

Charakteristika emisií znečisťujúcich látok z technológie pretavovania hliníkových odpadov

Ludovít Molnár¹ a Edita Virčíková²

Characteristic of air pollutants arising in the aluminium scrap remelting technology

In this paper are compared remelting facilities from the point of view of the energy consumption and listed facilities considered as BAT. An assessment of emissions of polluting substances in the secondary aluminium production for various technological equipments and levels of emissions during the aluminium scrap processing by one Slovak producer is given.

Key words: secondary aluminium, air emissions, BAT, recycling, aluminium scrap

Úvod

Hliník je prvok, ktorý je možné 100 %-ne recyklovať. Producenti hliníka z druhotných surovín využívajú rôzne technológie recyklácie. V Európe sú lídrami Švédsko (92 %) a Švajčiarsko (88 %), európsky priemer je 40 %, pričom nárast v porovnaní s r. 1994 je 10 %.

Na výrobu primárneho hliníka sa spotrebuje vysoké množstvo energie (na výrobu 1 kg Al asi 20 kWh), čiže je to tak energeticky náročné, že hliník sa niekedy nazýva aj "zmrazená elektrina". Zároveň vzniká veľké množstvo toxického odpadu (na 1 kg Al okolo 0.5 kg odpadu). Emisie fluóru, ktoré pri výrobe z primárnych surovín vznikajú spôsobujú dýchacie problémy a alergie. Len málo procesov tak škodí globálnej klíme, ako výroba hliníka z primárnych surovín.

K výhodám recyklácie hliníka patrí:

- úspora surovín: recyklácia 1 kg hliníka ušetrí 8 kg bauxitu,
- úspora energie: recykláciou sa ušetrí 95 %,
- emisie skleníkových plynov sú pri recyklácii až 40-krát nižšie,
- vzniká podstatne menej odpadov a emisií znečisťujúcich látok.

Hlavnou črtou výroby sekundárneho hliníka je rôznorodosť spracovávaných surovín a široký výber používaných taviacich agregátov. Na posúdenie použitia optimálneho agregátu je potrebné poznať zloženie spracovávaných druhotných odpadov, ich objem a stupeň znečistenia.

Porovnanie tepelných agregátov z hľadiska spotreby energií

Podľa Direktívy EÚ o Integrovannej prevencii a kontrole znečisťovania (96/61/EC) a návrhu Technickej pracovnej skupiny pre neželezné kovy, ktorá bola zostavená Európskou komisiou, výber pre návrh taviacich agregátov na pretavovanie hliníkového odpadu závisí od týchto parametrov:

- koncentrácia hliníka v odpade,
- typ a množstvo nečistôt,
- geometria odpadu,
- početnosť zmien v zložení zliatiny,
- prevádzkové podmienky.

Pri výrobe hliníka zo sekundárnych surovín sa berie do úvahy rôznorodosť surovín na miestnej úrovni. To ovplyvňuje kombináciu pecí, triedenie odpadu, predúpravu a zberné a odlučovacie systémy. V nasledujúcej tabuľke sú uvedené typy používaných pecných zariadení pre rôzne druhy suroviny s uvedenou výťažnosťou hliníka a spotrebami energie.

Pre taviace a vytavovacie procesy uvažované ako BAT sú nístejová pec, sklopná rotačná pec, rotačná pec, indukčná pec, šachtová pec Meltower.

¹ Ing. Ludovít Molnár, CSc., Katedra integrovaného manažérstva, HF TU Košice, 042001 Košice, Tel.: +421(0)55 633 54 65, ludovit.molnar@tuke.sk

² prof. Ing. Edita Virčíková, CSc., Katedra integrovaného manažérstva, HF TU Košice, 042001 Košice, Tel.: +421(0)55 633 54 65, edita.vircikova@tuke.sk

(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 14. 9. 2005)

Tab. 1. Parameters of various furnaces for aluminium smelting.
Tab. 1. Prehľad pecí na tavenie hliníka pre rôznu vsádzku.

