

## Žáromateriály pro spalovny

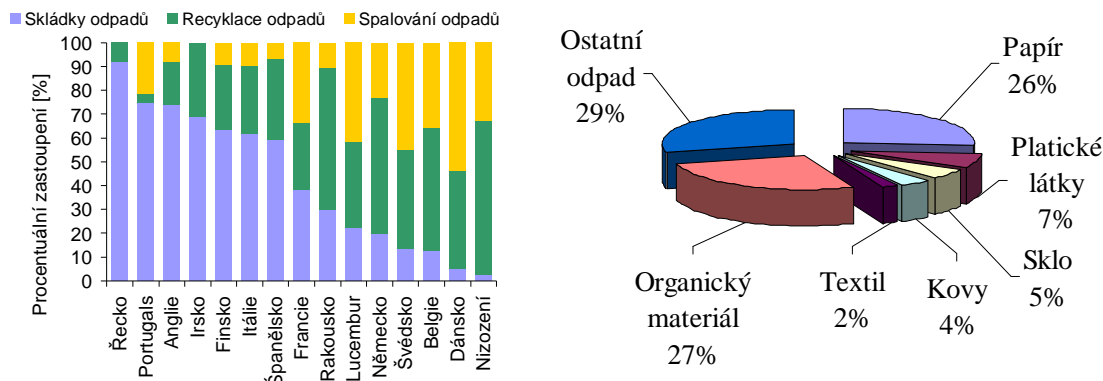
Kovář, P., Lang, K., Strouhal, T.: P-D Refractories CZ, Nádražní 218, 67963 Velké Opatovice

Spalovny odpadů vznikly nejen kvůli likvidaci odpadů, ale i z důvodů energetického přínosu, protože z 1 kg odpadní suroviny lze získat 9 až 12 MJ tepla, které může být využito na páru, teplou vodu či výrobu elektrické energie. Většina spaloven odpadů je koncipována pro výrobu tepla i elektřiny. Z průměrných každých 100 000 tun komunálního odpadu lze získat 8 MW elektřiny.

Složení komunálních odpadů se v posledních letech značně mění, především vzrůstá podíl plastických látek, čímž se energetický obsah zvyšuje, ale na úkor silnějším agresivním prostředím při spalování, které intenzivněji koroduje vyzdívkou pecního agregátu. Popsání základních typů spaloven s jednotlivými zónami a požadavky na žárovzdorný materiál je uvedeno na příkladech různých technologií spalování odpadů.

### 1) Produkce komunálního odpadu v EU a využití odpadních surovin

Průměrné množství produkce odpadu připadající na jednoho občana v EU je 577 kg za rok. Komunální odpad lze v lepším případě recyklovat, případně využít pro výrobu energie ve spalovnách. Část komunálního odpadu nelze využít a musí se skladovat. Využití komunálního odpadu a jeho složení je uvedeno na obr.1.



Obr.1: Využití komunálního odpadu v zemích EU a složení odpadů (rok 2006)

Česká republika patří k zemím, kde se využívá komunální a další odpad pro výrobu energií. V České republice je postaveno 31 spaloven, z nichž 8 spaloven je uvedené v tab. 1, které spálily za rok 2006 více jak 4000 t komunálního odpadu. V tomto seznamu nejsou uvedené další významní provozovatelé spoluspalující odpad, k nim patří Lafarge Cement a.s. v Čížkovicích, který za rok 2006 spálil 42 694 tun masokostní moučky, pneumatik, pryže, odpadních benzinů a oleje. Další významný provozovatel spalující odpad je Českomoravský cement a.s. v Mokré, který v roce 2006 spálil 21 955 tun pneumatik, odpadních benzinů, zbytků oxoalkoholů, masokostní moučky či plasty.

Provozovatel	Kraj	Kapacita t/hod	Spáleno t/r 2006
Pražské služby, a.s.	PHA	60,0	214 043
TERMIZO a.s.	LIB	12,0	89 860
Spalovna a komunální odpady Brno, a.s.	JM	45,0	88 976
SPOVO, a.s.	MSL	1,95	19 668
SITA CZ a.s.	UNL	1,3	10 260
KAUČUK, a.s.	STC	1,2	5 734
DEZA, a.s.	ZL	1,4	5 302
MEGAWASTE - EKOTERM, s.r.o.	OLOM	0,3	4 289

