

# SúčasnÉ možnosti zabezpečenia dodržania emisných limitov tuhých znečisťujúcich látok

*M. Horák: Present Possibilities of Observance of Emission Limits to Solid Pollutants. Život. Prostr., Vol. 31, No. 5, 262–266, 1997.*

The government regulation No. 92/96 – by which it is realized the Act of the Parliament No. 309/1991 Code of Law about air protection from pollutants – establishes emission limits to solid pollutants for single sources valid from 1st January 1999 in the supplement No. 4. From this viewpoint it is necessary to comply with the requirements of law. There are various possibilities of solution, basically two ways: 1. modification of boilers for solid fuels and application of separating devices of solid pollutants with sufficient regulation, 2. change of heating medium (coal) to gas or substitution of gas boiler by cogeneration units, resp. steam-gas cycles. The author deals also with different conceptions of separation the solid and fluid materials from stable sources (filters, electroseparators and cycle separators with intensification).

Nariadenie vlády SR č. 92/96, ktorým sa vykonáva zákon č. 309/1991 Zb. o ochrane ovzdušia pred znečisťujúcimi látkami (zákon o ovzduší) v znení neskorších predpisov, rozlišuje zdroje znečisťovania ovzdušia na jestvujúce a nové. V prílohe č. 4 stanovuje hodnoty emisných limitov tuhých znečisťujúcich látok (TZL) pre jednotlivé zdroje, ktoré budú platiť od 1. 1. 1999. Do konca r. 1998 sú ešte v platnosti niektoré výnimky, po tomto termíne ich platnosť končí.

K zabezpečeniu dodržania emisných limitov (EL), najmä zo starších zdrojov (kotlov na tuhé palivá, resp. iných technológií produkujúcich tuhé znečisťujúce látky), treba preto zodpovedne pristupovať. Možností riešenia je viacero, záleží len na investovi, pre ktoré sa rozhodne. Najmä u najväčších zdrojov znečisťovania ovzdušia – energetických – sú principiálne možné dve cesty:

**1. Úprava kotlov** (hlavne na uhlie a drevo) a **nasadenie odlučovacieho zariadenia TZL** s dobrou reguláciou. Zmenou tepelného režimu, prípadne zmenou paliva z hnedého uhlia na čierne, sa dajú upravovať emisie  $\text{NO}_x$ , CO a účinnosť kotla. (Na Slovensku sa projektova-

ním a výrobou takýchto zariadení zaoberá napr. ENVEN-REEKO, spol. s r. o., Bratislava.)

Ďalšou možnosťou je prestavba kotla takým spôsobom, že k jestvujúcemu kotlu sa pristaví fluidný reaktor. (Tieto systémy zabezpečuje Hutný projekt, a. s., Bratislava a SES, a. s., Tlmače.)

**2. Zmena vykurovacieho média (uhlia) na zemný plyn**, resp. nahradenie kotlov na uhlie plynovými, ktoré spĺňajú emisné limity. V poslednom období plynovým kotlom silne konkurujú **plynové kogeneračné jednotky**, resp. **paroplynové cykly** s väčšími výkonmi.

Kogeneračné jednotky okrem tepla vyrábajú aj elektrinu. Pri návrhu a výbere kogeneračnej jednotky treba zohľadňovať potrebu tepla a elektrickej energie. Investične sú síce náročnejšie ako plynové kotly, ale ich návratnosť je 3–5 rokov, životnosť asi 10 rokov, čiže viac rokov produkujú zisk, a nie malý. Sú vhodné pre nemocnice, pivovary, bitúnky, autoservisy, malé výrobné a pod. Investícia sa vyplatí najmä vtedy, ak má používateľ v energetickej špičke veľkú spotrebu elektrickej energie. Môžu pracovať spôsobom tzv. *ostrovnej prevádzky*