Agregát	Vsádzka	Typická výťažnosť kovu	Priemerná výťažnosť kovu	Spotreba energie [MJ/t vsádzky]	Spotreba energie [MJ/t kovu]	Spotreba zemného plynu [Nm ³ /t kovu]
Indukčná pec	ingoty, bločky, triesky	95-99	98	1863-3213	2160-3780	
Uzavretá nistejová pec	čistý šrot, organicky kontaminovaný šrot	88-95	98	2320-3960	2520-3340	70-120
Rotačná bubnová pec (statická)	triesky, pelety, drvený šrot, nový šrot	75-92	74	3260-3480	4410-4700	123-130
Rotačná bubnová pec (statická + O ₂ horák)	triesky, pelety, drvený šrot, nový šrot	75-92	74	1385-1520	1870-2050	52-57
Rotačná bubnová pec (sklopná)	stery, pelety	50-80	78	cca 2080	Cca 2670	cca 75
Rafinácia, legovanie, ustáľovanie	legujúce prísady Si, Cu, Zn, Ti, Mn, Mg, Ni	95-98	97	1400-2520	1440-2600	40-72
Celkom – tavenie		75-85	80	3460-7200	4320-9000	120-250

Tab. 2. Výhodnosť a nevýhodnosť pecí hliníkovej tavby pozostávajúcej z BAT.

Tab. 2. Advantages and disadvantages of various furnaces for aluminium smelting considered as BAT.

Pec	Zber plynu	Výhody	Nevýhody	Poznámky
Nistejová (plamenná)	Polotesný	Veľká kapacita kovu	Nízka účinnosť, obmedzené suroviny	Použitie utesneného vsádzkového systému (zavážací vozík)
Nistejová s bočnou vsádzkovou nistejou	Polotesný	Vsádzková nistej umožňuje účinnú regeneráciu jemného materiálu. Väčší rozsah surovín	Nižšia tepelná účinnosť	Použitie utesneného vsádzkového systému (zavážací vozík)
Rotačná	Polotesný	Bez obmedzenia surovín. Dobrá tepelná účinnosť	Relatívne vysoká spotreba soľnej trosky	Signalizovaná extrakcia dymu (cielená)
Sklopná rotačná	Polotesný	Účinná pri nízkom stupni dosadzovania vrátane trosky. Dobrá tepelná účinnosť	Obmedzená kapacita kovu	Minimálne použitie soľného tavidla v porovnaní s rotačnou pecou
Indukčná	Otvorený zakrytovaný	Žiadne spaliny	Obmedzená kapacita kovu a surovín	Vhodná pre malé dávky čistého kovu
Šachtová (Meltower)	Polotesný	Predohrev vsádzky		Pre čistý kov

Posúdenie emisií znečisťujúcich látok z výroby sekundárneho hliníka

Na množstvo a charakter znečisťujúcich látok má najväčší vplyv druh a kvalita odpadu. Množstvá emisií sú podmienené použitým palivom a kontamináciou vsádzkovaného materiálu.

Pri predúprave sekundárneho hliníka sa používa najmä sušenie pilín, triesok, tepelné odstraňovanie povlakov, mletie i iné mechanické postupy a koncentračné metódy pre stery a soľnú trosku. Soľné trosky vznikajú v prípade, že sa používa zmes chloridu sodného a draselného na pokrytie roztaveného kovu za účelom zabránenia oxidácie, zvýšenia výťažnosti kovu a nárastu tepelnej účinnosti.

Tab. 3. Emisie vznikajúce pri jednotlivých krokoch úpravy hliníkového odpadu
Tab. 3. Emissions from treatment steps of aluminium scrap.

Znečisťujúca látka	Predúprava	Tavenie	Čistenie a odplyňovanie
HCl, HF a chloridy	+	++	+++
Kovy a ich zlúčeniny	++	++	++
Oxidy a dusík	+	++	+ plyny spalín
SO ₂	+ s vhodným palivom	+ s vhodným palivom	+ plyny spalín
Organické zlúčeniny (VOC, dioxíny)	+++	+++	
TZL	+++	+++	++
Poznámka: +++ ... významnejšie, + ... menej významné			

Tieto trosky vznikajú v rotačných peciach a môžu mať negatívny environmentálny dopad v prípade ich nevhodného skládkovania.

Z hľadiska závažnosti potenciálnych emisií do ovzdušia z jednotlivých etáp spracovania hliníkového odpadu je možné pre emisie znečisťujúcich látok určiť ich stupeň významnosti, tak, ako je uvedené v predošlej tabuľke.

Tab. 4. Intervaly emisných koncentrácií z rôznych pecí použitých na tavbu hliníka
Tab. 4. Emissions concentration of intervals from various furnaces for aluminium smelting.

