelhasználása. Ezeknél a berendezéseknél az égéstermékeket általában nem vezetik el kéménybe, hanem közvetlenül abba a helyiségbe jutnak, ahol a gáztűzhely üzemel, s emberek is tartózkodnak. Így a távozó füstgázok káros-anyag tartalmának vizsgálata és csökkentése egészségvédelmi, környezetvédelmi szempontból igen fontos.

A kísérleti kutatómunka célját egy jelenleg is sorozatgyártás alatt levő hazai gáztűzhely fejlesztési irányainak kijelölése képezte. A vizsgálatok első sorban a sütőkamra energiafelhasználását csökkentő tényezők feltárására, és az optimális égési körülmények kialakítására irányultak.

## A háztartási gáztűzhely-sütők működésének ismertetése

A háztartási gáztűzhelyek városi gáz, földgáz és palackos propán-bután gáz felhasználásával működtethetők. A berendezéseket az alkalmazott gázfajtának megfelelő gázfúvókával kell ellátni. A gázfajtának megfelelő nyomással rendelkező gáz nagy sebességgel lép ki a fúvókán. A fúvókához csatlakozó keverőszár lehetővé teszi a nagy kinetikai energiával rendelkező gázsugár injektáló hatásának érvényesülését. A gázsugár a környezethől levegőt szív be, és ezzel az elsődleges „primer” levegővel keveredve jut a gáz-levegő keverék a sütőtér alatt elhelyezett égőhöz. Ez általában perforált csőből kialakított körégő.

A körégőhöz az égés során a lángot körülvevő térből további ún. „secunder” levegő áramlik, amely lehetővé teszi az égő kiömlőnyílásain kiáramló gáz-levegő elegy tökéletes elégését. A secunder levegő áramlása gravitációs úton történik, így secunder levegő áramlás döntően csak a felmelegedett berendezésnél alakul ki. A körégőt tartalmazó égőtérben keletkező füstgázok közvetlenül beáramlanak a sütőtérbe. A füstgázbevezetés kialakítása típusonként változó. A vizsgált berendezésnél a sütő alján a hátfalnál és elől a sütőajtó csatlakozásánál alakítottak ki füstgázbevezetési helyet. A sütőtérbe jutott égéstermék kon-

vektív hőátadással gázsugárással és hővezetéssel felmelegíti a sütő határoló falait, illetve az oda helyezett sütendő anyagot.

A gáztűzhelyek kialakításától függően lehetőség van arra, hogy többkevesebb levegő az égés befejeződése után keveredjen a füstgázhoz. Ez a levegőmennyiség az ún. „hamis” levegő az égésben nem vesz részt, a keletkezett égéstermékeket azonban hígítja és ezáltal hűti a sütőtérrel.

Hamis levegő döntően a sütőajtó körül léphet be. A gravitációs áramlás kialakulása miatt a sütőtérben minimális mértékű depresszió van, így a tökéletlen záraskor kialakuló réseken a külső levegő beáramlik.

A sütőből a füstgáz a sütő felső részén — típusonként különböző módon — kialakított, füstgázvezető csatornába lép, és a készülék hátsó részén levő füstgázkilépő csonkon át jut a helyiségbe. A gáz elégésekor, az égőtérben felszabaduló hőenergia instacioner, felfűtési üzemben a berendezés adott hőfokra történő felfűtésére fordítódik, továbbá a hő egy része a külső burkoló felületeken sugárzás útján átadódik a környezetnek, más része a füstgázokkal távozik.

Stacioner üzemben, amikor a sütőtér adott hőmérsékleten tartásáról kell gondoskodni, a bevitt hőmennyiség a sugárzási és füstgázvesztés fedezésére, illetve sütéskor a sütendő termék hőigényének fedezésére fordítódik.

