

EKOLOGIZACE VÝROBY SKLA V PÁNVOVÝCH PECÍCH VYSOKOÚČINNÝMI FILTRY FVU

Ing. Jiří Albrecht, CSc.

Ing. Jan Jokeš

Ing. Bohuslav Smrž

APF Praha a.s., www.apf.cz

Lektoroval: Ing. Vladimír Bureš

Pánvové sklářské pece nepatří sice mezi velké znečišťovatele životního prostředí, ale vzhledem k novelizovaným zpřísněným emisním limitům pro vypouštění škodlivých látek do ovzduší musí být prakticky všechny vybaveny odpovídajícím odlučovacími zařízeními.

Pánvové pece, vytápěné zemním plynem, pracují v tzv. diskontinuálním režimu zahrnujícím obvykle tři základní fáze. První fáze – tavba – probíhá tak, že se postupně zvyšuje tavící teplota a do pánve se několikrát nakládá vsázka (sklářský kmen včetně skleněných střeptů). Během tavby je výkon hořáků pece resp. spotřeba plynu nejvyšší. Maximální teplota v peci se v závislosti na druhu taveného skla pohybuje cca okolo 1400 °C. Po roztavení vsázky na požadované vlastnosti taveniny skla následuje druhá fáze – udržování. Pec se zpravidla odstaví z provozu, tzn., že se sníží výkon hořáků, někdy až na nulu a uzavírá se odtah spalin z pece, také někdy až na nulu. Teplota v peci postupně klesá na teplotu zpracovatelnosti skla, která se v závislosti na druhu taveného skla pohybuje cca okolo 1200 °C. Následuje třetí fáze – dílo, při které se z pánve odebírá sklo ke zpracování do požadovaných výrobků nebo polotovárů. Během díla je výkon hořáků udržován v závislosti na teplotě zpracovatelnosti a době trvání odběru skla. Teplota spalin za peci (spalinový kanál) se mění jak v závislosti na režimu tavby, tak podle typu pece obvykle v rozsahu cca 200–700 °C.

Pokud je ve sklářské huti více než jedna pánvová pec, bývá obvykle provozní režim všech pecí časově sladěn a přizpůsoben směnnému rozvrhu hutě, tzn., že provozní fáze všech pecí jsou časově shodné nebo případně jen nepatrně posunuté. V takovém případě se na pecích při dopolední směně provádí zpracování skla – dílo, a na odpolední a noční směně – tavba a udržování. Někdy ale může nastat případ, že režim některých pecí může být o celou provozní fázi časově posunutý. V takovém případě se na některých pecích provádí dílo na ranní a na ostatních při odpolední směně.

Množství emisí škodlivých látek unikajících do ovzduší (komínem) z hutě je především závislé na druhu a složení vyráběného skla, jeho denní produkci (počet provozovaných pecí), na konstrukci a velikosti pece (jednopánvová nebo více-pánvová pec) a na typu a výkonu vytápěcího agregátu (plynokyslíkové hořáky, přehřev spalovacího vzduchu apod.).

Z již popsaného režimu diskontinuálních pánvových pecí vytápěných zemním plynem vyplývá, že množství emisí škodlivých látek, jak plyných, tak tuhých, bude přibližně kopírovat křivku výkonu hořáku pece (spotřebu plynu) resp. množství spalin, tzn., že nejvíce emisí vzniká při tavbě (těkavé prvky z taveniny, částečně rozprach vsázky) a minimální množství emisí je při udržování a díle [1]. Tuhé znečišťující látky ve spalinách pánvových pecí jsou charakterizovány extrémní jemností a často i lepivostí.

Podle druhu a složení taveného skla obsahují spaliny velkou škálu plyných a tuhých znečišťujících látek. Z plyných škodlivin jsou to hlavně CO, NO_x, SO₂, Cl a F. Z tuhých látek jsou to zejména Pb, Sb, Mn, Sn, Cu, As, Se, Cr, Co, Ni, Cd a Zn.

NOVÉ EMISNÍ LIMITY

Podle posledního znění návrhu nových emisních limitů z 28. 2. 2006 [2] jsou pro výrobu skla v pánvových diskontinuálních pecích stanoveny následující limitní koncentrace znečišťujících látek v mg/m³ suchého plynu za normálních podmínek (101,325 kPa, 293,15 K) a to při přepočtu na referenční 17 % O_{2R}:
TZL (tuhé znečišťující látky) – 150 mg/m³ (při hmotnostním toku < 2,5 kg/hod.)
SO₂ – 500 mg/m³ (při spalování zemního plynu)
NO₂ – 1100 mg/m³ (pro diskontinuální tavící agregáty)
CO – 800 mg/m³ (při hmotnostním toku > 5 kg/hod.)
Pb, Sb, Mn, V, Sn a Cu (kovy sk. I.) – 10 mg/m³ (při hmotnostním toku všech těchto látek = 0,05 kg/hod.)
Co, Ni, Cr, As, Cd a Se (kovy sk. II.) – 5 mg/m³ (při hmotnostním toku

všech těchto látek = 0,01 kg/hod.)
HF (F) – 50 mg/m³ (při hmotnostním toku = 0,05 kg/hod., pro agregáty s denní kapacitou výroby vyšší než 20 t utavené skloviny)
HCl (Cl) – 100 mg/m³ (při hmotnostním toku = 0,05 kg/hod.)