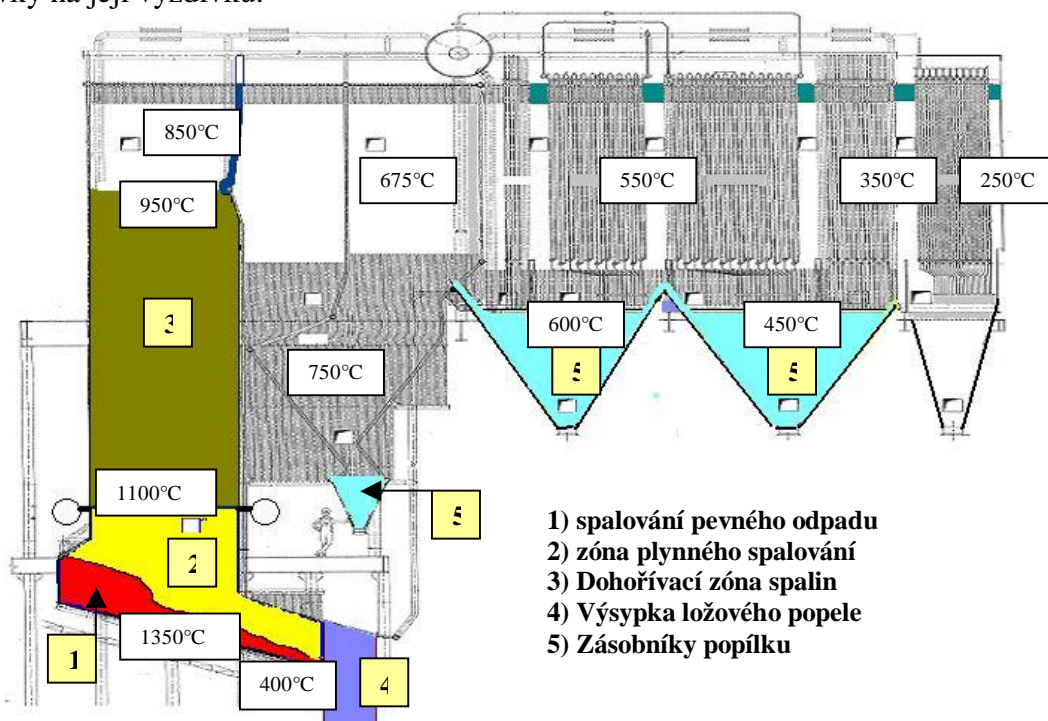
Tab. 1: Největší spalovny v ČR, jejich kapacita a množství spálených odpadů za rok 2006

## 2) Konstrukce spaloven a žárovzdorná vyzdívka

Převážná část konstrukcí spaloven (cca 90% v EU) je řešená roštovým topeništěm. K dalším technologiím spalování patří rotační pece, pece s fluidním ložem či systémy pyrolýzy a zplyňování. Komunální odpady mohou být spalovány ve všech níže uvedených systémech, v případě fluidního lože je nutná úprava odpadů pro dodržení velikosti částic. Čistírenské kaly, nebezpečné a zdravotnické odpady se spalují převážně v rotačních pecích.

## 3) Roštové spalovny

K hlavním částím roštových spaloven patří podávací zařízení, spalovací rošt a komora, výsypka ložového popela, systém přívodu spalovacího vzduchu s pomocnými hořáky. Na obr. 2 a 4 je uvedené základní rozdělení oblastí roštové spalovny odpadů, která vyžadují jiné požadavky na její vyzdívku.



Obr.2: Oblasti žárovzdorných vyzdívek roštových spaloven odpadů

Průběh spalování komunálních odpadů lze rozdělit do pěti základních sekvencí. Do 150 °C dochází k vysoušení odpadů. Tepelný rozklad organických látek je při teplotách 250 až 450 °C a je spojen s endoprodlevou. Samotné hoření odpadů je při teplotách 1025 – 1080 °C. Při této exoprodlevě dochází k spalování uhlíku a uvolňování kovových a alkalických par SO<sub>4</sub>, Cl, Br. Jak je patrné z obr. 3, v další fázi dochází k zplyňování. Ve spodní části lože spáleného popela je redukční prostředí, při kterém dochází k endotermické reakci  $\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2\text{CO}$  (1080 – 900 °C). Následně dochází při styku s O<sub>2</sub> ke hutnění odpadu (900 – 1450 °C), které je spojené s vyhořením vázaného uhlíku, uvolněním těkavých kovů a NO<sub>x</sub>. Poslední částí je dohoření uhlíku v popelu (1400 - 300 °C) a chladící výpadová zóna.

Pracovní zóny a hlavní reakce probíhající při spalování jsou uvedené v tab. 2, kde jsou uvedené i sloučeniny uvolněné v průběhu hoření, které způsobují korozi žárovzdorné vyzdívky.