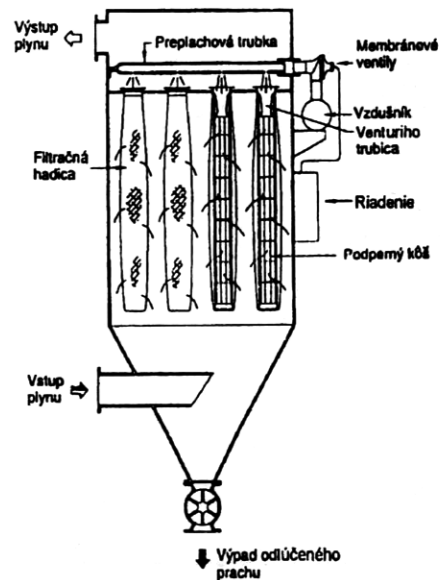
(len pre vlastnú potrebu), ale aj *paralelnej prevádzky*, čo znamená predaj elektriny za dohodnuté ceny do verejnej elektrickej siete. Ak sa zapojí na kogeneračnú jednotku sorbčná chladiaca jednotka, môže táto kombinovaná sústava produkovať chlad, čo je technológia vhodná pre pivovary, chemické prevádzky a pod.

Podľa zákona č. 309/91 Zb., resp. novelizovaného zákona NR SR č. 31/1995 Z. z. O ovzduší, § 6, ods. 5 – Všeobecné povinnosti – platí pri výstavbe nových alebo pri modernizácii existujúcich zariadení, ktoré môžu byť zdrojom znečisťovania ovzdušia, že sa musia voliť najlepšie dostupné technológie s prihliadnutím na primeranosť výdavkov na ich nadobudnutie (BAT) a robiť opatrenia na postupné znižovanie emisií. Na dodržanie stanovených emisných limitov slúžia technológie, resp. zariadenia na ochranu ovzdušia pred znečisťujúcimi látkami. Technika na odľučovanie tuhých a kvapalných látok zo stabilných zdrojov, napr. kotlov, sa delí na: filtre, elektroodľučovače a mechanické suché odľučovače (cyklóny, resp. cyklóny s intenzifikáciou).

Výber odľučovacieho zariadenia, okrem toho, že musí spĺňať *emisné limity*, ovplyvňujú aj *investičné* a *prevádzkové náklady*. K základným parametrom odľučovacích zariadení patrí ich celková, resp. frakčná odlúčivosť a tlaková strata (odpor), t. j. *energetické prevádzkové náklady*.

Tab. 1. Odporúčané hodnoty zaťaženia filtrov v odľučovacích zariadeniach

Prach	Zaťaženie filtra [m <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> ]
Azbestový prach	90–120
Elektrárenský popolček	70–90
Prach z bavlny	170–180
Bauxit	80–90
Celulózoový prach	170–180
Dolomitový prach	80–120
Oxidy železa	55–60
Ferosilicový prach	40–60
Prach z form. piesku	80–120
Prach zo sklenej vlny	170–180
Prach zo spracovania dreva	160–170
Prach z kávy	130–140
Magnezitový prach	90–110
Kremenný prach	80–110
Prach z kuchynskej soli	60–70
Jemný piesok	70–80
Prach zo spracovania tabaku	140–150
Cement	90–110



