

16

ANALIZA MOŻLIWOŚCI PRZEROBU PRODUKTÓW UBOCZNYCH WYROBÓW HUTNICZYCH

16.1 WPROWADZENIE

W związku z wyczerpywaniem się krajowych zasobów siarczkowych rud cynku rośnie zainteresowanie przerobem hutniczych tlenków cynku otrzymywanych z surowców wtórnych m. in. z pyłów stalowniczych – EAFD. Hutnicze tlenki cynku stanowiące produkt przerobu w piecach przewałowych, pyłów stalowniczych charakteryzują się podwyższoną zawartością zanieczyszczeń szkodliwych dla elektrolizy cynku, w tym chloru, fluoru i ołowiu. Uprzydatnienie hutniczych tlenków cynku do hydrometalurgicznego przerobu jest aktualnym problemem technologicznym. Przerób hydrometalurgiczny stawia wysokie wymagania odnośnie składu chemicznego surowców cynkowych w szczególności w odniesieniu do zawartości halogenków: Cl < 0,005; F 0,001÷0,002% [2]. Tak małe zawartości halogenków osiąga się w wyniku prażenia w szczególności prażenia siarczkowego.

Wykonane dotychczas prace badawcze i praktyka przemysłowa zagranicznych zakładów elektrolizy cynku wykazały, że zadowalające rezultaty osiąga się przy oczyszczaniu tlenków cynku sposobem płukania roztworem węglanu sodu z kolejnym prażeniem w piecu fluidyzacyjnym wraz z koncentratem blendowym. Główną przeszkodą utrudniającą wdrożenie takiej technologii jest wysoka zawartość ołowiu (3-9%Pb) w hutniczych tlenkach cynku, to też usunięcie tego zanieczyszczenia jest kluczem od pomyślnego rozwiązania problemu przygotowania surowców do produkcji cynku elektrolitycznego.

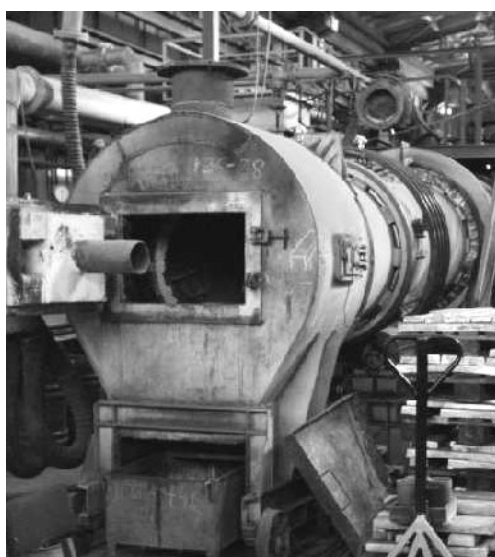
Przypomnieć należy, że zawartość ołowiu w koncentraty cynkowych (tlenkowych i siarczkowych) kierowanych do prażenia w piecach fluidyzacyjnych powinna być jak najmniejsza. Ołów utrudnia przebieg operacji prażenia powodując powstawanie spieków i narostów piecowych oraz reagując ze składnikami koncentratów cynku tworząc krzemiany, które komplikują przebieg operacji prażenia, ługowania oraz sedymentacji i filtracji gęstw cynkowych.

Przedsiębiorstwo BOL-REC Sp. z o.o. przerabia w piecach przewałowych (rys. 16.1), wtórne surowce cynkowe takie jak metalurgiczne pyły i szlamy zawierające składniki toksyczne (ołów, chlor, fluor i in.) produkując tlenki cynku służące do otrzymywania cynku najwyższych gatunków. Różnorodność i zmieniający się skład chemiczny surowców kierowanych do pieców przewałowych stwarzają wysokie wymagania w zakresie doboru parametrów prowadzenia procesu przewałowego, w szczególności w aspek-

cie otrzymywania wysokojakościowych produktów – hutniczych tlenków cynku oraz w zakresie ochrony środowiska.