Tyto emisní limity platí do konce roku 2010.

Pro výrobu skla v pánvových diskontinuálních pecích platí po roce 2010 podle návrhu novely nových emisních limitů následující limitní koncentrace znečišťujících látek v mg/m³ suchého plynu za normálních podmínek (101,325 kPa, 293,15 K) a to při přepočtu na referenční 13 % O_{2R}:

TZL (tuhé znečišťující látky) – 100 mg/m³ (při hmotnostním toku < 2,5 kg/hod.)
SO₂ – 500 mg/m³ (při spalování zemního plynu)
NO₂ – 1100 mg/m³ (pro diskontinuální tavící agregáty)
CO – 800 mg/m³ (při hmotnostním toku > 5 kg/hod.)
Pb, Sb, Mn, V, Sn a Cu (kovy sk. I.) – 10 mg/m³ (při hmotnostním toku všech těchto látek ≥ 0,05 kg/hod.)
Co, Ni, Cr, As, Cd a Se (kovy sk. II.) – 5 mg/m³ (při hmotnostním toku všech těchto látek ≥ 0,01 kg/hod.)
HF (F) – 50 mg/m³ (při hmotnostním toku = 0,05 kg/hod., pro agregáty s denní kapacitou výroby do 20 t utavené skloviny)
HCl (Cl) – 30 mg/m³ (při hmotnostním toku ≥ 0,05 kg/hod.)
Pb – 5 mg/m³ (jestliže je celkový hmotnostní tok kovů sk. I. > 0,05 kg/hod.)

Při autorizovaném měření koncentrací znečišťujících látek nesmí žádný odebraný vzorek v předepsaném čase celkového měření diskontinuální pánvové pece (provozní režim pece) překročit 120 % stanoveného emisního limitu koncentrace znečišťujících látek.

Príslušné orgány ochrany životního prostředí mají zákonnou možnost snížit stanovené emisní limity na úroveň hodnot BAT (Best available Techniques – nejlepší dosažitelná technika), to je hodnot, které lze dosáhnout nejlepší dosažitelnou technikou.

Dále je třeba uvést následující dosud méně známou zákonnou povin-

nost provozovatelů sklářských pecí: Na základě nařízení vlády č. 368/2003 Sb. a dalších vyhlášek a v souladu s připravovanými opatřeními EU zřídilo MŽP Integrovaný registr znečišťování životního prostředí (IRZ). Každá provozovna je povinná do 15. února ohlásit roční množství emisí do vzduchu, do vody a do půdy, pokud přestoupí ohlašovací práh. Registr je veřejně přístupný a nahrazuje hlášení o emisích na další místa. Ohlašovací povinnost se týká 72 látek, předpokládá se rozšíření asi na 92 látek. Z nich jsou uvedeny emise látek významných pro sklářský průmysl v následujícím seznamu – **tabulka 1** [3].

Při výrobě skla v pánvových pecích se tato ohlašovací povinnost týká především kadmia (Cd), jehož roční emise v kg ve většině provozů přesahují bez instalace průmyslových filtrů ohlašovací práh 10 kg/rok.

FILTRY FVU

Filtry FVU firmy APF Praha a. s. patří do současné světové špičky průmyslové filtrace a splňují přísná kritéria na úrovni nejlepších technik – BAT. Garantovaná hodnota výstupní koncentrace TZL je u filtrů FVU 10 mg/m³ suchého plynu za normálních podmínek (101,325 kPa, 293,15 K) a to po celou dobu provozní životnosti filtrační textilie. Skutečně dosahované hodnoty výstupní koncentrace TZL jsou až o jeden řád nižší.

Pro dodržení výše uvedených emisních limitů byly již v řadě sklářských hutích s pánvovými pecemi použity vysokoúčinné průmyslové látkové filtry typu FVU. Na obr. 1 je zobrazena filtrační stanice FVU 400.