1. Schéma látkového filtra v odľučovacom zariadení

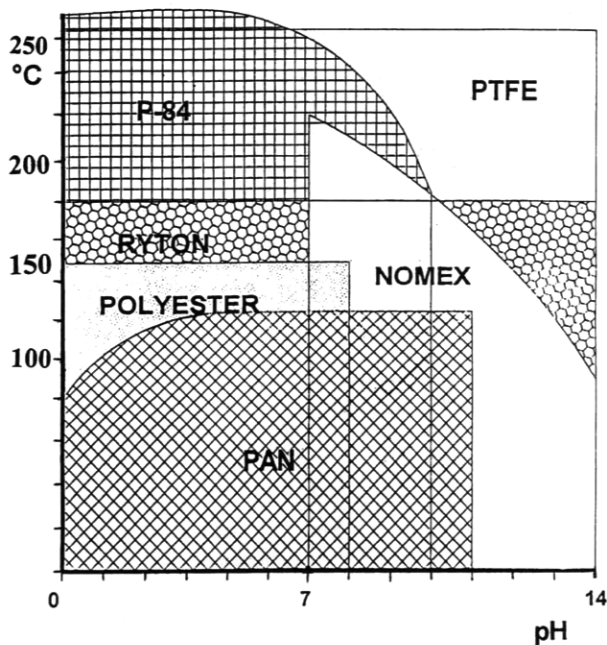
## Filtre

Na filtráciu sa využívajú pórovité vláknité vrstvy, väčšinou suché, ktorými preteká plyn malými rýchlosťami (približne 1,5 až 4 cm.s<sup>-1</sup>). Na zachytávanie popolčeka z kotlov na spaľovanie uhlia sa odporúča zaťaženie filtra 70–90 m<sup>3</sup>.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup>, hodnoty pri zaťažení filtra inými látkami uvádza tab. 1.

Filtre zachytávajú častice jednak v póroch, jednak na povrchovej vrstve. Filtrácia prebieha prerušovane, po vyčerpaní odľučovacej schopnosti, resp. stúpnutí tlakového odporu (straty) sa filtračná vrstva (filtračná látka) musí regenerovať.

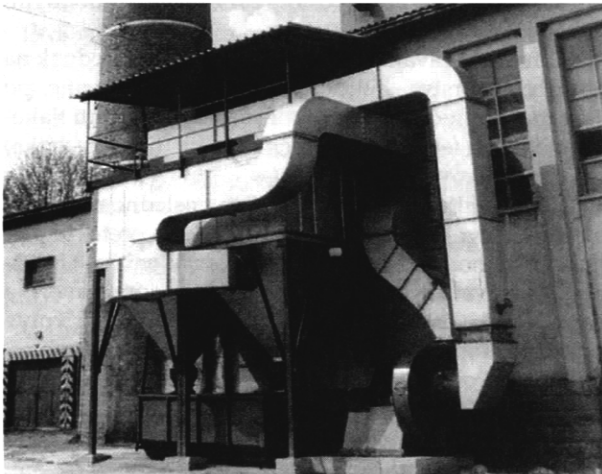
Látkové filtre (obr. 1) dosiahli v poslednom období najväčší rozvoj a rozšírenie predovšetkým preto, že patria k najúčinnnejším odprašovacím zariadeniam. Umožňujú zachovať zachytený prach v pôvodnom stave. Na parametre látkových filtračných zariadení majú vplyv najmä vlastnosti filtračných látok (tkanín) a spôsob regenerácie. Použitie filtračných látok v závislosti od pH a teploty znázorňuje obr. 2.

Na celkovú odlúčivosť, životnosť a funkčnosť filtra má veľký vplyv spôsob jeho regenerácie. Staršie kla-



2. Možnosti použitia filtračných látok v závislosti od pH a teploty (P-84, PTFE, Ryton, Polyester, Nomex, PAN – rôzne druhy v súčasnosti používaných umelých tkanín)

3. Praktické využitie látkového filtra na odprašenie kotolne



sické spôsoby regenerácie – mechanický oklep a spätný preplach – nahrádza dnes systém "pulse-jet" (pulzový preplach stlačeným vzduchom).

Systém pulse-jet používa 2 spôsoby regenerácie filtračných hadíc:

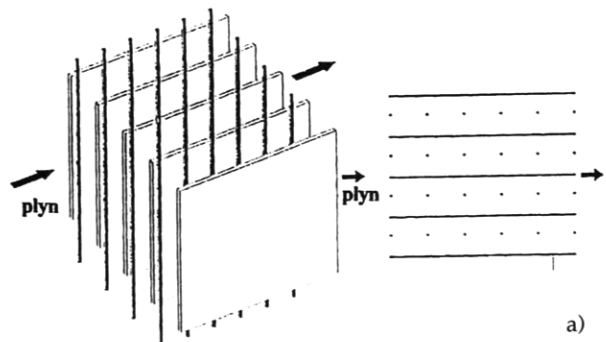
- *Regenerácia hadíc počas prevádzky*, t. j. tlakovým pulzom proti prúdiacemu plynu (systém on-line, t. j. systém v prevádzke). Stavajú sa na systémy od 7 do 2000 m<sup>2</sup>.

