

## Füstgáz tisztítás

A hulladékégetés legnagyobb környezetvédelmi problémája a füstgázok által okozott *légszennyezés!*

A füstgáz összetétele függ:

- az égetett hulladék összetételétől,
- az égető berendezés típusától,
- az üzemeltetési paraméterektől.

### I. Szennyező anyagok

| Komponens       | (mg/m <sup>3</sup> ) |
|-----------------|----------------------|
| SO <sub>2</sub> | 1000-3000            |
| NO <sub>x</sub> | 500-1500             |
| HCl             | 2000-8000            |
| HF              | 20-100               |
| CO              | 500-1000             |
| Por             | 5000-1500            |

Szerves vegyületek: dioxinok, furánok, egyéb policiklusos aromás vegyületek  
Nehéz- és egyéb fémek (Pb, Hg, Cd, ...)

*A kibocsátásra vonatkozó előírások: 3/2002 (II.2) KöM. rendelet (2000/76/EC EU direktíva alapján) szerint*

PI

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| A teljes portartalom  | 10 mg/Nm <sup>3</sup>           |
| A teljes szerves C tartalom                                   | 10 mg/Nm <sup>3</sup>           |
| SO <sub>2</sub>   | 50 mg/Nm <sup>3</sup>           |
| Dioxin/ furán   | 0,1 ngTE/Nm <sup>3</sup>        |
| NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> -ben kifejezve) <sup>+</sup> | 200 vagy 400 mg/Nm <sup>3</sup> |

<sup>+</sup> Az égető kapacitásától függően

*Égetési filozófia:*

- Régebben: a szennyező anyagok (főleg a nehézfémek) maradjanak a salakban.
- Újabban: távozzanak a füstgázzal, és hatékony füstgáztisztítással távolítsák el azokat. Így a salak nem veszélyes hulladék

A szennyező anyagok a pernyében dúsulnak fel, a gőz állapotúak a füstgáz lehűtésekor a szilárd részecskék felületén kondenzálódnak. (A nehézfémek 80-90%-a a porszemeken!)

Az egyes *fémek megoszlása* a különböző égéstermékek között erősen változó:

|         | Pb [%] | Hg [%] |
|---------|--------|--------|
| Salak   | 60-70  | 0      |
| pernye  | 30-35  | 20-25  |
| Füstgáz | 4-5    | 70-80  |

A füstgáz a szennyező anyagokat *aeroszol* formájában tartalmazza.

Aeroszol: gáz + a benne eloszlott kisméretű ( $10^{-7}$ - $10^{-3}$  cm) folyékony (köd) vagy szilárd (por vagy füst) részecskék.

### Szerves szennyező vegyületek

#### a. *Dioxinok és furánok:*

Rákkeltőek, megengedett emissziós határérték: 0,1 [ngTE/Nm<sup>3</sup>] TE: toxicitás egyenérték

Dioxinok (PCDD): poliklórozott dibenzo-dioxin(ok)

A legmérgezőbb dioxin: 2,3,7,8 tetraklór dibenzodioxin (TE=1.0)

Furánok (PCDF): poliklórozott dibenzo furán(ok)

A legmérgezőbb: 2,3,4,7,8 pentaklórdibenzofurán (TE=0,5)

Emisszió (füstgáz-tisztítás nélkül):

települési hulladékégető 300-500 [mg/m<sup>3</sup>], ipari hulladékégető 2-3 nagyságrenddel kisebb.

Határérték: 0,1 ng TE/Nm<sup>3</sup>!

#### b. *További mérgező szerves vegyületek:*

Poliklórozott bifenilek (PCB)

Poliklórozott fenolok (PCP)

Polibrómozott difeniléterek: a számítógépek tűzálló bevonata hosszú ideig ezt tartalmazta.

## **II. A szennyező anyagok leválasztása**

Leválasztási hatásfok:  $\eta = (C_{be} - C_{ki}) / C_{be}$

### 1. Szilárd részecskék (por)

Jó hatásfokkal ( $\eta > 99\%$ ) leválaszthatók zsákos szűrővel és száraz vagy nedves elektrofilterrel.