Filtr FVU má filtrační plochu (textilii) upravenou do tzv. plošného (kapsového) provedení ve tvaru kapsových filtračních vložek. Základní vyměnitelný filtrační člen (filtrační vložka) je vyroben z jednoho souvislého pásu filtrační textilie (o celkové délce 22,5 m), který je „harmonikově“ naskládán a na bocích takto vzniklých kapes dvojitým švem sešit. Rozměr jedné kapsy vložky je 1100 × 1200 mm (šířka × hloubka). Pomocí obvodových těsnících manžet, které jsou součástí vícekapsové vložky, se zajišťuje její utěsnění na dělicí stěně filtrační komory. Dvouokruhovým utěsněním těsnícími rámečky přitlačovanými pomocí klínového upevnění na těsnící manžetu filtrační vložky se dosahuje dokonalé těsnosti, tj. oddělení čisté a zaprášené strany filtru. Aby byl v průběhu střídajících se etap filtrace a regenerace (čištění vložek od odloučeného prachu) zachován tvar kapes a protilehlé plochy na sebe nedoléhaly, jsou uvnitř a vně kapes umístěny drátové rozpěrné výztuže zavěšené na dělicí mezistěně komor filtru. Přístup k filtračním vložkám každé komory filtru je přes víka, která tvoří pochozí strop filtru.

U filtrů FVU lze pro regeneraci filtračních vložek použít dva známé regenerační systémy a to zpětný proplach atmosférickým vzduchem nebo tzv. pulse-jet systém s tlakovým vzduchem.

Zpětný proplach atmosférickým vzduchem vyvolaný podtlakem ve filtru patří mezi nejstarší, ale také nejspolehlivější a nejlevnější způsoby regenerace filtrů. Vlastní regenerační zařízení, zpravidla mechanicky ovládané klapky, je v závislosti

na technickém řešení obvykle jednoduché na obsluhu a nenáročné na údržbu. Pořizovací cena tohoto zařízení je nízká a provozní náklady minimální. Intenzita zpětného proplachu je závislá na velikosti podtlaku ve filtru. Doba proplachu části filtru (komory) trvá obvykle jen několik vteřin. Díky nižší intenzitě proplachu je namáhání filtrační textilie minimální, čímž se dosahuje dlouhé životnosti filtračních vložek. Tento způsob regenerace rovněž tak intenzivně nenarušuje primární odloučenou vrstvu prachu, která spoluvytváří s filtrační textilií filtrační vrstvu, kterou se dociluje zachytit i těch nejmenších částic prachu. Úlet je minimální a je dosaženo vysoké odlučivosti filtru.

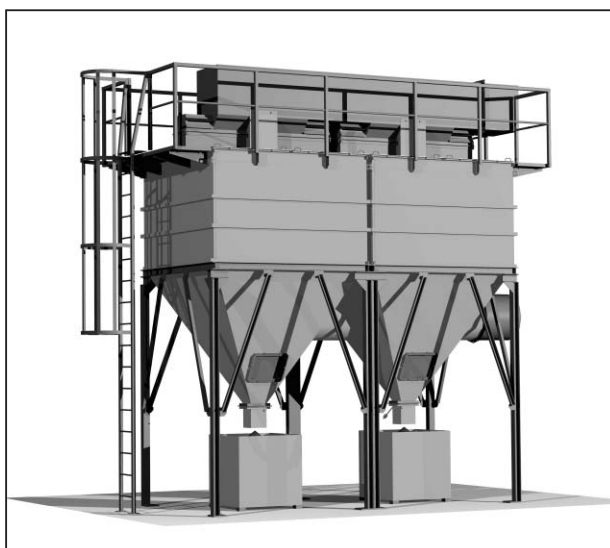
Tlakovzdušná regenerace pulse-jet krátkými impulsy stlačeným vzduchem (označení filtru FVU.I) je sice intenzivnější, ale zároveň se zvyšuje mechanické namáhání filtračních textilií a zkracuje jejich provozní životnost. Současně tento systém regenerace vyžaduje instalaci kompresorové stanice, pokud již není tlakový vzduch k dispozici ve sklárně, s nezbytnou úpravou tlakového vzduchu, tj. odvlhčením a čištěním. Náklady na výrobu tlakového vzduchu za dobu ekonomické životnosti filtru většinou převyšují pořizovací cenu filtru. Intenzivní odstraňování odloučeného prachového koláče z filtračních materiálů tlakovzdušnou regenerací také negativně ovlivňuje hodnoty výstupních koncentrací (úlet) z filtru [4].

Pro regeneraci filtrů FVU použitých na filtraci spalin pánvových pecí byl zvolen systém regenerace filtračních vložek zpětným proplachem atmosférickým vzduchem.