Tab. 2: Spalovny pevných odpadů – pracovní zóny a hlavní reakce

Zóna	Vysoušení	Zplyňování	Hoření	Dohoření
Teplota Atmosféra	50 - 300°C redukční	300-800°C reduční / oxidační	800-1400°C silně oxidační	1300-500°C slabě oxidační
Odpařování H <sub>2</sub> O	velké množství	menší množství	žádné	žádné
Hoření	tavení plastů a nylonů	organické látky (plasty, dřevo, oblečení)	všehny ostatní materiály	clazení vyhořelého materiálu
Vznik kouřových plynů	malý	obrovský	menší	žádný
Složení kouřových plyn	H <sub>2</sub> O, CO	CO, dioxiny, přítomnost Cl, Br, R, I, CN, SCN, NH <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , uvolňování Zn, Pb, Bi, Hg, Sn, přítomnost alkálií	žádné
Vznik úletového popílku	žádný	suchý porézní popílek	tavící eutektikum (alkálie,+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub> )	žádný

Obr. 3: Teplotní profil při spalování odpadů (pravý obrázek – teploty na roštu)

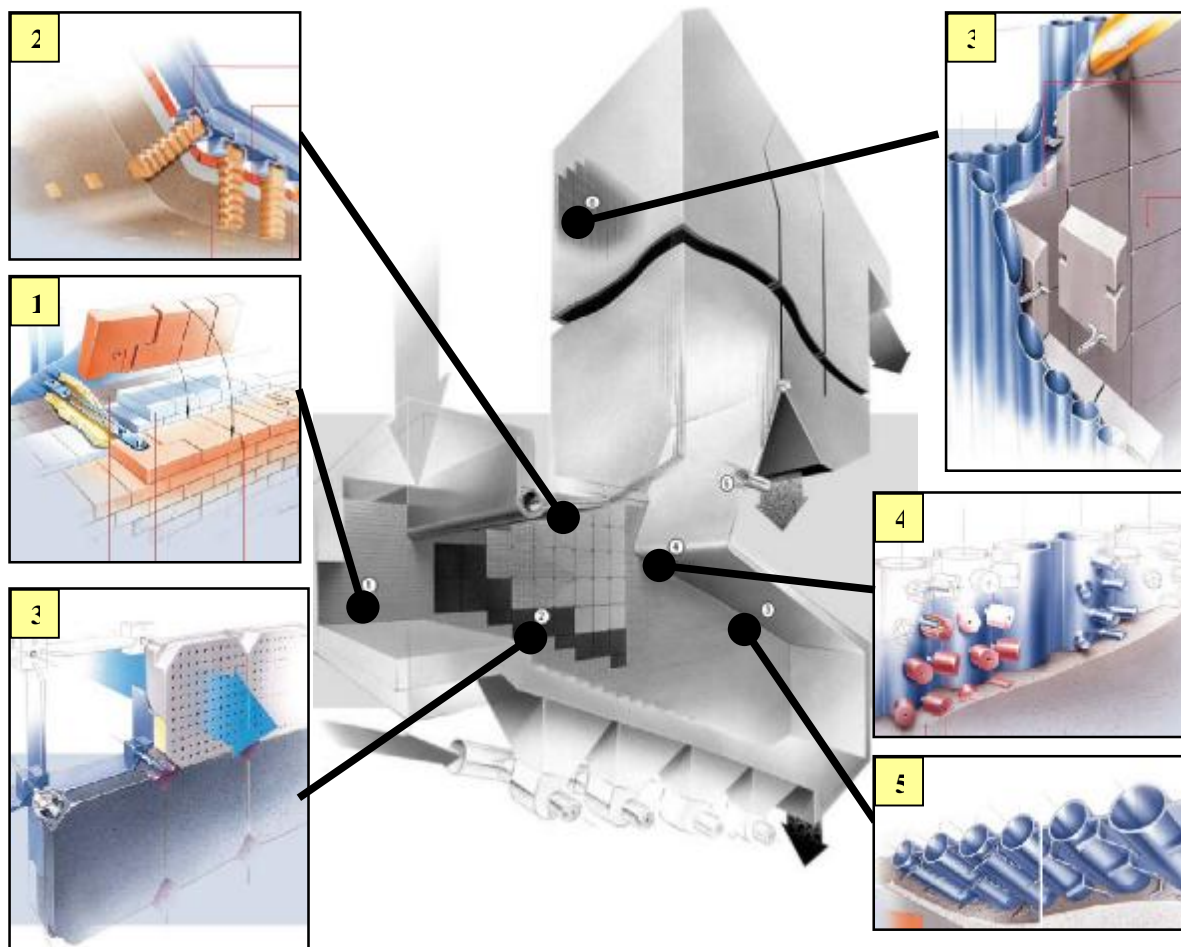


Hlavní příčiny koroze způsobující opotřebení vyzdívky jsou uvedené v tab. 3. Abrazie a teplotní změny se vyskytují ve vstupní části spalovny. Infiltrace, kondenzace, chemická koroze a vznik nálepků vzniká v průběhu hoření ve spalovací komoře.