### Mérési módszer, mért jellemzők

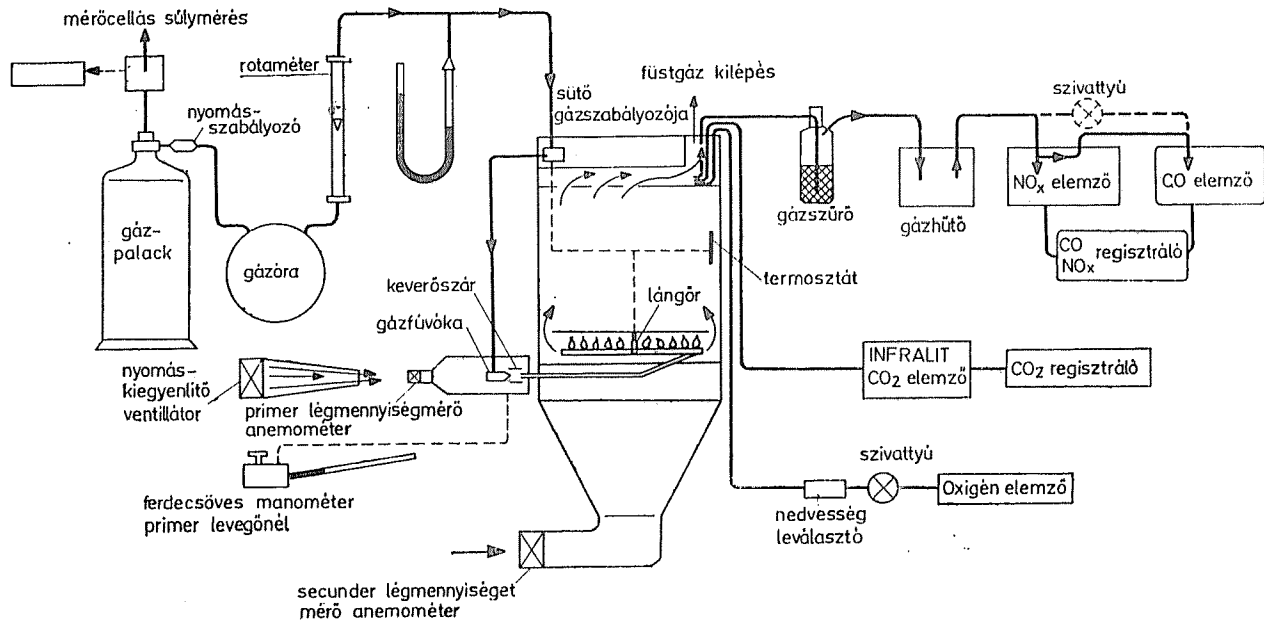
A sütőkamra energiateljesítményének és égési viszonyainak vizsgálatához az 1. ábrán feltüntetett jellemzőket mértem. A bevitt hőmennyiség meghatározásához az elégetett gáztérfogatot, ill. PB gáznál a gázsúlyt is ellenőriztem.

Az égéshez jutó levegőmennyiséget két helyen mértem. Az injektor által bekevert primer levegőmennyiség meghatározása céljából a sütőégő fűvókát az injektorral a készülék elé, egy zárt légkamrába helyeztem. A gázsugár a légkamrából szívta a levegőt. Az elszívott levegő pótlására a kamra nyílásában elhelyezett anemométeren keresztül áramlott be a levegő a környezetből, így lehetőség volt az égéshez jutó „primer” levegő meghatározására.

Az üzemi körülményekkel azonos feltételek biztosítása céljából a légkamrában mindig atmoszférikus nyomásnak kell lenni.

Az anemométer kismértékű fojtást okoz. Intenzív levegőáramlás esetén a nyomás csökken. Ennek kompenzálására a levegőbevezető nyílásnál ventillátorral nyomáskiegyenlítést alkalmaztam, oly mértékben, hogy az ellenőrzésre beépített ferdecsőves mikro-manométer a külső nyomással azonos belső nyomást jelezen.

Aszekunder levegőmennyiség meghatározására a gáztűzhely alsó részén az égőtérhez csatlakoztatva alakítottam ki egy zárt légtartályt. A belépő levegőmennyiség meghatározása itt is lapátos anemométerrel történt.