Előzetes leválasztás ciklonnal is lehetséges ( $\eta \approx 90\%$ ).

### 2. A gázállapotú szennyezők leválasztása

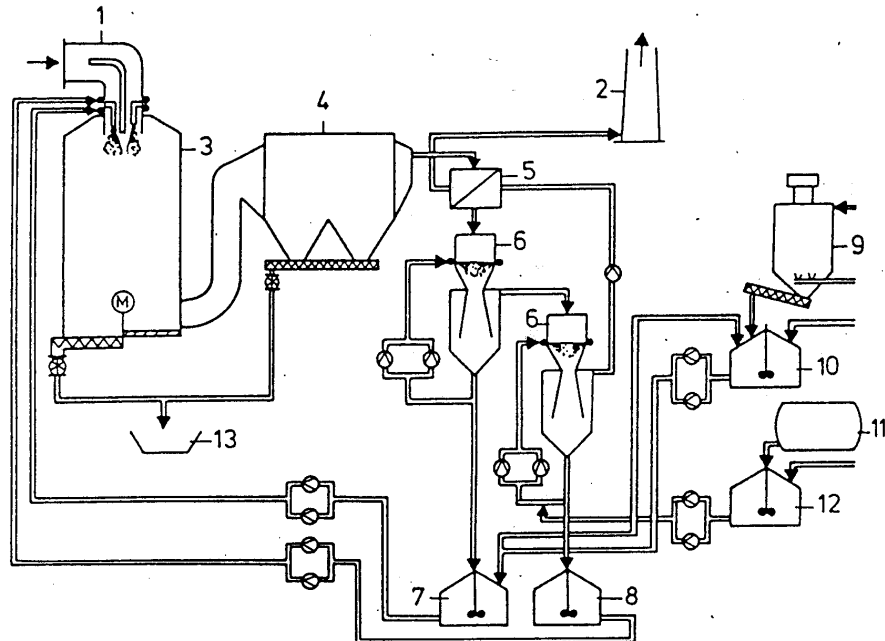
Eljárások: nedves, félszáraz, száraz

### a. Nedves eljárás

Lépések: 1. savas vagy semleges mosás - 2. lúgos mosás (SO<sub>2</sub> eltávolítása céljából)

A sók a mosófolyadékban maradnak, amit bepárlással vagy száraz szorpció eljárással kezelnek.

A bepárlásos illetve porlasztásos eljárásban a Hg a berendezésben feldúsul. A Hg eltávolítása a mosóvízből: TMT komplexképzővel: 2,5 [mg/l] -> 0,05