- *Regenerácia filtračných hadíc pri odstavení komory* (systém off-line, obr. 3). Tento systém možno skladať z jednotlivých modulov, a tak sa dá použiť aj do najväčších kotlov. Filtračné zariadenia s modernými filtračnými tkaninami (napr. FINET, FITEVIG, TETRATEX, GORETEX, NONEX, RYTON a pod.), dosahujú úroveň BAT.

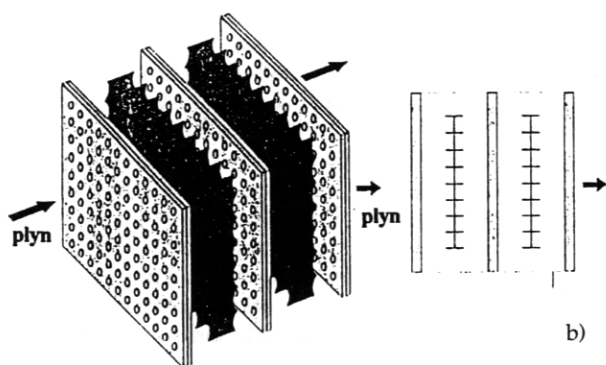
(Výrobcovia, resp. dodávatelia v ČR a SR: ZVVZ, a. s., Milevsko, ENVEN-REEKO, spol. s r. o., Bratislava, MON, spol. s r. o., Košice, Šlehofer, spol. s r. o., Košice, Slavex, spol. s r. o., Praha, Ekostroj, spol. s r. o., Korňa, Mototrans, spol. s r. o., Banská Bystrica a ďalší.)

### Elektroodlučovače

stále patria k jedným z najefektívnejších prostriedkov na zabezpečenie čistoty ovzdušia. Principiálne existujú dva rozdielne systémy EO, klasický (obr. 4a) a podľa japonského patentu – Neu Luft (obr. 4b). Vo všeobecnosti spĺňajú podmienky BAT, t. j. zabezpečujú dodržanie limitov a požiadavky najlepšej dostupnej technológie. No nie vždy je to pravidlom.



4. Princípy elektroodlučovačov: a) klasický b) japonský

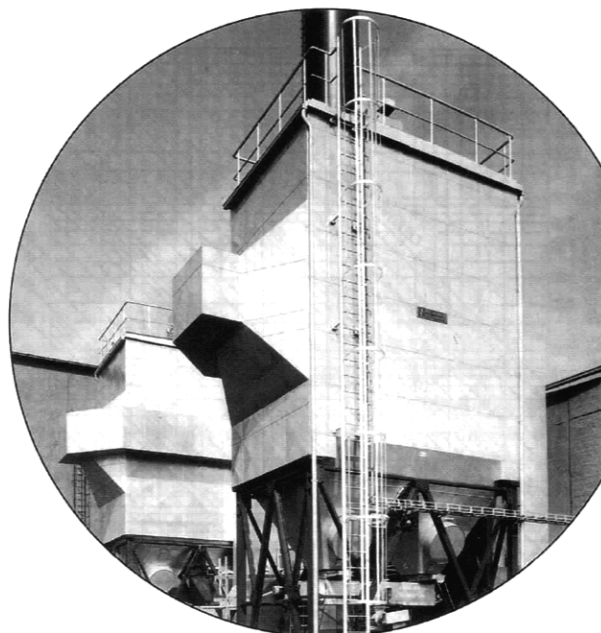


Výhody elektrického odlučovania: vysoká prevádzková spoľahlivosť, vysoká účinnosť odlučovania (až 99,9 %), minimálne nároky na prevádzku a údržbu, nízka tlaková strata, možnosť dosiahnuť vysoké prevádzkové teploty (až 350 °C) a vysoké objemové toky plynov. Ich najväčším nedostatkom je náročnosť na priestor, obsluhu a vysoké investičné náklady. Obsluha elektrostatických odlučovačov je náročnejšia, najmä z hľadiska citlivosti na chemické zloženie odlučovaného prachu. Ťažkosti pri odlučovaní sa vyskytujú zväčša v súvislosti s vysokým špecifickým odporom a lepivosťou odlučovaných častíc.