Tabulka 1: Seznam látek pro IRZ sklářského průmyslu

Ohlašovací látka	Do ovzduší kg/rok	Do vody kg/rok
Oxid uhelnatý	500 000	
Oxid uhličitý	100 000 000	
Oxidy dusíku	100 000	
Oxid síry	150 000	
Arsen (As)	20	5
Kadmium (Cd)	10	5
Chrom (Cr)	100	50
Měď (Cu)	100	50
Rtuť (Hg)	10	1
Nikl (Ni)	50	20
Olovo (Pb)	200	20
Zinek (Zn)	200	100
Chlor (jako HCl)	10 000	
Fluor (jako HF)	5 000	
Polétavý prach PM ₁₀	50 000	
Asbest	1	1
Formaldehyd	50	

Obrázek 1: Filtrační stanice FVU 400



Aby bylo možno dosáhnout maximálního zachycení (sorpcí) plyných sloučenin fluoru a chloru ve vrstvě odloučených TZL, je nutno volit měrné zatížení filtrační textilie (filtrační rychlost) a četnost regenerace filtračních vložek tak, aby v průběhu filtrace byla na povrchu filtračních textilií dostatečně silná vrstva zachycených TZL a doba trvání prostupu spalin touto vrstvou byla pokud možno co nejdelší. Teprve v takové vrstvě TZL při průchodu spalin s plyným fluorem a chlorem dochází vlivem sorpce k účinnějšímu zachycování určitého podílu plyného fluoru a chloru. S narůstající vrstvou TZL však roste tlaková ztráta filtru, která je závislá především na filtrační rychlosti a na četnosti regenerace. Optimální volba těchto základních parametrů byla ověřena v průběhu provozních zkoušek filtrů FVU ve sklářských hutích a je základním parametrem (know-how) pro dimenzování filtračních stanic za sklářskými pánvovými pecemi.

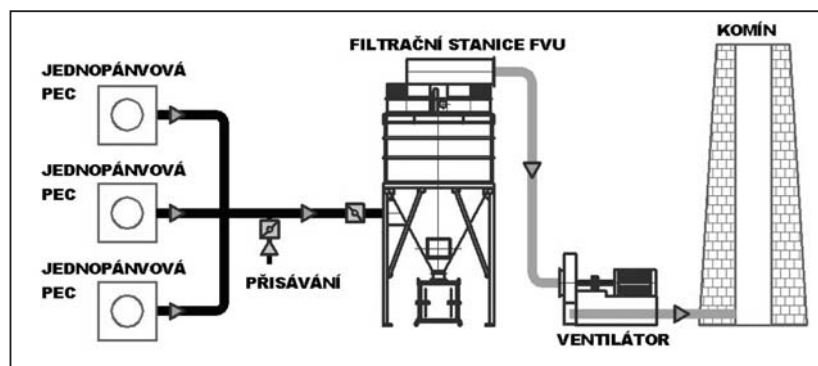
Regulační klapky, regulované chlazení spalin přísáváním okolního vzduchu, ovládání regenerace filtrů a regulace otáček ventilátoru jsou řízeny počítačovým systémem. Uvnitř jednotlivých pánvových pecí je pomocí regulační klapky automaticky udržován optimální podtlak v hodnotách nastavených obsluhou. Lze jej sledovat na displeji ovládacího systému.

Novela emisních limitů má být vládou schválena v nejbližší době. Pro úplnost lze uvést, že filtrační stanice FVU splňují rovněž v současnosti platné emisní limity z roku 2002.

Provozní hodnoty filtračních stanic FVU za pánvovými pecemi ve sklárnách Jablonec Group a.s.

Všechny uváděné hodnoty jsou převzaty z protokolů o autorizovaném měření provedených Výzkumným

Schéma A: Filtrace spalin ve sklářské huti Smržovka. V provozu od 19. 8. 2003. Výstupní koncentrace TZL je 0,52 mg/m³ při reálném O₂, 0,95 mg/m³ při 17% O_{2R} a 1,9 mg/m³ při 13% O_{2R}



Tabulka 2: Koncentrace TZL a HF

Datum a čas (h) 8.–9. září 2005		Koncentrace měřené		Koncentrace O ₂ (%)
od	do	TZL (mg/m ³)	HF (mg/m ³)	
12:45	15:35	0,85	6,8	18,25
15:45	18:35	0,43	13,3	18,21
18:45	21:35	0,62	5,4	18,65
21:45	0:35	0,63	3,6	18,89
0:45	6:35	0,54	0,8	19,25
6:45	12:45	0,27	0,6	19,03
Vážený průměr konc.		0,52	3,9	18,83

ústavem anorganické chemie a.s., Ústí nad Labem. Hodnoty hmotnostních koncentrací znečišťujících látek v tabulkách 2 ÷ 13 jsou za normálních podmínek suchého plynu (101,325 kPa, 293,15 K).

Sklářská huť Smržovka

První pánvové pece osazené filtry FVU jsou v provozu hutě Smržovka a to od 19. 8. 2003. Odsávány jsou tři pánvové sklářské pece na výrobu olovnatého skla (48 % PbO) – **schéma A**. Vzhledem k jemnosti a lepivosti prachu vznikajícího při výrobě olovnatého skla je ve filtru použita hladká skleněná textilie s grafit-teflonovou úpravou. Vlivem tohoto nejsou žádné problémy s regenerací filtrační textilie a filtry pracují s touto filtrační textilií bez jakýchkoliv závad. Regulované přísávání okolního

vzduchu zajišťuje ochlazování teploty spalin pod bod teplotní odolnosti filtrační textilie (270 °C).