Przedsiębiorstwo wyposażone jest w sześć pieców obrotowych o długości 40 m i średnicy 3 m, ma zdolność przerobową pyłów stalowniczych ok. 120000 t/r.

Przewidywana modernizacja technologii zmierza głównie w kierunku poprawienia jakości produktu – hutniczego tlenku cynku oraz utylizacji żużli. Ze względu na dużą masę otrzymywanych żużli, stanowiącą ok. 65% w odniesieniu do masy suchej cynkonośnego wsadu do pieca przewałowego, żużel należy traktować nie jako odpad, lecz jako produkt uboczny.



Rys. 16.1 Piec przewałowy

Źródło: Opracowanie własne

Warunki prowadzenia procesu przewałowego powinny być ustalone tak, aby otrzymywane żużle zawierały jak najmniej zanieczyszczeń (głównie takich jak Zn i Pb), które utrudniają zagospodarowanie żużli.

16.2 ANALIZA MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA ŻUŻLI

Celem opracowania jest analiza możliwości zagospodarowania żużli z przerobu pyłów stalowniczych w piecach przewałowych BOL-REC (tab. 16.1). Artykuł obejmuje analizę problemu utylizacji żużli metalurgicznych, charakterystykę chemiczną mineralogiczną pyłów stalowniczych – EAFD oraz badania w zakresie utylizacji żużli, które zawierają m.in.:

- analizę możliwości zastosowania żużli, jako składnika nadawy do spiekania wsadu.
- badania możliwości zastosowania żużli, jako składnika klinkieru przy produkcji cementu.

Możliwości wykorzystania żużli:

- odzysk żelaza z żużli,
- zastosowanie żużli do produkcji materiałów drogowych,
- zastosowanie żużli do produkcji materiałów wiążących.

W pierwszym etapie przerobu żużli stalowniczych odzyskuje się zawarte w nich żelazo, które może występować w formie wolnej, jako krople metalu zatrzymane w stępnym żużlu, bądź jako powstałe w procesie stalowniczym związki chemiczne. Technologia obejmuje dwie zasadnicze operacje: kruszenie żużla i separację magnetyczną. Kruszenie żużla jest prowadzone kilkustopniowo, przy użyciu kruszarek różnego typu i jest operacją wysoko energochłonną i powodującą szybkie zużycie urządzeń [1].

Frakcja niemagnetyczna jest segregowana na przesiewaczach na różne frakcje ziarnowe w zależności od wymagań odbiorców i stosowana w budownictwie drogowym, mieszkaniowym i innym.

Możliwość utylizacji żużli związana jest z właściwościami związków chemicznych wchodzących w ich skład, dzięki którym po zmieszaniu z wodą powstają hydraty o dużej wytrzymałości mechanicznej. Związki takie po zmieszaniu z piaskiem lub innym wypełniaczem oraz z wodą tworzą masę lejną, która po pewnym czasie twardnieje i przybiera kształt formy.

Dla żużli wielkopieczowych opracowano technologię polegającą na mieszaniu z określonymi ilościami klinkieru, cementu portlandzkiego i gipsu. Otrzymuje się tzw. cement hutniczy, który po stwardnieniu jest odporny na wysokie temperatury i działanie wody. Cementy te stosuje się najczęściej do budowy dużych konstrukcji betonowych.

Tab. 16.1 Podstawowe dane produkcyjne procesu przewałowego przy przerobie pyłów stalowniczych w BOL-REC (za 2014 r.)