1. ábra. Mérési elrendezés

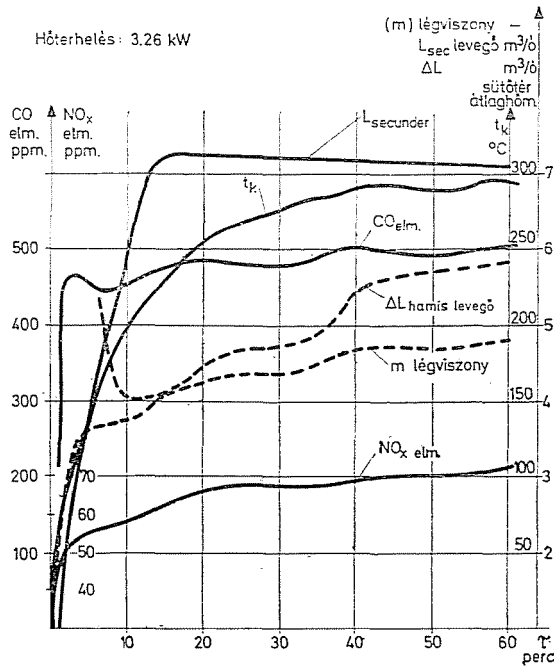
Az égéstermékek összetételének meghatározásához a füstgázvezető csőkből vettem az analízishez szükséges gázmintát. A légviszony számításához a füstgáz széndioxid-, és ellenőrzésképpen az oxigéntartalmát vizsgáltam. A szennyező komponensek közül a szénmonoxid és nitrozus gázok mennyiségét regisztráltam.

A sütő hőtechnikai viszonyainak vizsgálatához és a belső hőmérsékletmező feltérképezéséhez Fe-Co termoelemes hőmérsékletmérést alkalmaztam, a sütő belső légtérében, a belső és a külső határolófalnál, mintegy 30 helyen.

### A vizsgálat eredményei, a fejlesztés iránya

A fejlesztés irányának kijelölése céljából először a gáztűzhely eredeti állapotában végeztem méréseket, döntően propán-bután gázzal. A névleges 3,26 kW hőterhelés mellett mért tranzienst folyamatokat a 2. ábra szemlélteti, a begyújtástól eltelt idő függvényében. A légviszonytényező értékét a füstgázok  $\text{CO}_2$  ill.  $\text{O}_2$  tartalmából határoztam meg.

$\text{CO}_{\text{elm}}$  és  $\text{NO}_x_{\text{elm}}$  a hígítatlan füstgázra vonatkoztatott szennyezőanyag-koncentrációk ppm-ben. A légviszonytényező és az elégetett gázmennyiség ismeretében meghatároztam a készülékbe beáramló összes levegőmennyiséget. Ez több, mint a primer és szekunder levegőmennyiség együttesen. A számított



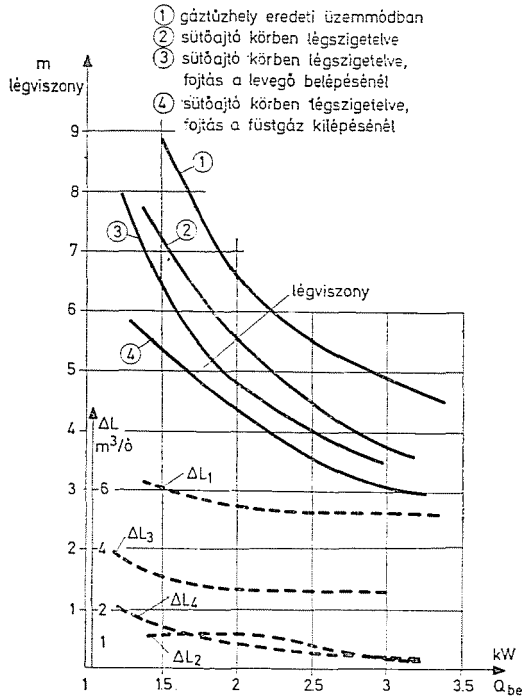
2. ábra. Felfűtés tranzienst folyamata (1 mérési állapot PB gázüzem)

összes levegő és a mért (primer + szekunder) levegőmennyiség különbsége — a mérési hibáktól eltekintve — a készülékbe jutó „hamis” levegő ( $\Delta L$ ) mennyiségét adja, amely az égés befejeződése után döntően a sütőajtó körül léphet be. A hamis levegő mennyisége a felfűtés 10. percétől folyamatosan nő. Ennek kedvezőtlen hatása két úton is jelentkezik. Egyrészt túl magas légviszonytényező alakul ki, sok a feleslegesen felmelegített levegő, így kisebb a sütőtéri hőmérséklet, másrészt a levegő jelentős része az égés befejeződése után keveredik a füstgázhoz, rontja az égés körülményeit, gátolja a szekunder levegő áramlását, növekvő sütőtéri hőmérséklet mellett csökken a szekunder légmennyiség. Kedvezőtlen hatása, a túl magas szénmonoxidtartalomban is jelentkezik, melynek értéke a felfűtés végén a megengedett 500 ppm értéket is elérte.