Za filtry měřené hmotnostní koncentrace TZL a HF jsou zachyceny v **tabulce 2**, koncentrace kovů skupiny I. a II. v **tabulce 3**, a průměrné výstupní koncentrace SO₂, NO₂, CO a HCl v **tabulce 4** [5].

Po instalaci filtračního zařízení se roční emise kadmia snížila na **0,03** kg, roční emise arzenu na **0,15** kg, roční emise olova na **3,24** kg a celková roční emise TZL na **12,5** kg. [5].

Sklárna Lučany – Horní huť

V této huti jsou provozovány dvě dvoupánvové pece, jedna jednopánvová pec a jedna osmipánvová pec na výrobu sodnodraselného skla. Výstupy z obou dvoupánvových pecí a jedné jednopánvové pe-

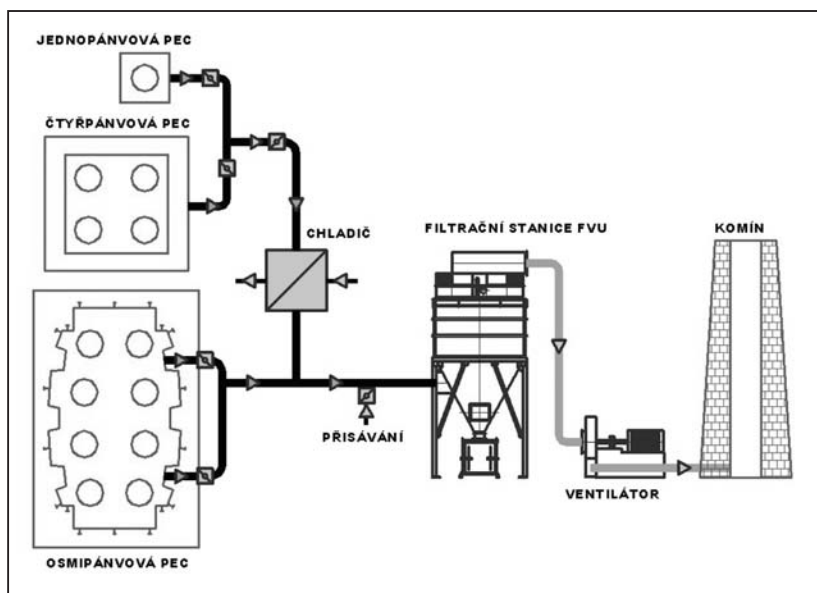
Tabulka 3: Koncentrace kovů skupiny I. a II. skupina

Datum a čas (h) 8.–9. září 2005		Koncentrace měřené (mg/m ³)											
od	do	kovy I. skupiny						kovy II. skupiny					
		Pb	Sb	Mn	V	Sn	Cu	Co	Ni	Cr	As	Cd	Se
12:45	15:35	0,255	0,004	0,004	0,002	0,002	0,004	0,002	0,002	0,004	0,006	0,002	0,002
15:45	18:35	0,079	0,005	0,004	0,002	0,002	0,004	0,002	0,002	0,005	0,016	0,002	0,002
18:45	21:35	0,172	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,003	0,011	0,002	0,002
21:45	0:35	0,176	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,013	0,002	0,002
0:45	6:35	0,156	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001
6:45	12:45	0,059	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001
Vážený průměr konc.		0,1369	0,0020	0,0018	0,0013	0,0013	0,0020	0,0013	0,0013	0,0022	0,0065	0,0013	0,0013

Tabulka 4: Průměrné koncentrace SO₂, NO₂, CO a HCl

Znečišťující látka	Koncentrace přepočtené na 17% O _{2R} (mg/m ³)	Koncentrace přepočtené na 13% O _{2R} (mg/m ³)
SO ₂	5,4	10,8
NO ₂	382,8	765,6
CO	9,9	19,8
HCl	0,65	1,3

Schéma B: Filtrace spalin ve sklářské huti Lučany. V provozu od 2. 11. 2004. Výstupní koncentrace TZL je 0,39 mg/m³ při reálném O₂, 0,42 mg/m³ při 17% O_{2R} a 0,84 mg/m³ při 13% O_{2R}



Obrázek 2: Filtrační stanice FVU v Horní huti, Lučany



ce jsou vyvedeny do společného potrubí vedeného do chladiče spalin/vzduch, neboť se teploty spalin před chladičem pohybují v hodnotách nad 350 °C. Za chladičem se spojuje s přívodním potrubím od osmipánvové pece a je napojeno na filtrační stanici FVU. Konečné ochlazování spalin na teplotu odolnosti filtračních textilií je zajišťová-

no regulovaným přísáváním okolního vzduchu (schéma B). Celkový pohled na filtrační stanici je zachycen na obr. 2. Filtry jsou v provozu od 2. listopadu 2004.