Nazwa cechy	Wartość
Wydajność pieca (przewałowego)	ok. 110 t/24 godz. masy (suchej) wsadu cynkonośnego
Wielkość produkcji hutniczego tlenku cynku	ok. 43 t/24 godz.
Skład chemiczny hutniczego tlenku cynku, %	Zn 57,0-63,0 Pb 4,5- 5,8 Fe 2,5 Cd 0,2-0,3 K ₂ O 4,8-5,8 Cl 5,5-7,5 S 0,95 SiO ₂ 0,17 Na ₂ O 3,0-4,2 F 0,15-0,25
Zużycie koksiku	30% masy wsadu cynkonośnego
Zużycie gazu	10 m ³ /t masy wsadu cynkonośnego
Udział mączki wapiennej (CaCO ₃) we wsadzie do pieca przewałowego	12%
Masa żużla */	60-65% w stosunku do masy suchej wsadu cynkonośnego
Uzysk cynku	90%
Uzysk ołowiu	89,6%
Uzysk kadmu	95%

*/ Żużel z przerobu pyłów stalowniczych wykorzystywany jest do rekultywacji terenów górniczych oraz do produkcji kruszyw dla budownictwa drogowego

Źródło: Opracowanie własne

Jednym z głównych składników żużli hutniczych – obok tlenków i krzemianów metali – jest szkliwo. Na podstawie badań przeprowadzonych na próbkach żużli pochodzących z hutnictwa stali oraz cynku i ołowiu pobranych ze składowisk na terenie Górnego Śląska ustalono przebieg kolejnych etapów procesu dewitryfikacji szkliwa; od jego

zwartej postaci o gładkiej powierzchni do szkliwa przeobrażonego, silnie spękanego o brązowo-czerwonym zabarwieniu. Badając żuźle zdeponowane na składowiskach stwierdzono, że szkliwo jest składnikiem najbardziej podatnym na procesy wietrzenia. Na podstawie analizy żuźli w mikroobszarach ustalono skład chemiczny szkliwa, który jest zmienny i zależy od rodzaju żuźla. Dominują w nich: Si, Al., Fe oraz Ca i Mg. Szkliwo w żuźlach stalowniczych zawiera ponadto Mn, P i S, natomiast szkliwo w żuźlach po hutnictwie cynku i ołowiu zawiera wiele składników: As, Cd, Cu, Mn, Ni, Pb, Tl, Zn, a także alkalia oraz siarkę.

Największa jest masa żuźli. Obecnie, w świecie masa żuźla w hutnictwie wynosi około 300 kg na tonę surówki, a w poszczególnych hutach waha się od około 180 kg/t do ponad 400 kg/t. W Polsce jeszcze do 1980r. udział ten wynosił około 700 kg/t, a obecnie waha się między 300 a 400 kg/t surówki. Żużel wielkopiecowy jest stopem (w kolejności zmniejszającej się) CaO, SiO₂, MgO i Al₂O₃ – proporcja tych ostatnich dwu składników zmienia się w poszczególnych hutach, zawartość MgO może być większa lub mniejsza od zawartości Al₂O₃. Te cztery składniki stanowią około 95% masy żuźla.

16.3 CHARAKTERYSTYKA I MOŻLIWOŚCI UTYLIZACJI PRZERABIANYCH PÓLPRODUKTÓW – EAFD

Pyły stalownicze określane skrótem EAFD z angielskiego „Electric Arc Furnace Dust” pochodzą z odpylania gazów w procesie przetopu złomu stalowego w piecach elektrycznych. W ostatnich latach masa tych pyłów ciągle zwiększa się z powodu wzrostu masy złomu blach stalowych ocynkowanych we wsadzie do pieców elektrycznych. Ocenia się, że masa EAFD kształtuje się na poziomie 10÷25 kg pyłu na tonę wyprodukowanej stali [2]. Utylizacja pyłów stalowniczych jest aktualnym problemem gospodarczym (ekonomicznym i ekologicznym) o wymiarze światowym co wynika z rozwoju produkcji blach ocynkowanych. Szybki wzrost produkcji i zużycia tego typu blach powoduje zwiększenie masy cynku i ołowiu wprowadzanej ze złomem stalowym do przerobu w piecach elektrycznych. Z tych samych powodów wzrasta w pyłach stalowniczych zawartość halogenków, które są składnikami topników oraz związków chemicznych wchodzących w skład powłok antykorozyjnych (nanoszonych na powierzchnie blach ocynkowanych). W tab. 16.2 podano wielkości wyprodukowanej stali „surowej” w Europie w 2012 r.