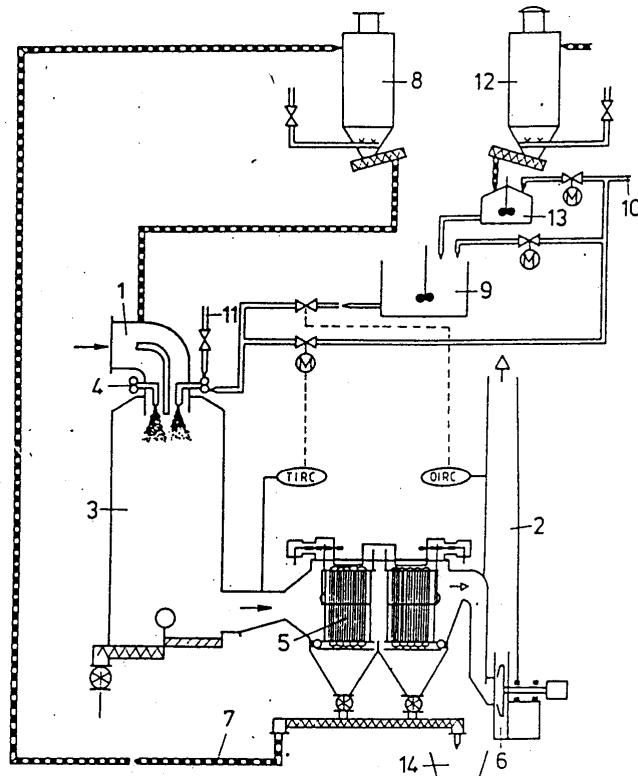


#### **Mosás kétfokozatú Venturi mosóval és szennyvízbepárlással**

1. nyers füstgáz
2. tisztított füstgáz
3. porlasztva szárító elpárolgató
4. szűrő
5. üvegcsöves hőcserélő
6. Venturi mosó
7. semlegesítő tartály
8. iszapgyűjtő
9. mészsiló
10. mésztej-előállítás
11. lúgtartály
12. lúgos mosófolyadék előállítása
13. száraz végtermék

*b. Félszáraz eljárás*

A szorbens szuszpenzió vagy oldat, pl. mészhidrát-oldat.



*Félszáraz füstgáztisztítás (Deutsche Babcock AG)*

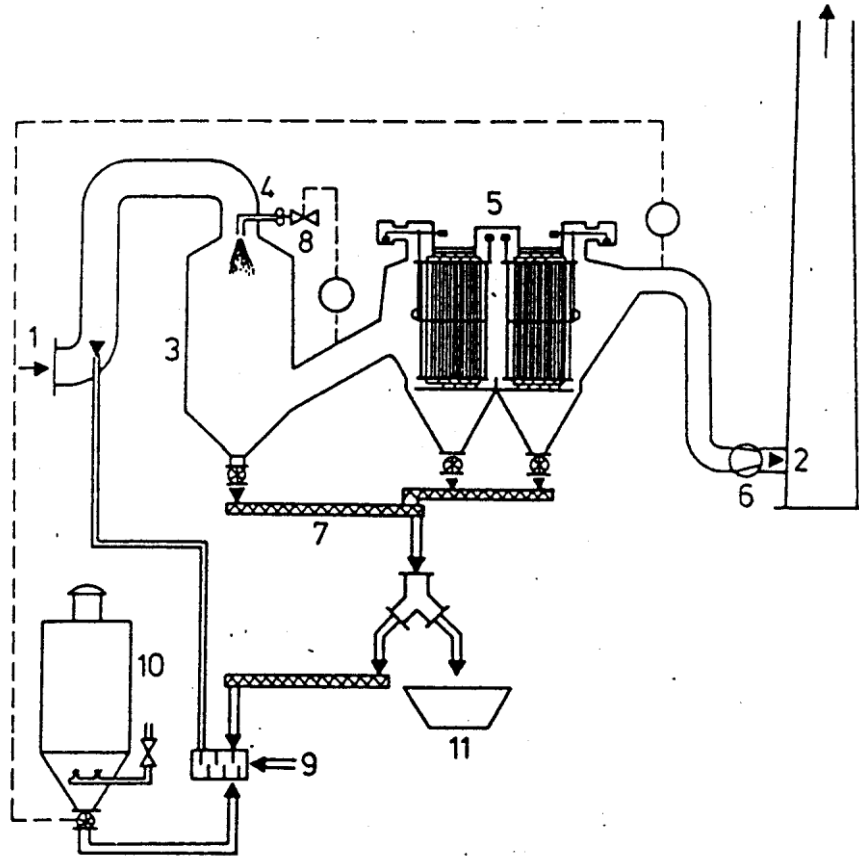
1. nyers füstgáz 2. tisztított füstgáz 3. porlasztva szárító 4. porlasztó 5. elektrofilter 6. ventillátor 7. porszállító rendszer 8. recirkulált anyag-siló 9. mésztej-tároló 10. víz 11. sűrített levegő 12. mészsiló 13. mészoldó 14. száraz végtermék

c. Száraz eljárás

A szorbens szilárd anyag (mészhidrát), feleslegben alkalmazzák.

A füstgázt nedvesítik.

A füstgáz bevitele pneumatikus szállítással.



