

## ODPRÁŠENÍ KUPLOVEN FILTRY FVU VE SLÉVÁRNĚ LIBEREC, a.s.

### Autoři:

Ing. J. Albrecht CSc., Ing. B. Smrž, Ing. J. Hejma CSc.

Kvalitní odprášení kuplovny představuje dosti složitý technický problém.

Kuplovna svým objemem produkovaných škodlivin není z hlediska celostátní bilance příliš významným zdrojem. Přesto může být zdrojem místně velmi významným a v určitých případech pro své toxické vlastnosti i nebezpečným.

Zvláště kuplovny malých výkonů, u nichž je instalace nákladných čisticích zařízení problematická, mohou svými nedostatečně zachycovanými emisemi působit velké problémy, hlavně v těsné blízkosti komína (emise) i v okolí pece (imise v pracovním prostředí).

Obvyklá je instalace dvou kuploven vedle sebe, které pracují střídavě, tj. tak, že jedna je v režimu tavby, druhá je v přípravě. Následující chladicí a odprašovací zařízení je společné. Časový režim práce kuplovny je řízen podle potřeby kovu a může se velmi lišit v závislosti na pracovním cyklu závodu. Bilance vstupů a výstupů kuplovny je podle směrnice VDI (L1) následující:

### Vstup do pece:

1000 kg železitých materiálů, 120 kg koksu, 50 kg vápence, 920 kg větru (spalovacího vzduchu).

### Výstup z pece:

980 kg tekutého kovu, 1060 kg plynu, 60 kg strusky, 8 ÷ 10 kg prachu.

Granulometrické složení prachu je proměnlivé (závisí hlavně na vsázce), koncentrace leží rovněž v širokém rozsahu a kolísají i v průběhu tavby.

Chemické složení prachu je též značně různorodé, vždy však obsahuje významný podíl SiO<sub>2</sub> (podle L1 25 ÷ 40%).

Zařízením, které je schopné splnit současné požadavky na čistotu emitovaného plynu je průmyslový tkaninový filtr. Odlučivost elektrostatických odlučovačů nebo praček typu Venturi by rovněž vyhověla současným požadavkům, jejich použití však představuje velké provozní problémy a velké provozní náklady. Filtr ovšem vyžaduje určitý, dosti úzký rozsah teplot, redukci obsahu CO spálením před vstupem do filtru (aby v žádném případě nemohla být filtrována explozní směs s velkou pravděpodobností iniciace) a dodržení průtokových a tlakových poměrů v určitém, předem

daném rozmezí. Je tedy nutno vyřešit nejen problém vlastního odloučení tuhých látek, ale i problém chlazení a regulace celého odprašovacího systému.

### Kuplovna ve Slévárně Liberec:

V rámci akce Modernizace tavní - ekologizace kuploven, byla v r. 1999 kuplovna závodu Slévárna Liberec a.s. odprášena průmyslovými textilními filtry. Této úlohy se ujala firma A P F Praha a použila osvědčený typ filtru FVU.

### Pro odprášení pecí byly zadány následující hodnoty:

#### Parametry kuplovny:

Dvojice studenovětrných kuploven o vnitřním průměru 1000 mm, výkonu 7,5 t/h (skutečný bývá někdy vyšší), objem odsávaných spalin 19 000 m<sup>3</sup>/h (NTT), koncentrace tuhých látek na výstupu z kuplovny maximálně 20 g/m<sup>3</sup> (tab. 1) (průměr 10 g/m<sup>3</sup>, teplota spalin maximálně 950° C většinou nepřesáhne 700° C).

### Realizované řešení:

Plyny z kuplovny je třeba před vstupem do filtru ochladit na teploty 140 ÷ 150° C. Protože teplota vystupujících plynů je proměnlivá, rozpadá se celé řešení na tři oblasti a sice regulace, chlazení a filtrace. Filtr vyžaduje určité rozmezí teplot i průtoků a vzhledem k použitému systému regenerace i dodržení podtlaku před filtrem v hodnotách, pro regeneraci vhodných. Lze říci, že regulace a chlazení vytvářejí podmínky pro úspěšnou funkci filtru. Při dodržení podmínek na vstupu do filtru je pak vlastní filtrace, tj. dosažení velmi nízkých výstupních koncentrací, téměř samozřejmé.