Znając wielkość produkcji stali oraz stosowane technologie przerobu ocynkowanego złomu stalowniczego można oszacować masy generowanych pyłów stalowniczych [4], [9]. Autorzy artykułu – A. Suliga i W. Derda, podając charakterystykę pyłów stalowniczych omawiają proces powstawania ich oraz skład chemiczny, cząstki pyłu mogą powstawać w wyniku wielu mechanizmów m.in.:

- odparowania metali w łuku elektrycznym i strumieniu gorących gazów;
- wyrzucania kropeł pod wpływem wdmuchiwanego tlenu;
- wyrzucania kropeł pod wpływem pękających pęcherzyków gazów;
- unoszenia dodatków o niskiej gęstości i małych wymiarach, np. takich jak węgiel i wapno.

Tab. 16.2 Wielkość produkcji stali „surowej” w Europie w 2012r.

Lp.	Kraje UE	Wielkość produkcji [tys. ton]	Lp.	Kraje europejskie z poza UE	Wielkość produkcji [tys. ton]
1	Austria	7 421	21	Bośnia-Hercegowina	600
2	Belgia	7 385	22	Chorwacja	30
3	Bułgaria	632	23	Macedonia	217
4	Czechy	5 072	24	Norwegia	685
5	Finlandia	3 759	25	Serbia	346
6	Francja	15 607	26	Turcja	35 885
7	Niemcy	42 661	RAZEM kraje poza UE		37 763
8	Grecja	1 255			
9	Węgry	1 543			
10	Włochy	27 227			
11	Luksemburg	2 230			
12	Holandia	6 870			
13	Polska	8 366			
14	Rumunia	3 780			
15	Słowacja	4 403			
16	Słowenia	632			
17	Hiszpania	13 628			
18	Szwecja	4 326			
19	Wielka Brytania	9 756			
20	Inne kraje UE	2 815			
RAZEM Unia Europejska		169 368	RAZEM Europa		207 131

Źródło: [6]

Pyły stalownicze – EAFD są mieszaniną wieloskładnikową i wielofazową pierwiastków, o różnym składzie chemicznym i uziarnieniu (tab. 16.3). Na podstawie literatury oraz badań własnych, typowy skład chemiczny pyłów pod względem zawartości metali można przedstawić jako mieszaninę: związków żelaza (ok. 40-50%) i cynku (15-25%) wraz ze związkami mineralogicznymi i ołowiu.

Żelazo w pyłach może występować w postaci magnetytu (Fe_3O_4), hematytu (Fe_2O_3) oraz tworząc z cynkiem franklinit ($ZnO \cdot Fe_2O_3$). W skład pyłów wchodzi ponadto: PbO , MnO , CaO , MgO , Cr_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 , $NaCl$, KCl , CaF_2 [2].

Chen T., Dutrizac J., Owens D. przedstawiają następującą mineralogiczną charakterystykę pyłów stalowniczych – EAFD o zawartości ok. 22% Zn:

- Chlor w EAFD występuje jako $NaCl$, KCl , $PbCl_2$, $ZnCl_2$, $CaCl_2$ i jako domieszka $CaO/Ca(OH)_2$ lub MgO i małe ilości rozpuszczalnego w wodzie $ZnCl_2$.
- Fluor występuje jako: CaF_2 , MgF_2 , $Ca(F,Cl)$.

- Cynk występuje głównie, jako ZnO, ZnFe₂O₄ oraz jako krzemian lub związek typu spinel, inne pierwiastki jako: CaO, Fe₂O₃, C, FeO, Ca₃Fe₂O₆ różne krzemiany Ca-Fe-Zn zawierające: Zn, Fe, Mn, Mg, Cr, Al. i Ca; małe ilości PbCl₂, NaCl, KCl, Ca-Fe-Mn-Zn szkło krzemowe, CaCO₃, CaSO₄, Fe, Al., Zn i stopy Zn.
- Ołów występuje głównie jako PbCl₂.
- Chrom jako FeCr₂O₄.
- Siarka występuje w cząstkach węgla oraz w Ca/Ca(OH)₂ oraz jako FeS.