A diagram alapján egyértelműen kijelölhető a fejlesztés iránya. A légviszonytényező értékét kell csökkenteni oly módon, hogy egyrészt mérséklődjön a hamis levegő beáramlás, másrészt csökkenjen a szekunder légmennyiség is.

A sütőajtó légtömör zárásával jelentősen korlátozható a „hamis” levegő beáramlás (2. méréssorozat).

A szekunder légmennyiség a gravitációs feláramlás útjába helyezett fojtással (áramlási keresztmetszet korlátozással) csökkenthető. Erre két lehetőség van:



3. ábra. A légviszonytényező és a hamis levegő mennyiségének alakulása G-750-es gáztűzhely-nél, különböző mérési állapotokban

- a körégt tartalmazó égőtér levegőbevezető nyílásainak keresztmetszetcsökkentése (belépéskor alkalmazott fojtás, 3-as mérősorozat)
- a készüléket elhagyó füstgáz áramlási keresztmetszetének csökkentése (kilépéskor alkalmazott fojtás, 4-es mérősorozat)

A 3. ábrán stacioner hőegyensúlyi állapotban különböző hőterhelések mellett végzett mérések során kapott légviszonytényező és a  $\Delta L$  „hamis” levegő mennyisége látható.

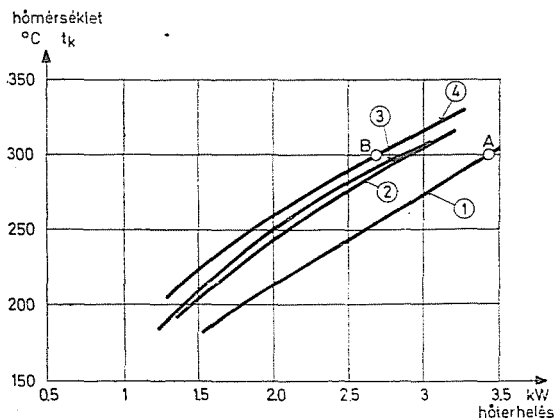
A gáztűzhelyt eredeti állapotában üzemeltetve kaptam az 1. görbét.

A légviszonytényező és a hamis levegő mennyiségének alakulása szempontjából legkedvezőbb a 4-es üzemmód, amelynél a sütőajtó légtömör zárása mellett a füstgázkilépésnél alkalmaztam  $\sim 50\%$ -os keresztmetszetcsökkentést.

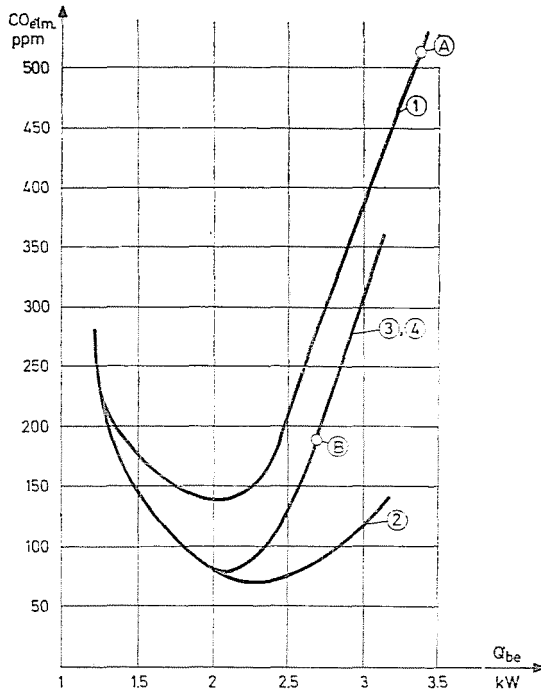
A 4. ábra a sütő geometriai középpontjában mért hőegyensúlyi hőmérsékletet szemlélteti különböző üzemmódok mellett. Ez a hőmérséklet gyakorlatilag a sütőtér átlaghőmérsékletét adja. A légviszonytényező csökkentésével, valamint a hamis levegő beáramlás megszüntetésével azonos hőterhelés mellett nőtt a sütőben az átlaghőmérséklet.