Za filtrem naměřené hmotnostní koncentrace TZL a koncentrace HF jsou v tabulce 5, koncentrace kovů skupiny I. a II. v tabulce 6, průměrné koncentrace SO₂, NO₂, CO a HCl

v tabulce 7 [6] a pro porovnání jsou v tabulce 8 uvedeny koncentrace TZL a v tabulce 9 koncentrace kovů I. a II. skupiny naměřené v komíně před instalací filtrační stanice [7].

Roční emise kadmia před instalací filtračního zařízení byla 92 kg, roční emise arzenu 12 kg, roční emise olova 218 kg a celková roční emise TZL 2953 kg. [7].

Po instalaci filtračního zařízení se roční emise kadmia snížila na 0,624 kg, emise arzenu na 1,25 kg, roční emise olova na 0,8 kg a celková roční emise TZL na 23 kg [6].

Z výsledků měření [7] a [6] vyplývá, že ve filtrační stanici FVU se ze spalin odloučí 99,22 % TZL.

Sklářská huť Desná

V provozu hutě Desná je osmipánvová pec a čtyřpánvová pec na výrobu sodnodraselného skla. Spaliny vedené z obou pecí samostatnými kanály jsou od komína odděleny šoupátky a jsou napojeny na potrubí, která se spojují před filtrační stanicí (viz schéma C). Do společného potrubí před filtrem je napojeno přísávání okolního vzduchu za účelem regulovaného ochlazení spalin na hodnotu teplotní odolnosti filtračních textilií. Z filtru jsou spaliny vedeny přes ventilátor do výstupního potrubí a odtud do zděného komína. Filtrační stanice byla uvedena do provozu 11. 10. 2005.

Za filtrem naměřené hmotnostní koncentrace TZL a koncentrace HF jsou v tabulce 10, koncentrace kovů skupiny I. a II. jsou v tabulce 11, průměrné koncentrace SO₂, NO₂, CO a HCl v tabulce 12 [8] a pro porovnání jsou v tabulce 13 uvedeny koncentrace TZL naměřené v komíně před instalací filtrační stanice [9].

Po instalaci filtračního zařízení se roční emise kadmia snížila na 0,09 kg, emise arzenu na 0,09 kg, emise olova na 0,13 kg a celková roční emise TZL z 1416 kg [9] na 20,6 kg [8].

Z výsledků měření [9] a [8] vyplývá, že ve filtrační stanici FVU se ze spalin odloučí 98,54 % TZL.

Likvidace zachycených TZL

Ve filtrech jsou ze spalin odlučovány TZL a v průběhu regenerace padá zachycený prach z výsypky filtru do sběrných kontejnerů. Vzhledem ke složení zachyceného prachu se jedná o nebezpečný odpad. V průměru jednou měsíčně se provádí odvoz nashromážděného prachu. Tuto činnost zajišťují na základě smlouvy specializované

Tabulka 5: Koncentrace TZL a HF

Datum a čas (h) 7. září 2005		Koncentrace měřené		Koncentrace O ₂ (%)
od	do	TZL (mg/m ³)	HF (mg/m ³)	
11:30	14:20	0,94	9,3	15,66
14:30	17:20	0,74	37,3	15,83
17:30	20:20	0,77	27,9	15,9
20:30	23:20	0,45	7,8	17,5
23:30	5:20	0,02	2,4	19,97
5:30	11:30	0,14	1,8	19,69
Vážený průměr konc.		0,39	11,1	18,08

Příchovice a. s. Jablonex Group, kde jsou dvě diskontinuální sklářské pece s ohřevem plynokyslíkovými hořáky. Kombinace plynu s kyslíkem snižuje celkový objem spalin (spotřebu plynu), ale současně se zvyšuje teplota spalin a koncentrace TZL. Zvýšení koncentrace TZL ve spalinách nečiní filtrům FVU žádný problém se splněním emisních limitů znečišťujících látek.

V průběhu roku 2006 připravuje Jablonex Group a. s. výstavbu dal-

Tabulka 6: Koncentrace kovů skupiny I. a II.

Datum a čas (h) 7. září 2005		Koncentrace měřené (mg/m ³)											
		kovy I. skupiny						kovy II. skupiny					
od	do	Pb	Sb	Mn	V	Sn	Cu	Co	Ni	Cr	As	Cd	Se
11:30	14:20	0,025	0,030	0,017	0,015	0,010	0,015	0,040	0,010	0,009	0,030	0,011	0,025
14:30	17:20	0,020	0,030	0,017	0,010	0,010	0,015	0,040	0,010	0,009	0,030	0,011	0,025
17:30	20:20	0,019	0,029	0,011	0,010	0,010	0,010	0,016	0,014	0,012	0,029	0,010	0,024
20:30	23:20	0,020	0,030	0,011	0,015	0,010	0,010	0,016	0,015	0,012	0,030	0,010	0,025
23:30	5:20	0,008	0,012	0,005	0,006	0,004	0,004	0,024	0,004	0,004	0,012	0,004	0,010
5:30	11:30	0,008	0,012	0,005	0,004	0,004	0,004	0,023	0,004	0,004	0,012	0,004	0,010
Vážený průměr konc.		0,014	0,002	0,009	0,009	0,007	0,008	0,026	0,008	0,007	0,020	0,007	0,017