Tab. 16.3 Zawartość pierwiastków w pyłach z elektrycznych pieców stalowniczych pochodzących z różnych elektrostalowni

Pierwiastek	Zawartość w poszczególnych próbkach, %								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C	2,5	0,8	1,4	1,1	3	1,8	-	1,26	-
Na	1,7	1,2	2	-	-	-	1,79	-	1,03
Mg	0,69	1,2	2	-	-	-	1,11	-	-
Al	2,1	0,72	1,8	2,7	1	2	-	-	0,6
Si	1,4	2,4	2,3	2,4	2,1	1,9	1,2	3,37	3,1
S	0,31	0,14	0,68	0,42	0,55	0,2	-	0,63	-
K	1,5	0,51	1,8	1,4	1,2	1,5	-	-	0,95
Ca	1,3	3	2,5	2,8	1,2	1,3	3,71	3,5	2,9
Mn	1,9	2,8	-	1,3	0,31	-	1,33	2,73	1,83
Fe	24,9	41,4	24,4	34,9	27,2	30,3	18,6	36,44	26
Cu	0,24	0,14	-	-	-	-	-	-	0,24
Zn	26,1	10,8	35,9	26,7	36,4	25,1	33,48	28,3	33
Cl	6,6	2,3	6,5	1,9	8	5,6	-	1,44	0,01
Sn	0,04	0,02	-	-	-	-	-	-	0,02
Pb	2,2	0,72	-	-	-	-	3,78	2,6	3,05

Źródło: [4]

Kret J. i Mojžisek J. rozpatrywali mechanizm tworzenia się pyłów w elektrycznych piecach łukowych dochodząc do nw. wniosków: Procesy dyfuzji i reakcje przebiegające na granicy faz powodują utlenienie ciekłego metalu podczas transportu tlenu do granicy żużel-metal i tworzą tlenki żelaza w następującej kolejności: Fe₂O₃, Fe₃O₄, FeO. Równoczesne tworzenie się CO w kąpeli powoduje jej wrzenie. Wyniki analiz chemicznych wykazały, że wszystkie lotne pyły spinelowo-ferrytowe zawierają Zn, Mn i Fe. Inne pierwiastki stopowe (Cu, Ni, Mo, Sn, Co, As, W) nie utleniają się i pozostają w ciekłym metalu.

Przy roztopianiu złomu z pokryciami galwanicznymi w piecu łukowym, metaliczny cynk łatwo się ulatnia z powodu swej niskiej temperatury wrzenia (907°C). Stopy cynku FeZn₃, FeZn₇, tworzące się podczas roztopiania złomu, stają się częścią składową ciekłego metalu. W ciekłej stali mangan i cynk utleniają się na tlenki (MnO, ZnO), o ile są w kontakcie z FeO lub tlenem, następnie wpływają na granicę podziału żużel-metal. Przy styczności z Fe₂O₃ lub Fe₃O₄, w wysokich temperaturach ZnO tworzy łatwo roztwór