(Výrobcovia EO: Oceľové konštrukcie, spol. s r. o., Žilina – vyrába v licencií podľa japonského patentu, ZVVZ, a. s., Milevsko, ENVEN-REEKO, spol. s r. o., Bratislava dodávajú odlučovače na klasických princípoch, modulové pre objemové toky od 5000 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> (obr. 5), resp. väčšie.)

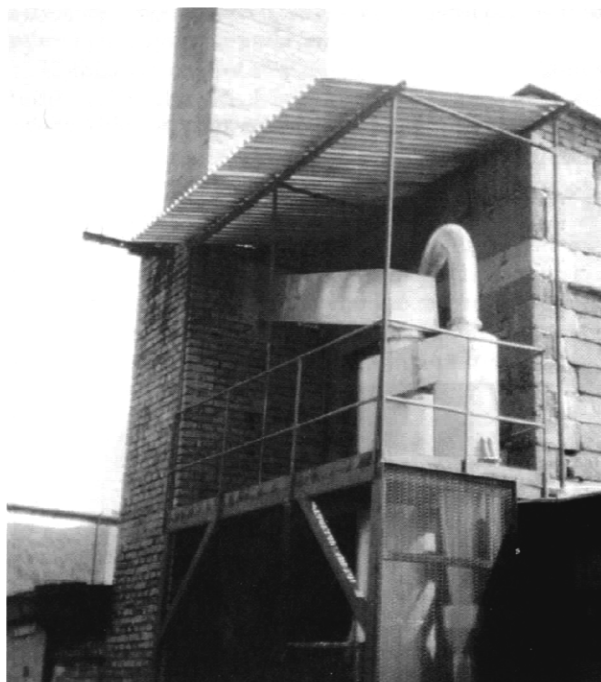
### Cyklónové odlučovače s intenzifikáciou

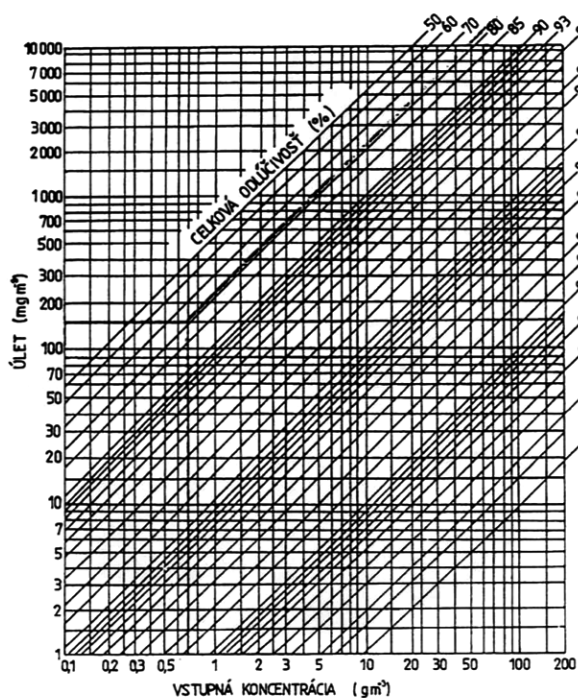
V súčasnosti tieto typy odlučovacích zariadení nie sú docenené. Pracujú zväčša v systéme dvojcyklónu a majú intenzívnejšie odstreďovanie. Tieto cyklóny sú známe skôr v zahraničí, napr. Huriclone (SRN), alebo systém CORE (jadrový odlučovač – USA). Na Strojníckej fakulte STU v Bratislave sme vyvinuli účinný kaskádový cyklónový odlučovač s intenzifikáciou. Tieto odlučovače sú investične podstatne menej náročné ako filtre alebo elektrické odlučovače, a pritom možno pomocou nich dodržať emisné limity pre prach z kotolní a iných prevádzok, kde vzniká nadlimitné množstvo úletu TŽL, objemové toky sú od 1000 do 100 000 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>, čiže vo všetkých typoch prevádzok s maximálnou teplotou spalín 350 °C. Výhodou kaskádových odlučovačov s in-