Tabulka 7: Průměrné koncentrace SO₂, NO₂, CO a HCl

Znečišťující látka	Koncentrace přepočtené na 17% O _{2R} (mg/m ³)	Koncentrace přepočtené na 13% O _{2R} (mg/m ³)
SO ₂	42,6	85,2
NO ₂	165,3	330,6
CO	51,1	102,2
HCl	0,3	0,6

Tabulka 12: Průměrné koncentrace SO₂, NO₂, CO a HCl

Znečišťující látka	Koncentrace přepočtené na 17% O _{2R} (mg/m ³)	Koncentrace přepočtené na 13% O _{2R} (mg/m ³)
SO ₂	7	14
NO ₂	221,8	443,6
CO	38,8	77,6
HCl	2,5	5

Tabulka 8: Koncentrace TZL před instalací filtru přepočtené na 17% O_{2R} a na 13% O_{2R}

Datum a čas (h) 18.–19. září 2001		Koncentrace TZL přepočtené	
od	do	na 17% O _{2R} (mg/m ³)	na 13% O _{2R} (mg/m ³)
12:00	13:55	46,4	92,8
14:00	15:55	69,1	138,2
16:00	17:55	87,7	175,4
18:00	19:55	117,1	234,2
20:00	21:55	126,6	253,2
22:00	23:30	148,9	297,8
23:35	3:55	29,2	58,4
4:00	7:55	5,2	10,4
8:00	12:00	4	8
Vážený průměr konc.		53,3	106,6

Tabulka 13: Koncentrace TZL před instalací filtru přepočtené na 17% O_{2R} a na 13% O_{2R}

Datum a čas (h) 19.–20. března 2003		Koncentrace TZL přepočtené	
od	do	na 17% O _{2R} (mg/m ³)	na 13% O _{2R} (mg/m ³)
12:30	14:25	118,8	237,6
14:30	16:25	105,7	211,4
16:30	17:55	105,5	211
18:00	21:25	44,4	88,8
21:30	0:25	39,3	78,6
0:30	5:25	23,4	46,8
5:30	12:30	30,1	60,2
Vážený průměr konc.		50,4	100,8

firmy, které mají oprávnění na převoz nebezpečného odpadu a zajišťují i jeho uložení na schválených úložištích.

ZÁVĚR

Z dosud získaných poznatků s provozem filtrů FVU za pánvovými sklářskými pecemi vyplývá, že lze

zcela bezpečně splnit veškeré stávající i novelou navrhované emisní limity. Z hlediska provozní spolehlivosti filtrů FVU, které nevyžadují prakticky žádnou obsluhu, lze uvést, že dosud nedošlo k žádným provozním závadám.

V lednu 2006 byla uvedena do provozu zatím poslední filtrační stanice FVU a to ve sklářské huti

šich filtračních stanic pro své pánvové pece v Dolní huti Lučany a v huti Maxov.

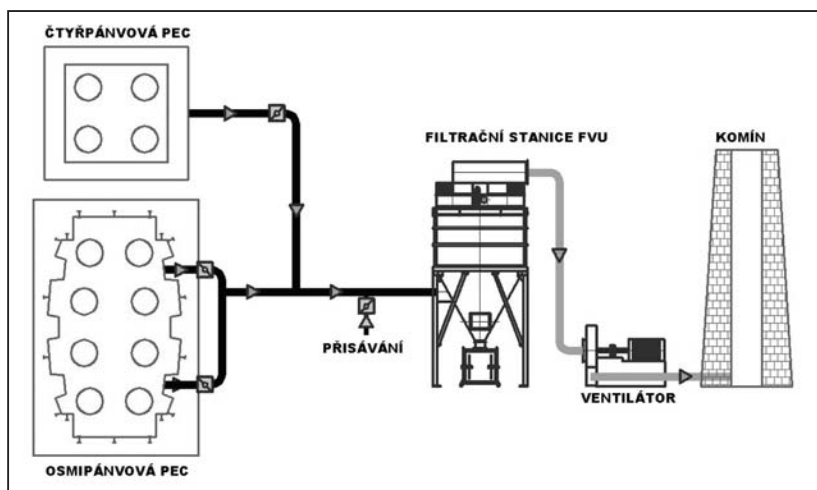
V okolí skláren vybavených vysoce účinnými filtry FVU dnes již nemusí jak zaměstnanci, tak i v okolí žijící obyvatelé vdechovat znečištěný vzduch, který obsahoval řadu škodlivých a zdraví nebezpečných látek.