Tab. 3: Spalovny pevných odpadů – typy koroze

Zóna	Vysoušení	Zplyňování	Hoření	Dohoření
Abrazie	silná	méně významná	náhodilá	náhodilá
Teplotní šoky	velmi velké	méně velké	bezvýznamné	-
Infiltrace plynů žáromateriálu	žádná	začátek infiltrace plynů	silná kondenzace plynů a těkavých kovů	nižší úroveň infiltrace
Kondenzace ve vyzdívce	žádná	kyselé kondenzáty pod rosným bodem sloučenin	velký vznik kyselých kondenzátů těkavých kovů	žádná
Chemická koroze pracovní části vyzdívky	nízká koroze	koroze F <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> , Br <sub>2</sub> a CO	silná oxidace O <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> , F <sub>2</sub>	snížení oxidace
Vznik nálepků strusky	žádné	prakticky žádné	náznak nálepků	žádné

V návaznosti na prostředí ve spalovně je zvolená žárovzdorná vyzdívka, která je převážně řešená materiály na bázi korundu, chrom - korundu nebo materiály na bázi SiC pojená keramickou, fosfátovou či nitridovou vazbou. Příklad složení pracovní vyzdívky je uveden na obr. 4, která je rozdělena do 5 oblastí.



Obr. 4: Spalovna komunálního odpadu s roštem

1) Žárovzdorná zděná vyzdívky pro nechlazenou stěnovou část pecního agregátu

Pracovní část této vyzdívky je řešená materiály na bázi SiC, nebo vysocehlinitými korundovými žáromateriály s obsahem  $\text{Al}_2\text{O}_3$  65 – 85 % s přidavkem  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  až do 30 %. Pro méně namáhanou část vyzdívky v chladicí dolní zóně je možné použít i materiály na bázi šamotu s obsahem  $\text{Al}_2\text{O}_3$  nad 40 %. Zadní izolace je řešená izolačními materiály s klasifikační teplotou 1250 °C – 1400 °C, která je doplněná o izolační žáromateriály na bázi křemeliny či vermikulitu s klasifikační teplotou do 900 °C.

2) Zavěšený strop s keramickými kotvami

Stopní konstrukce je řešená z keramických kotevních prvků na bázi andaluzitu. Pracovní část opět musí tvořit hutný žáromateriál, v tomto případě je vhodné i použít bezcementové nebo ultranízko cementové žárobetonu na bázi korundu či andaluzitu. Zadní izolace je tvořena izolačním žárobetonem s teplotou použití 1000 – 1200 °C. Další vrstvu je možné řešit opět tvarovkami na bázi perlitu, křemeliny či vermikulitu.

3) Chladicí děrované či plné desky ve spalovací zóně a potrubní systém s ochranným deskovým systémem v dospalovací zóně spalovny odpadů

Membránová konstrukce s ocelovým potrubím vyžaduje žáromateriály s vysokou tepelnou vodivostí. V tomto případě jsou nejvhodnější materiály na bázi SiC s obsahem až nad 85 %. Je možné použít i korundové žáromateriály s přidavkem  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , které však mají až 2,5x menší tepelnou vodivost. Mezi chladicí roury a SiC obklady lze použít samotekoucí žárobeton nejlépe také na bázi SiC.



#### 4) Rourová membránová stěna s trny a monolitickou vyzdívkou

Tato vyzdívka je řešená bezcementovými žárobetony na bázi SiC, případně korundovými žárobetony NCC s přídavkem SiC. V této části spalovny odpadů, kde je zóna plynného spalování, dochází k silné korozi ocelových hrotů, které jsou pro zvýšení trvanlivosti osazeny čepy z SiC materiálu.

#### 5) Monolitická stropní vyzdívky s ocelovými kotvami v chladicí zóně

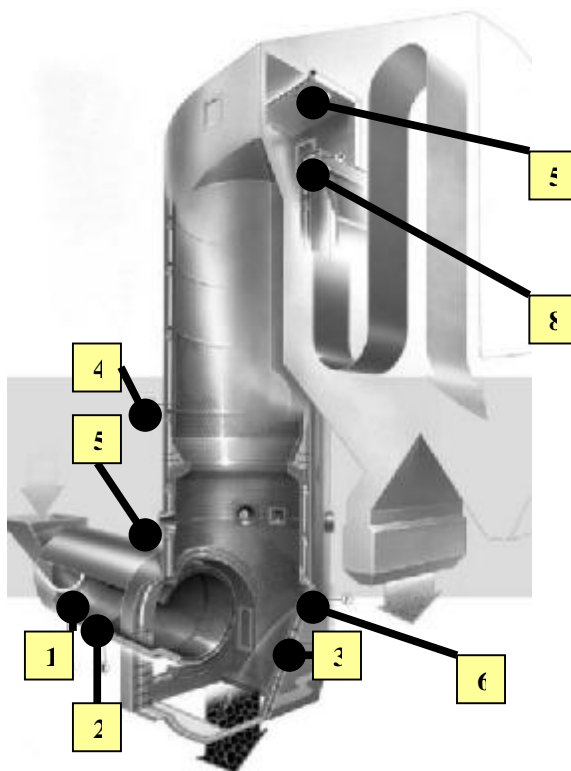
V chladicí zóně je žárovzdorná vyzdívka nejméně namáhaná, proto stejně jako u nechlazené stěnové části lze použít materiál na bázi páleného lupku. Část vyzdívky, která zasahuje do zóny plynného spalování, je nutné použít žáromateriály na bázi SiC, korundu či andaluzitu bez nebo s přídavkem SiC, ZrO<sub>2</sub> nebo Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