5. Modulový elektroodlučovač

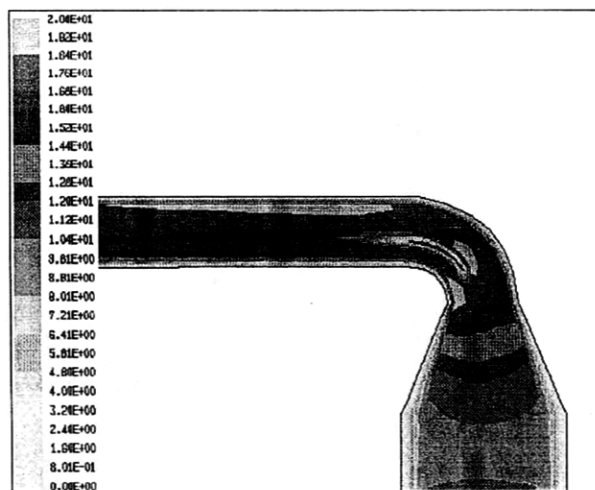
6. Kaskádový odlučovač za kotlom na spaľovanie dreva v Preglejke, a. s., Žarnovica





7. Nomogram na určenie úletu a účinnosti odľučovacieho zariadenia

8. Grafický výstup z počítača: riešenie trasy potrubia, priebeh rýchlosti spalín



tenzifikáciou je hlavne to, že zaberajú malý priestor (oproti EO a filtrom), tlaková strata v cyklónoch je približne 500 Pa. Odľučovacie zariadenie kaskádového typu za kotlom na spaľovanie dreva a drevného odpadu s tepelným výkonom 1,5 MW je inštalované v Preglejke, a. s., Žarnovica (obr. 6). Pôvodné emisné hodnoty TZL z kotla boli ca 700–800  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , po nainštalovaní odľučovacieho systému sa výrazne znížili – asi na 30  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (emisný limit je 150  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Frakčné zloženie odchádzajúceho popolčeka z týchto kotlov na drevo má priemer zrna asi 15  $\mu\text{m}$ . Látkové filtre sú pre tieto kotly absolútne nevhodné, lebo dohorievajúce piliny by prepálili akúkoľvek drahú filtračnú tkaninu a elektrické odľučovače sú v porovnaní s cenou kotla drahé.

Obr. 7 znázorňuje závislosť vstupnej a výstupnej koncentrácie. Z tohto diagramu sa dajú odvodiť potreby jedno, resp. dvojstupňového odľučovania tuhých znečisťujúcich látok. Pri výbere sa potom musia zohľadňovať technické parametre, t. j. dodržanie emisných limitov a ekonomické parametre – primárne investičné náklady, prevádzkové náklady a iné. Pri projektovaní potrubných trás od zdroja znečisťovania (napr. kotla) po odľučovacie zariadenie sa doteraz väčšinou používali zjednodušené jednorozmerné riešenia, ktoré však niekedy nezabezpečili rovnomerné prúdenie plynu po celom priereze potrubia. Na niektorých miestach sa pri nízkej rýchlosti prúdenia plynu v potrubí usadzoval prach, inde zasa vysoké rýchlosti prúdenia plynu, resp. prachu, spôsobili vysoký oter potrubí. Nerovnomerné vstupné rýchlosti spôsobujú problémy aj pri elektroodľučovačoch. Nedosahujú projektované parametre a výstupné koncentrácie prachu sú vyššie ako stanovujú emisné limity. Použitie trojrozmerných riešení potrubných trás tieto nedostatky odstraňuje. Vhodnými priehradkami a navádzacími listami, najmä v kolenách potrubí, možno zabezpečiť rovnomerné prúdenie po celom priereze potrubia. Takéto projekty riešime na Strojníckej fakulte STU v Bratislave s využitím amerického softvéru FLUENT (obr. 8).

## Literatúra

- Horák, M., 1994: Technika ochrany ovzdušia – I. a II., skriptá, ES STU Bratislava.
- Horák, M., 1996: Možnosti riešenia problematiky zabezpečenia plnenia EL. Zborník z konferencie Emisné limity. Vysoké Tatry.
- Virčíková, E., Zetek, J., Skalský, M., 1996: Prevádzka látkových filtrov kotla č. 4, VSŽ, a. s., Košice. Zborník z konferencie Emisné limity. Vysoké Tatry, p. 41–46.