Dodržení průtokových a tlakových poměrů je zajištěno dvěma dálkově motoricky ovládanými klapkami. První, přísávací klapka je umístěna těsně za spalovací komorou, tj. na počátku odsávacího systému. Otvírá se tehdy, není-li možné odsávat z pece patřičné množství plynu neboť rychlosti v potrubí nesmějí poklesnout pod hodnotu, která by umožnila usazování prachu. Obr. 1 zobrazuje výstup z kuplovny (první část potrubí z nerezové oceli). Zde je umístěna první přísávací klapka.

Druhá klapka, škrťací, je instalována mezi chladičem a filtrem a slouží k vytvoření podtlaku před dopalovací komorou (cca 100 Pa). Odtud přichází signál k ovládní klapky. Činností těchto automaticky ovládaných klapek je vytvořena jedna podmínka pro správnou funkci konečného elementu – filtru.

Pro jeho funkci je ovšem třeba zajistit i požadovaný rozsah teplot. K ochlazení spalin slouží chladič vzduch – spaliny, (obr. 2), který zaručuje ochlazení spalin na maximální teplotu 140° C. Protože teplota spalin, do chladiče vstupujících, není konstantní, je i provoz tohoto chladiče regulován zapínáním dvou (jednoho) axiálních ventilátorů, které kolmo i podélně ofukují trubky,

jejichž vnitřkem proudí spaliny (kombinace křížový proud, souproud, protiproud). Předpokládané ohřátí chladicího vzduchu je 50° C a v zimním období je možné tento vzduch přivádět do přilehlé haly, šrotiště. V létě je tento vzduch vyfukován do okolí.

K ochlazení odsávaných spalin velmi přispívá 47 m dlouhé potrubí 900 mm (obr. 3), v němž dojde k poklesu teploty spalin až na cca 600° C. Na chladič tedy zbývá ochlazení o cca 460° C.

S ohledem na provozní náklady odprašovacího zařízení byl pro regeneraci filtru FVU zvolen princip regenerace zpětným proplachem atmosférickým vzduchem (2).

Při případném použití tlakového vzduchu pro regeneraci filtračních textilií by činily náklady na výrobu tlakového vzduchu pro filtr FVU odprášení kuplovny ročně cca 486 000,- Kč (při cca 4 600 provozních hodinách, měrné spotřebě 0,0038 kg nasátého vzduchu kompresorem na 1 m<sup>3</sup> filtrovaného vzduchu a ceně 1 Kč/m<sup>3</sup> nasátého vzduchu kompresorem –(3)). Filtr je dimenzován na filtrační rychlost pod 0,02 m/s. Toto zatížení plochy zaručuje její optimální využití při dlouhé životnosti. Použití výkonného chladiče umožnilo nasazení filtrační tkaniny FITEVIG PES 600.

Výstupní potrubí je opatřeno hlukovým tlumičem, což snižuje podstatně obtěžování okolí.

#### Hodnocení realizovaného řešení:

Na odprašovacím zařízení bylo autorizovanou laboratoří TESO provedeno měření emitovaných škodlivin (4), tj. tuhé látky, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> a CO. Pro provoz kuplovny stanoví vyhláška MŽP č. 117/97 limit emise pouze pro TZL (100 mg/m<sup>3</sup>).

Porovnání zadaných, naměřených a vypočítaných hodnot uvádí tab. I. K výsledkům, jakož i k realizaci celé akce lze uvést:

- » Naměřený průtok plynů je větší než zadaný, ne však podstatně (cca o 12%)



Obr. 1. Výstupní potrubí z kuplovny, chladič, komín z filtru FVU.

- » Toto by mohlo nepříznivě ovlivnit funkci chladiče, protože však teploty spalin jsou na vstupu do chladiče nižší než zadané, je chladicí výkon chladiče dostatečný. Ochlazení spalin je téměř shodné s očekávaným (460, 413° C), probíhá však na poněkud nižších teplotách.