### 4) Rotační pece

Rotační pece mají velmi široké uplatnění především při spalování nebezpečných odpadů. Provozní teploty se pohybují v rozmezí od 500 °C (zplyňování) do 1450 °C (vysokoteplotní tavení popele). Při běžném oxidačním spalování jsou obvyklé teploty vyšší než 850 °C. Teploty v rozpětí 900 - 1200 °C jsou běžné pro spalování nebezpečných odpadů. Všeobecně platí v závislosti na vstupujícím odpadu, že čím vyšší je provozní teplota (např. požadovaná při spalování klinických odpadů), tím větší je riziko poškození žárovzdorného obložení pece vlivem vysoké teploty, chemické koroze a vznikem nálepků.

V rotační peci lze spalovat tuhé, kapalné, plynné odpady a kaly. Doba zdržení tuhého materiálu v peci je v rozmezí 30 – 90 minut, která musí postačit k dosažení dobrého vyhoření odpadu. Aby se zvýšilo odbourávání toxických sloučenin, zařazuje se dohořivací komora (sekundární spalovací komora), ve které se teplota pohybuje v rozmezí 900 až 1200 °C, která je postačující k odbourání polyaromatických uhlovodíků, PCB a dioxinů včetně uhlovodíků s nízkou molekulovou hmotností.

Obr. 5: Rotační pec pro spalování nebezpečných odpadů (popis – viz. tab. 4)



Příklad konstrukce rotační spalovny je uveden v na obr.5, kde je vyznačeno 8 rozdílných pracovních vyzdívek, jež jsou popsány v tab. 4.

Tab. 4: Popis žárovzdorné vyzdívky uvedené na obr.5

	Část vyzdívky (obr.5)	Prasovní vyzdívka	Zadní izolace
1	Vstupní zóna rotační pece	silimanitové a korundové materiály	
2	Hlavní pálící zóna a ukončení rotační pece	korundové a chromkorundové žáromateriály	
3	Spodní část dospalovací komora	korundové a andaluzitové žáromateriály	ASTM 23, ASTM 26 + další izolace z křemeliny, kalciumsilikátových desek, perlitu či vermikulitu
4	Horní část dospalovací komora	andaluzitové žáromateriály	
5	Hořáky	korundové a andaluzitové žáromateriály	
6	Nahlížecí otvory	korundové, andaluzitové či šamotové žáromateriály a žárobetony	
7	Zavěšený strop s ocelovými či keramickými kotvami	korundové, andaluzitové či šamotové žáromateriály a žárobetony	
8	Obložení podrubních systémů	korundové, andaluzitové či šamotové žáromateriály a	

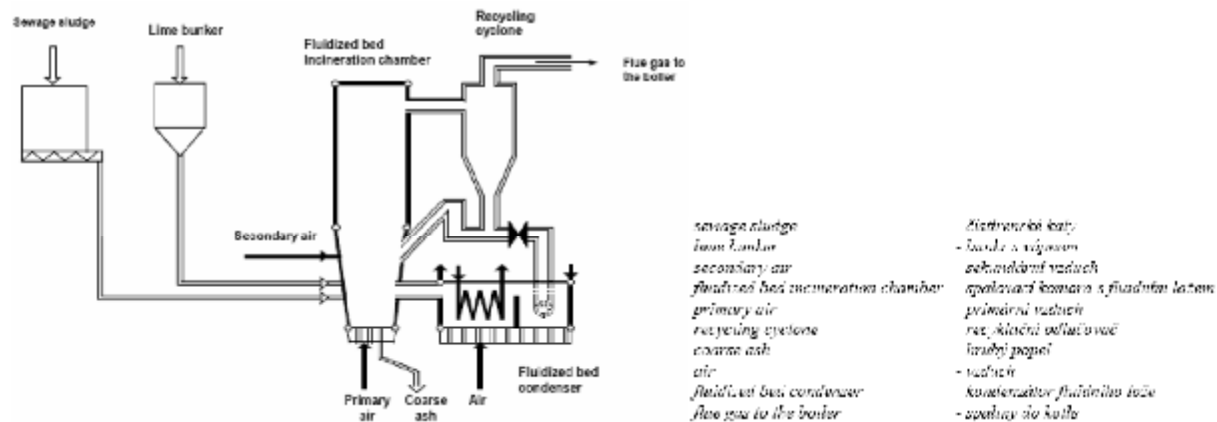
## 5) Pece s fluidním ložem

Systém s fluidním ložem jsou široce používány ke spalování rozptýlených homogenních odpadů, např. odpadních paliv a čistírenských kalů (obr. 6). Spalovna je izolovaná spalovací komora ve tvaru vertikálního válce. Ve spodní sekci je na roštu rozdělovací desce vzduchové fluidizované lože z inertního materiálu (např. písek nebo popel). Odpad ke spalování je nepřetržitě přiváděn z vrchu nebo ze strany na fluidní pískové lože.