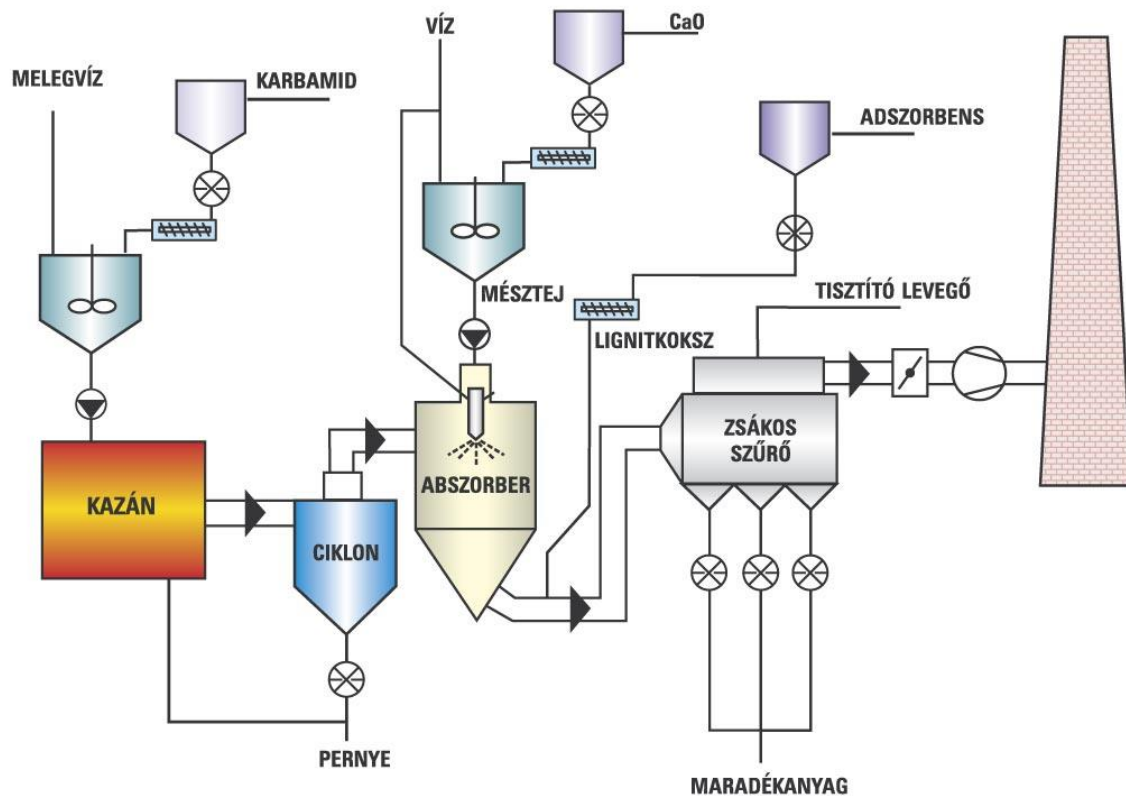
**Száraz füstgáztisztítás (Deutsche Babcock AG)**

1. nyers füstgáz
2. tisztított füstgáz
3. reaktor
4. kondicionáló vízbepermetezés
5. elektrofilter
6. ventilátor
7. porgyűjtő rendszer
8. víz
9. sűrített levegő
10. mészsiló
11. száraz végtermék

## **A Hulladékhasznosító Mű füstgáztisztítási technológiája**

A félszáraz, szennyvízmentes füstgáztisztítás főbb lépései (ábra):

- A *nitrogén-oxidok redukciója* karbamid vizes oldatának tüztérbe való befecskendezésével (SNCR (szelektív nem katalitikus redukció) denox eljárás).
- A *pernye előzetes leválasztása* kettős ciklonban (hatásfok kb. 90 %).
- A savas gázok semlegesítése mésztejjel való *abszorpcióval*.
- A dioxinok, furánok, Hg gőz *adszorpciója* céljából lignit kokszt betáplálása.
- A maradék pernye, reakció-sók, többlet-abszorbens és adszorbens *kiszűrése* (zsákos szűrő).
- A füstgázok kéménybe továbbítása *ventilátorral*, ami a tüztérhuzatát is biztosítja.