Závěrem můžeme konstatovat,

Tabulka 9: Koncentrace kovů skupiny I. a II. před instalací filtru přepočtené na 13% O_{2R}

Datum a čas (h) 18.-19.. září 2001		Koncentrace přepočtené na 13% O _{2R} (mg/m ³)											
		kovy I. skupiny						kovy II. skupiny					
od	do	Pb	Sb	Mn	V	Sn	Cu	Co	Ni	Cr	As	Cd	Se
12:00	13:55	2,622	0,012	0,012	0,012	0,012	0,272	0,024	0,012	0,642	0,148	3,214	1,174
14:00	15:55	10,280	0,012	0,012	0,012	0,012	0,390	0,046	0,012	0,904	0,344	6,868	1,718
16:00	17:55	11,702	0,012	0,012	0,012	0,012	0,636	0,022	0,012	0,758	0,346	8,466	1,964
18:00	19:55	19,226	0,012	0,012	0,012	0,038	0,350	0,024	0,012	1,048	0,636	11,496	4,164
20:00	21:55	23,332	0,014	0,014	0,014	0,042	0,128	0,014	0,014	0,752	1,050	2,198	1,986
22:00	23:30	24,320	0,026	0,026	0,026	0,050	0,628	0,026	0,026	1,258	2,590	1,962	0,906
23:35	3:55	1,238	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,124	1,834	0,050	0,050
4:00	7:55	0,224	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,022	0,054	0,010	0,010
8:00	12:00	0,084	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,010	0,008	0,008
Vážený průměr konc.		7,362	0,014	0,014	0,014	0,020	0,194	0,020	0,014	0,446	0,724	2,786	0,974

Schéma C: Filtrace spalin ve sklářské huti Desná. V provozu od 11. 10. 2005. Výstupní koncentrace TZL je 0,44 mg/m³ při reálném O₂, 0,75 mg/m³ při 17% O_{2R} a 1,5 mg/m³ při 13% O_{2R}



Tabulka 10: Koncentrace TZL a HF

Datum a čas (h) 18.-19. září 2005		Koncentrace měřené		Koncentrace O ₂ (%)
od	do	TZL (mg/m ³)	HF (mg/m ³)	
11:30	13:25	0,46	7,8	19,03
13:30	15:25	0,97	10,5	19,02
15:30	17:25	1,04	19,4	17,3
17:30	19:25	0,78	26,8	16,67
19:30	0:25	0,37	3,2	17,18
0:30	6:25	0,06	1,1	20,36
6:30	11:30	0,14	2,3	19,86
Vážený průměr konc.		0,44	7,8	18,66

Tabulka 11: Koncentrace kovů skupiny I. a II.

Datum a čas (h) 18.-19.. září 2001		Koncentrace měřené (mg/m ³)											
		kovy I. skupiny						kovy II. skupiny					
od	do	Pb	Sb	Mn	V	Sn	Cu	Co	Ni	Cr	As	Cd	Se
11:30	13:25	0,007	0,003	0,003	0,003	0,003	0,010	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
13:30	15:25	0,009	0,003	0,003	0,003	0,003	0,070	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
15:30	17:25	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,014	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
17:30	19:25	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,006	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
19:30	0:25	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
0:30	6:25	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
6:30	11:30	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Vážený průměr konc.		0,003	0,002	0,009	0,009	0,009	0,011	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009

že sklářská společnost Jablonex Group a. s. investovala do radikálního zkvalitnění životního prostředí v okolí svých sklářských hutí nemalé finanční prostředky a lze zodpovědně prohlásit, že z hlediska ekologizace pánvových sklářských pecí stojí v současné době v tuzemsku bezkonkurenčně na předním místě mezi sklářskými výrobci.

LITERATURA

- [1] Beránek Petr, Smrček Antonín: Emise z českých sklářských pecí 1993 – 1999, II. Pánvové pece, Sklár a keramik (2003) č. 1-2.
- [2] Návrh novely NV č. 353/2002 Sb. včetně přílohy č. 1 NV z 28.2.2006.
- [3] Integrovaný registr znečišťování životního prostředí, Sklár a keramik (2006) č. 1-2, str. 28.
- [4] Smrž Bohuslav, Hybeš Miroslav: Optimální způsob regenerace průmyslových filtrů z pohledu provozních nákladů, Klimatizace (1998) č. 1.
- [5] VÚAnCH, Protokol o autorizovaném měření škodlivin č. 77/2005.
- [6] VÚAnCH, Protokol o autorizovaném měření škodlivin č. 76/2005.
- [7] VÚAnCH, Protokol o autorizovaném měření škodlivin č. V20 01036/2001.
- [8] VÚAnCH, Protokol o autorizovaném měření škodlivin č. 101/2005.
- [9] VÚAnCH, Protokol o autorizovaném měření škodlivin č. 20/2003.