- » Přestože chladičem prochází suchá a velmi teplá směs prachu a plynu a nedochází tedy k tvoření nálepů, je nutné chladič občas čistit.
- » Výstupní teplota chladicího vzduchu (nebyla bohužel změřena) musí být vyšší než očekávaná (není na závadu). Vyplývá to z bilance chladiče.
- » Z přibližného výpočtu vstupních koncentrací je zřejmé, že zadané hodnoty TZL jsou mnohem vyšší než skutečné (zadavatel se logicky jistil). Výstupní naměřené hodnoty ukazují, že pokud jde o tuhé látky je filtr FVU schopen produkovat výstupní koncentrace řádově nižší než stanoví vyhláška Ministerstva životního prostředí. Těžiště problematiky je v trvalém zajištění podmínek funkce filtru, tj. teplot a průtoku (podtlaku) na jeho vstupu.

#### Závěrem:

Odprášení kupolových pecí filtry FVU prokazuje velmi zdařilou aplikaci tohoto výrobku. Lze konstatovat, že firma A P F Praha se úkolu odprášení ve Slévárně Liberec, a.s. zhostila velmi dobře.

#### Lektor :

Ing. Ivan Pavlík, CSc.

#### Literatura:

VDI 2288 – Auswurfbegrenzung – Kupolofen Betrieb, VDI 1971

Optimální způsob regenerace průmyslových filtrů z pohledu provozních nákladů, KLIMATIZACE, 1998, č. 1

Filtrace chladicího vzduchu za chladičem slinku, OCHRANA OVZDUŠÍ, 1999, č. 5 - 6

TESO – Protokol o autorizovaném měření č. 91 z 13. 12. 1999



Obr. 2. Chladič



Obr. 1. Potrubí o průměru 900 mm z kuplovny do chladiče

Tabulka 1. (Filtr FVU - APF Praha)

Zadané, naměřené a vypočítané hodnoty na odprašovací zařízení Slévárny Liberec, a.s.

VELIČINY		ZADANÉ	NAMĚŘENÉ/VYPOČÍTANÉ
průtok spalin	$V(\text{m}^3_{\text{N}}/\text{h})$	19 000	21 380
průtok spalin	$M (\text{kg}/\text{s})$	6,86	7,72
maximální teplota spalin na výstupu z komory	$t_0 (\text{°C})$	700	950
maximální teplota spalin před chladičem	$t_1 (\text{°C})$	600	522 <sup>1)</sup>
maximální teplota spalin před filtrem	$t_2 (\text{°C})$	140	91 <sup>1)</sup>
ochlazení spalin v chladiči o max.	$t_{\text{sp}} (\text{°C})$	460	413 <sup>1)</sup>
ohřátí vzduchu o	$t_{\text{vz}} (\text{°C})$	50 ?	60 <sup>4)</sup>
tepelný výkon chladiče	$N (\text{kW})$	3471 <sup>4)</sup>	3507 <sup>4)</sup>
maximální průtok chladícího vzduchu	$V_{\text{vz}} (\text{m}^3/\text{h})$	144 000	-
vstupní koncentrace do filtru FVU $(\text{g}/\text{m}^3)$	TZL	až 20 ( $\phi$ 10)	cca 5 ÷ 6 <sup>3)</sup> $\text{g}/\text{m}^3_{\text{n}}$
	SO <sub>2</sub>	0,67	-
	NO <sub>x</sub>	0,032	-
	CO	0,600 <sup>5)</sup>	-
výstupní koncentrace $(\text{mg}/\text{m}^3)$	TZL	100 (emis. limit)	< 1
	SO <sub>2</sub>	-	71
	NO <sub>x</sub>	-	< 11
	CO	-	10 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Průměr z šesti náhodně změřených hodnot z 19. 11. 1999

<sup>2)</sup> V měřicím místě (komín za ventilátorem)

<sup>3)</sup> Výpočtová hodnota, průměr ze zachytu tuhých látek a průtoku plynů

<sup>4)</sup> Výpočtová hodnota (bilance)

<sup>5)</sup> Za spalovací komorou