***A budapesti égető füstgáztisztító rendszere***

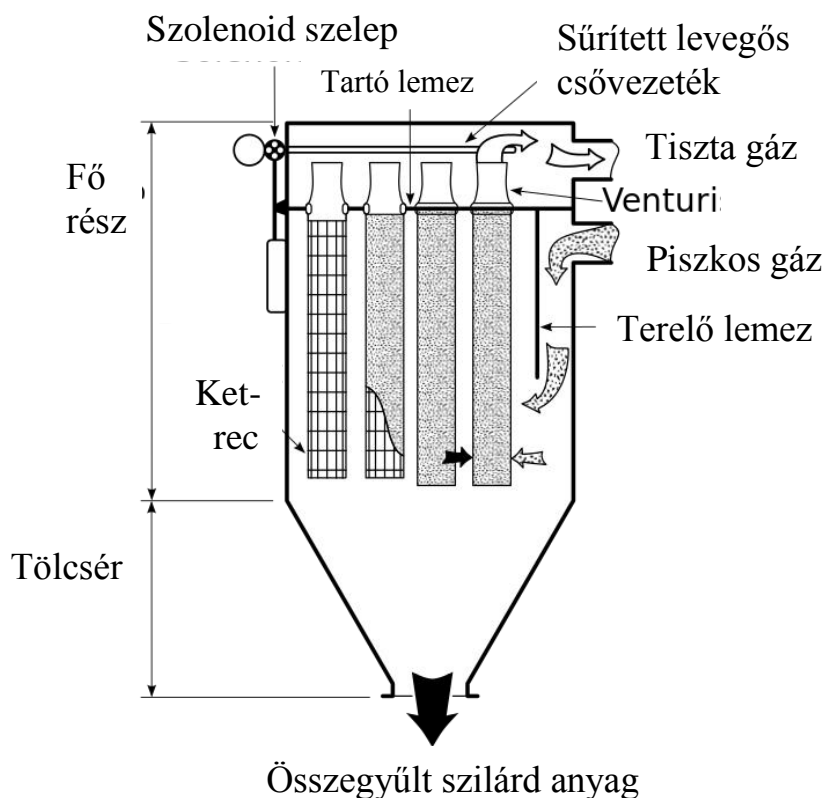
A kilépő (tisztított) füstgáz összetételének szabályozása:

- NO<sub>x</sub> koncentráció a karbamid oldat mennyiségével,
- HCl és SO<sub>2</sub> a mésztej mennyiségével.

(Az abszorberben a mésztej mellett még vizet is fecskendeznek be a hőmérséklet szabályozására.)

A zsákok külső felületén kialakuló porréteget szabályozható ütemezésű *sűrített levegő befúvási impulzusokkal* távolítják el. Mindegyik kazán teljes körű emisszió mérő monitoring rendszerrel rendelkezik. A 3/2002. KöM rendeletben előírt *valamennyi szennyező komponens folyamatos mérése és regisztrálása*, az adatok számítógépes feldolgozása történik. A kazánok huzamai alatti tölcésrégekben összegyűlő kazánpernye és a ciklonokban leválasztott pernye közösen, mechanikus-, majd pneumatikus úton jut el a *pernyesilóba*. A zsákos szűrő tölcésreibe összegyűlő szilárd maradékanyag a pernyéhez hasonló módon kerül a *maradékanyag silóba*. A füstgáztisztítási maradékanyagokat zárt konténerekben, száraz por formában szállítják el *veszélyes hulladék lerakón* történő ártalmatlanítás céljából.

### Zsákos szűrő lefúvatós tisztítással



A zsákokat a kitámasztó ketrecekre helyezik el. A piszkos gáz terelés után a zsák falán áthalad, majd a megszárt tiszta gáz a zsák belsejéből Venturi csövön át távozik.

A sűrített levegő impulzusszerű befúvatása csővezetéken át, rövid (0,1 s) idejű szakaszokban történik, így a berendezés folyamatosan üzemeltethető, és nem kell azt fülkékre bontani. A zsák meghajlik, a porlepeny megtörik, és a por lehullik és az alsó tölcséren át távozik.