Ve fluidním loži probíhá sušení, odplynění, vznícení a hoření. Teplota ve volném prostoru nad ložem dosahuje teplot 850 – 950 °C. Vzhledem k dobrému promíchávání částic v reaktoru mají systémy spalování s fluidním ložem obecně rovnoměrné rozložení teplot a kyslíku, což zajišťuje stabilitu provozu.

Odpady je nutné před spalováním předběžně upravit včetně drcení a třídění, což je relativně vysoce nákladné a u některých odpadů limitují hospodářské využití.

Obr. 6: Cirkulační fluidní lože pro spalování sušených čistírenských kalů



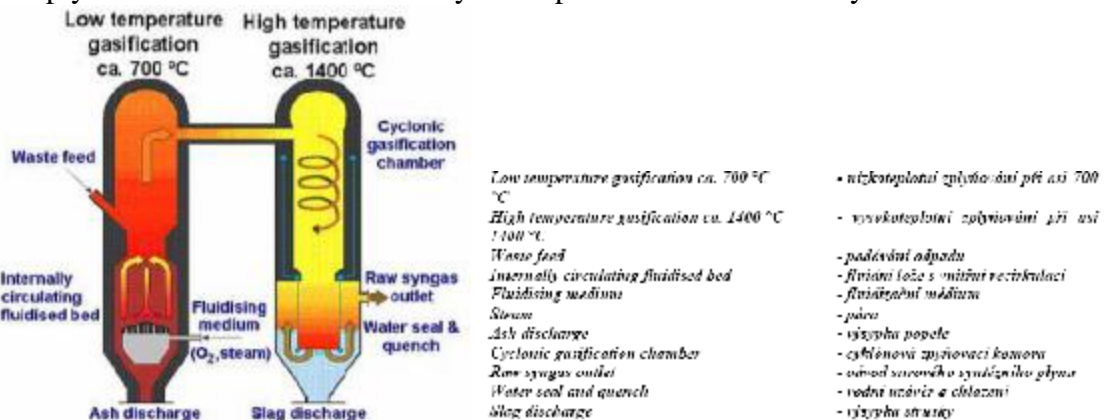
## 6) Pyrolýza a zplyňovací systémy

Vedle běžných cílů spaloven (tzv. efektivní zpracování odpadů) umožňuje zplyňování či pyrolýza konverzi určitých frakcí odpadu na plyn (zvaný syntézní plyn), nebo zmírnění požadavků na čištění kouřových plynů u některých odpadů snížením objemů spalin. Obojí, jak pyrolýza, tak i zplyňování, se může použít k obnově chemické hodnoty odpadu (energetické hodnoty).

Zplyňování se děje při vysokých provozních tlacích a je částečné spalování organických látek za vzniku plynů, které lze použít jako palivo, u kterého převažuje tvorba CO nad CO<sub>2</sub>. K nejběžnějším zplyňovacím reaktorům patří zplyňovač s fluidním ložem, průtokový, cyklonový zplyňovač a zplyňovač s pevným ložem.

Příklad zplyňování plastových obalových opadů používaný v Japonsku je uveden na obr. 7. K hlavním složkám procesu patří zplyňovač s fluidním ložem a dvoustupňový vysokoteplotní zplyňovač, který je provozován za zvýšeného tlaku 8 barů.

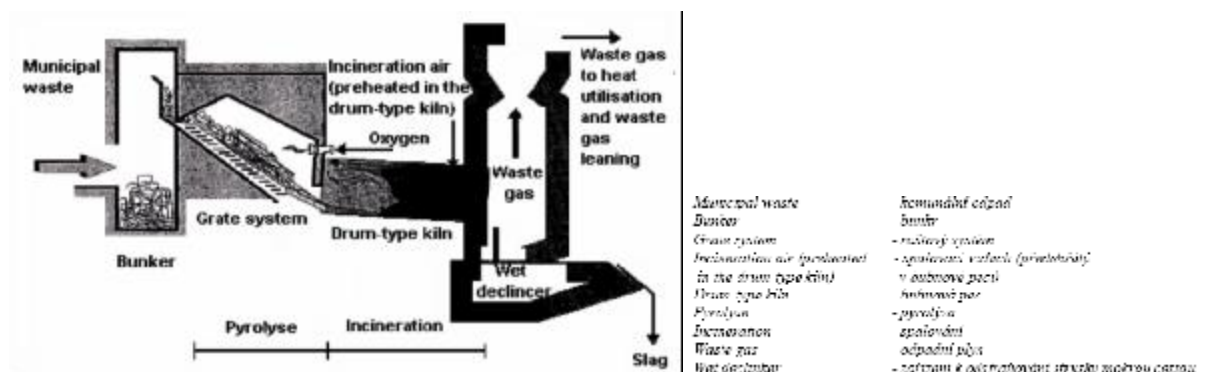
Obr. 7: Zplyňovač s fluidním ložem a s vysokoteplotním tavením strusky