Az előírt  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os hőmérsékletet a gáztűzhely eredeti állapotában csak  $\sim 3,4\text{ kW}$  hőterhelés mellett érte el (1. görbe A. pont). A kismértékű konstrukciós változtatás hatására, nevezetesen a sütőajtó légtömör zárásával és a füstgázkilépésnél alkalmazott  $50\%$ -os keresztmetszetcsökkentésnek alkalmazásával a sütőtéri hőmérséklet oly módon megnőtt, hogy  $2,7\text{ kW}$  hőterhelés mellett elérhető volt az előírt  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os léghőmérséklet (4. görbe B. pont).

Az 5. ábra a különböző üzemmódokban mért szénmonoxid szennyezők hígítatlan füstgázra vonatkoztatott értékeit szemlélteti. Az energiafelhasználás szempontjából legkedvezőbb 4-es üzemmódban a szénmonoxid szennyezettség minden terhelési pontban alacsonyabb volt, mint az eredeti berendezésnél.



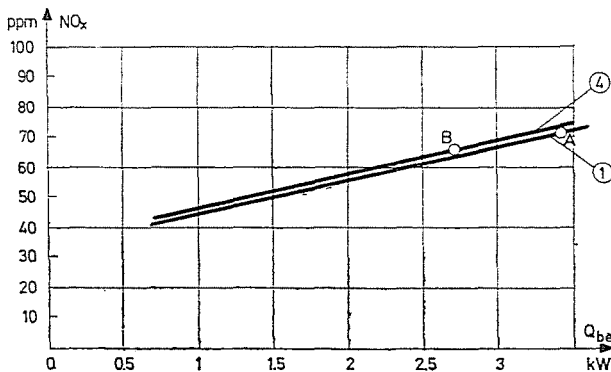
4. ábra. A sütő geometriai középpontjában mért hőegyensúlyi hőmérsékletek különböző mérési állapotban (PB gáz)



5. ábra. Az égéstermékek elméleti szénmonoxid tartalmának változása különböző üzemmódoknál (sütőgő, PB gáz)

Figyelembe véve a  $\sim 20\%$ -kal kisebb hőbevitelt, a szénmonoxid szennyezettség értéke kb.  $60\%$ -kal lecsökkent (B. pont).

A 6. ábra a másik, egészségre igen káros szennyezőnek, a nitrogén-oxidnak az alakulását mutatja az eredeti és a javasolt 4-es konstrukciós változtatás mellett üzemeltetve.



6. ábra. A távozó füstgázban levő nitrogén gázok koncentrációjának hígítatlan égéstermékekre vonatkoztatva, PB gáz elégetésekor sütőgőnél

A 4-es üzemmódokban az égéshez kevesebb levegő jut, magasabb az égési véghőmérséklet, ez a nitrogénoxid emisszió növekedésének irányába hat.

Figyelembe véve azonban az azonos sütőtéri léghőmérséklet eléréséhez szükséges kisebb energiabevitelt, a nitrózus gázok emissziója is valamelyest kisebb lesz a 4-es üzemmódban.

### Összefoglalás

A háztartási gáztűzhely fejlesztésére irányuló kísérleti kutatómunka során megállapítást nyert, hogy igen fontos a sütőajtó légtömör zárásának megoldása. Ezzel a sütő energetikai és égéstechnikai viszonyai is jelentősen javulnak. Ugyancsak kedvezően hat az energetikai viszonyokra a szekunder légmennyiség csökkentése, amely a füstgázkilépésnél alkalmazott 50%-os fojtás esetén ad kedvező értéket.

Ezen konstrukciós változások hatására azonos sütőtéri léghőmérséklet tartásához 20%-kal kisebb energiabevitel szükséges. Ez a magas készülékszámot és a magas energiaárakat tekintve jelentős energiamegtakarítási forrást ad.

Kedvezően csökken a légszennyező anyagok értéke is. Az egészségre káros füstgázkomponensek közül a szénmonoxid emisszió mintegy 60%-kal, a nitrózus gázok emissziója csekély mértékben, de szintén csökken.

Kiss Endréné dr. Hunyadi Ildikó egy. adjunktus