Emisie	Rozsah emisií				
	Sušenie	Indukčná pec	Rotačná pec	Plamenná pec	Pec so šikmou nástejou
TZL [mg/Nm ³]	< 5 – 50	< 1 – 35	1 – 30	< 0,1 – 35	< 5 – 50
HF [mg/Nm ³]	< 5	0,1 – 5	0,1 – 5	0,1 – 5	< 5
Chloridy [mg/Nm ³]	< 5	1 – 5	< 1 – 5	< 1 – 5	1 – 5
HCl [mg/Nm ³]	3 – 40	0,1 – 40	0,1 – 40	0,5 – 40	30 – 40
SO ₂ [mg/Nm ³]	15 – 530		5 – 520	0,5 – 515	10 – 530
NO ₂ [mg/Nm ³]	40 – 420		50 – 450	15 – 450	20 – 420
Dioxíny [ng/Nm ³]	< 0,1 – 1	< 0,1 – 1	< 0,1 – 1	< 0,1 – 1	< 0,1 – 1
VOC [mg/Nm ³]	1 – 57		5 – 90	2 – 55	5 – 57

Koncentrácia emisií znečisťujúcich látok pri spracovaní hliníkového odpadu v posudzovanom závode v SR:

Tab. 5. Koncentrácie emisií hliníkového odpadu namerané v Slovenskej továrni.
Tab. 5. Concentrations of emissions from the aluminium scrap treatment in a Slovakia manufacturer.

Emisie	Sušenie	Zariadenie na odstraňovanie povlakov	Taviaca pec (garantované koncentrácie)	Namerané emisné hodnoty z komínov pecí
TZL [mg/Nm ³]	10	10	10	5 – 15
HF [mg/Nm ³]	1	1	100	
Fluoridy ako F [mg/Nm ³]				0
HCl [mg/Nm ³]	10	10	200	
SO ₂ [mg/Nm ³]	50	50	10	3 – 12
NO _x [mg/Nm ³]		200	5	27 – 33
CO [mg/Nm ³]				2 – 5
Dioxíny [ng/Nm ³]	0,1	0,1	0,1	
VOC [mg/Nm ³]	10	10	1	
PAH [mg/Nm ³]		0,01	0,01	

Záver

Významná americká spoločnosť Alcoa, vyrábajúca hliník, 17. júna 2005 oznámila, že jej výskumní pracovníci vyvinuli svetovo využiteľný model, ktorý predpokladá, že do roku 2017 nebudú pri použití recyklovaného kovu z hliníka v oblasti dopravy vznikať skleníkové plyny. Priemysel spracovania hliníka sa tak stáva prvým odvetvím na svete, ktoré si stanovilo svoj budúci záväzok v oblasti splnenia požiadaviek na čistotu ovzdušia. Vo svetovom priemysle hliníka stojí Alcoa na čele snahy v boji za čisté ovzdušie. Vynikajúce vlastnosti hliníka, ako je jeho jednoduchá recyklovateľnosť, pevnosť a pritom ľahká hmotnosť, umožňujú tomuto priemyselnému odvetviu dosiahnuť do roku 2017 stav, kedy nebude zásadne ovplyvňovať kvalitu ovzdušia. Ďalšie vlastnosti hliníka umožňujú automobilovým výrobcům dodávať bezpečné a pohodlné vozidlá, ktoré chcú ich zákazníci a ktoré sú zároveň ekologicky šetrné. Hliník je skutočne súčasťou riešenia, ktoré umožní vyrábať vozidlá poskytujúce maximálnu bezpečnosť nielen užívateľom, ale i ovzdušiu.

Podľa slov vedenia firmy nie sú si vedomí toho, že by si nejaké iné odvetvie priemyslu mohlo dať takýto záväzok, ktorý by prispel k vyriešeniu problému globálneho otepľovania.

Dosiahnutie klimaticky neutrálneho stavu znamená, že globálne otepľovanie v dôsledku výroby hliníka bude celkom vykompenzované množstvom emisií oxidu uhličitého, ktorý produkuje dopravný priemysel.

Toto oznámenie bolo zverejnené pri príležitosti konania konferencie The 2005 Business and Sustainability Conference, ktorú usporiadal Americký výskumný ústav vydávajúci správy o americkom hospodárstve (Conference Board) v New York City. Conference Board je popredná svetová výskumná organizácia, ktorej členskú základňu tvorí približne 2000 organizácií zo 61 krajín.

Podakovanie: Tento príspevok vznikol v rámci riešenia úlohy VEGA MŠ SR č. 1/0399/03

Literatúra – References

- Breff: European IPPC Bureau, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), *Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industries*, 2000.
- Emission Inventory Guidebook, U.S. EPA, September 1999.
- Kline, J.: Evaluation of Furnaces from Melting Aluminium Progress Summary. *Ohio State Material Science Department*, 2002.
- Technická zpráva: Intenzifikace slévárny hliníku, *Vypracoval: Stinchcombe Furnaces CZ, s.r.o. a BKB Metal, a.s. Ostrava – Proskovice, Česká republika*, 2003.
- www.aluminium.org