Na rozdíl od zplyňování pyrolýza je odplyňování odpadů za nepřítomnosti kyslíku. Během pyrolýzy vzniká pyrolýzní plyn a tuhý koks. Výhřevnost pyrolýzního plynu je běžně mezi 5 - 15 MJ/m<sup>3</sup>. V širším smyslu je pyrolýza všeobecný pojem zahrnující řadu různých kombinací technologií, které vcelku sestávají z následujících technologických stupňů:

- proces odplynění (400 – 600 °C)
- pyrolýza – rozklad organických molekul (500 – 800 °C)
- spalování plynu a pyrolýzního koksu

Obr. 8: Pyrolýza na roštu přímo spojená s vysokoteplotním spalováním



## 6) Žáromateriály pro spalovny z produkce P-D Refractories CZ

Ve spalovnách odpadů lze využít i šamotové žáromateriály, ale pouze pro výstupní část chladicí zóny. Pro spalovací zónu je nutné aplikovat již žáromateriály se zvýšenou odolností proti korozi a zvýšeným teplotám. V tab. 6 jsou uvedené vybrané speciální žáromateriály z produkce P-D Refractories CZ.

Materiál PZH je bázi páleného lupku s vazbou tvořící kombinaci dvou jílu, které zajistí zvýšenou odolnost proti chemické korozi. Teplota použití této jakosti ve spalovnách odpadů je pouze do 1000°C a je vhodná pro výstupní část chladicí zóny.

Pro vyšší teploty použití do teplot 1200°C je určená jakostní známka A 45 SIC, která vyniká vysokou hutností, pevností, odolností proti náhlým změnám teplot, abrazi a odolností proti alkalické korozi. Materiál A 70 ME je na bázi mullitu a lze jej úspěšně aplikovat v dospalovací komoře rotačních spaloven odpadů, kde je méně agresivnější prostředí.

Do pálicí zóny je nutné použít korundové žáromateriály, případně žáromateriály na bázi korundu s přísadkou  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  nebo  $\text{ZrO}_2$ , které zvyšují odolnost proti eutektickým taveninám.

Tab. 5: Vybrané tvarové hutné žáromateriály z produkce P-D Refractories CZ

Materiál		PZH	A 45 SIC	A 70 ME	A 90 KH	A 90 KR	A 85 KZR	A 85 KZ	ZRI
Objemová hmotnost	kg.m <sup>-3</sup>	2200	2700	2600	3170	3100	3050	3000	3100
Zdánlivá pórovitost	%	17	13	17	16	17	18	18	20
Pevnost v tlaku	MPa	35	70	60	90	70	60	60	40
Únosnost v žáru ta	°C	1380	> 1600	> 1690	> 1690	> 1690	1680	1650	1650
Odolnost proti náhlým změnám teplot	cykly	20	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50
Chemické složení:									
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	40,0	45,0	75,0	92,0	91,0	85,0	85,0	7,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	2,2	0,7	0,4	0,6	0,2	0,3	0,3	0,5
CaO + MgO	%	0,8	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3
K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O	%	1,1	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5
ZrO <sub>2</sub>	%	-	-	-	-	-	4,5	5,0	51,0
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	-	-	-	-	5,0	4,5	-	-
SiC	%	-	23,0	-	-	-	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	-	0,7	-	-	1,0	-	-	-

Tab. 6: Vybrané netvarové hutné žáromateriály z produkce P-D Refractories CZ

Materiál		PROCAST ZBN 110 KV	PROCAST ZBU 140 AR	PROCAST ZBU 170 KCR	PROCAST ZBU 140 -40 SiC	PROCAST ZBU 155 -70 SiC	PROFLO ZBNF170 MZ25	PROCAST ZBU 165 S	
Max.teplota použití (MTP)	°C	1100	1400	1700	1400	1550	1600	1650	
Základní surovina		synt.ostřivo	synt.ostřivo, šamot	korund, Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	synt. ostřivo, SiC	SiC	zirkonmullit	korund, andaluzit	
Max.zrno	mm	6	6	6	6	3	5	6	
Instalace		vibrace	vibrace	vibrace	vibrace	vibrace	lití	vibrace	
Spotřeba směsi	t.m <sup>-3</sup>	2,27	2,38	3,25	2,62	2,70	3,00	2,87	
Záměsová voda	l/100 kg	6,5 - 6,9	5,8 - 6,2	4,3 - 4,8	4,6 - 5,0	5,0 - 5,4	5,0 - 5,4	4,1 - 4,5	
Chemické složení:									
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	42,0	45,0	93,0	24,0	19,0	55,0	72,0	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0,9	1,1	0,2	0,6	0,4	0,2	1,2	
CaO	%	0,2	0,7	1,1	1,3	1,2	0,3	0,3	
ZrO <sub>2</sub>	%						26,0		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%			3,0					
SiC	%	(3 % Na <sub>2</sub> O)			39,0	72,0			
Objemová hmotnost:									
110°C	kg.m <sup>-3</sup>	2280	2380	3270	2630	2720	3020	2890	
výpal na MTP	kg.m <sup>-3</sup>	2290	2350	3270	2600	2620	3050	2800	
Pevnost v tlaku:									
110°C	MPa	40	40	65	90	80	30	90	
výpal na MTP	MPa	60	100	150	120	80	110	135	
Dodatečné lineární změny									
výpal na MTP	%	0	+ 0,6	- 0,2	+ 0,3	+ 0,9	- 0,3	+ 1,2	



Z širokého sortimentu LCC, ULCC a NCC žárobetonů jsou v tab. 6 vybrané pouze žárobetonky vyznačující se zvýšenou odolností proti korozi. ULCC žárobeton PROCAST ZBU 140 AR vyniká vysokou odolností proti alkalické korozi a ve spalovnách odpadů jej lze bezpečně aplikovat do 1000°C. Zvýšenou odolnost proti vznikům nálepkům má PROCAST ZBU 140-40 SiC nebo PROCAST ZBU 155-70 SiC, který je možné použít v rotačních spalovnách a spalovnách komunálních odpadů až do 1300°C. Pro pálící zónu je nutné použít PROCAST ZBU 170 KCR, který je na bázi korundu s přísadkou  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Zvýšenou odolnost proti korozi roztavenými popely vyniká bezcementový zirkon - mullitový samotekoucí žárobeton PROFLO ZBNF 170 MZ25. Chemicky vázaný žárobeton je PROCAST ZBN 110 KV, který je kyselinovzdorný a osvědčil se v pecním agregátu pro výpal biomasy.

Komplexnost dodávek je vedle základních tvarových materiálů doplněná škálou tmelů, jak klasických, tak nově navržených s vyšší odolností proti korozi, které jsou uvedené v tab. 7. Suchý kyselinovzdorný tmel RUDOMAL KV vyniká dobrou zpracovatelností a vysokou pevností spoje již při nízkých teplotách. Je vhodný do teplot 1100°C a již delší dobu se aplikuje při lepení keramických komínových vložek. Suchý tmel M40-ARS se oproti tmelu RUDOMAL KV vyznačuje vyšší teplotou použití do 1300°C. Suché tmely M50-ARS a M60-ARS jsou určeny do teplot nad 1400°C. Tyto tmely s chemickou vazbou mají přísadu SiC, který zajistí spolu s fosfátovou vazbou výdržnost vyzdívky v místech největšího korozního namáhání.

Tab. 7: Přehled parametrů tmelů vyznačujících se zvýšenou odolností proti korozi

Materiál		Rudomal KV	M40-ARS	M50-ARS	M60-ARS
Maximální teplota použití	°C	1100	1300	1400	1500
Zrnitost	mm	0 - 0,5	0 - 0,5	0 - 0,5	0 - 0,5
Záměšová voda	%	13 - 14	21 - 22	24 - 25	24 - 25
Počátek tuhnutí	min.	90	90	120	120
Chemické složení:					
$\text{Al}_2\text{O}_3$	%	18	39	55	46
$\text{SiO}_2$	%	76	56	35	28
SiC	%	-	-	5	20
Žárovzdornost		146	173	178	171
Objemová hmotnost				Rozpustný v $\text{H}_2\text{O}$	
110°C	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	2090	2060		
1000°C	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	2060	2060	1900	2040
1300°C	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	-	2040	1950	2040
Zdánlivá pórovitost				Rozpustný v $\text{H}_2\text{O}$	
110°C	%	21,5	27,6		
1000°C	%	21,9	26,8	36,2	33,5
1300°C	%	-	23,5	31,7	33,0
Pevnost v ohybu					
110°C	MPa	7,5	11,0	1,5	1,8
1000°C	MPa	3,5	14,0	13,0	10,5
1300°C	MPa	-	11,0	12,0	10,5

## 7) Závěr

Zvyšování výdržnosti žárovzdorné vyzdívky spaloven odpadů lze docílit instalací nových vysoce kvalitních žárovzdorných materiálů a také i konstrukcí samotné vyzdívky.

Z plánovaného rozšíření výrobního sortimentu P-D Refractories CZ lze uvést výrobu tvarových materiálů na bázi SiC, které jsou v současnosti postupně nahrazovány SiC materiály s neoxidickou, nitridovou vazbou  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , které jsou hlavně určeny pro chladicí desky ve spalovací komoře. Tento materiál s označením CARSIL AL dodává naše dceřiná společnost Belref v Belgii.

Z hlediska konstrukčního řešení vyzdívky je P-D Refractories CZ připravená vyrobit nejen standardní tvary, ale i žárobetonové prefabrikáty dodávané nejen temperované, ale i vypálené. Na výrobu prefabrikátových litých tvarovek bude tímto rokem 2007 dokončená nová moderní automatizovaná linka.