stały $ZnFe_2O_4$, który nie miesza się z FeO . Odwrotnie, MnO łatwo miesza się z tlenkami żelaza Fe_2O_3 , Fe_3O_4 i FeO oraz łatwo tworzy z nimi roztwory stałe $MnFe_2O_4$, $(Mn, Fe)Fe_2O_4$ lub $(Mn, Fe)O$. Przeprowadzone badania wykazały, że duża ilość cząstek pyłu z pieców łukowych jest z punktu widzenia składu mineralogicznego roztworem stałym pomiędzy franklinitem ($ZnFe_2O_4$) i magnetytem (Fe_3O_4). Niektóre cząstki mają skład zbliżony do franklinitu, inne natomiast do magnetytu. Roztwór stały magnetyto-franklinitowy może zawierać małe ilości Al . Niektóre cząstki zawierają również jako bryt ($MnFe_2O_4$). Takie ziarna są roztworem stałym franklinitu-magnetytu-jakobsytu i zwykle zawierają małe ilości Mg . Problemem o podstawowym znaczeniu przy przerobie pyłów stalowniczych jest możliwość wydzielenia czystego ZnO z względnie trwałych ferrytów cynkowych, w postaci których występuje cynk w pyłach z łukowych pieców Elektrycznych. W pyłach występują także zanieczyszczenia związkami chloru i fluoru, których źródłem są pozostałości powłok chlorokauczkowych we wsadzie oraz domieszki tworzyw sztucznych pochodzących np. z grupy PCV lub kauczuków syntetycznych.

Roczna światowa wielkość produkcji pyłów stalowniczych EAFD szacowana jest na 6 milionów ton, a roczna produkcja takich pyłów w Ameryce Północnej 1 milion ton.

Typowy skład chemiczny pyłów EAFD jest następujący, %: Al 0,3; As 0,02; Ca 3,4; Cr 0,2; Cu 0,4; Fe 24,9; K 1,6; Mg 1,3; Mn 2,8; Na 2,0; Ni 0,03; P 0,1; Pb 7,8; Si 0,9; Ti 0,05; Zn 23,3. Przy przerobie pyłów stalowniczych w Ameryce Północnej i w Europie dominuje proces przewałowy (tab. 16.4) [5].

Tab. 16.4 Typowy skład chemiczny wtórnych surowców przerabianych w BEFESA

Nazwa pierwiastka	Pyły EAFD	Szlamy Fe-Zn
	[%]	[%]
Zn	17-32	16-32
Pb	0,1-3	0,1-1
FeO	23-45	3,0-30
CaO	3,5-15	0,2-9
SiO ₂	1,0-8	0,2-28
MgO	1,7-9	0,1-2
Cl	0,1-4	0,1-6
F	0,1-1,5	0,1-2
S	0,2-1	0,1-10
(CaO+MgO):(SiO ₂)	2,0-19	0,2-12

Źródło: [3]

Największy w Europie producent tlenku cynku – Befesa Zinc S.L.U z pięcioma hutami tlenku cynku w Europie (w tym w Niemczech, Francji, Hiszpanii i Szwecji) przerabia rocznie ponad 560000 ton pyłów EAFD i innych cynkonośnych odpadów przemysłowych, produkując 160000 t/r hutniczych tlenków cynku zawierających ponad 110 tys. t/r cynku [3]. Zakłady cynkowe Befesa osiągają dobre rezultaty produkcyjne i ekologiczne o czym świadczy skład chemiczny produktów z pieców przewałowych (tab. 16.5).

Tab. 16.5 Skład chemiczny hutniczych tlenków cynku i żużli z pieców przewalowych

Nazwa pierwiastka	Surowy tlenek cynku	Płukany tlenek cynku (produkt handlowy)	Żużel z pieców przewalowych
	[%]	[%]	[%]
Zn	55-65	65-68	<5
Pb	2,3-5,5	4-6	0,06
FeO	2,1-5,4	3,0-6,0	45,0
CaO	1,2-4,0	1,8-4,5	<26,0
SiO ₂	0,2-1,5	0,4-2,0	<10,0
MgO	0,2-0,5	0,3-0,6	<6,0
Cl	0,1-6,4	0,05-0,2	<0,1
F	0,1-0,5	<0,1-0,25	0,3
S	0,2-1,0	0,1-0,5	1,5
Na ₂ O	0,3-31	0,1-0,3	0,6
K ₂ O	0,05-3,9	0,04-0,1	0,1

Źródło: [3]

PODSUMOWANIE

Przerób i utylizacja półproduktów hutniczych bazujących m.in. na cynku, jest aktualnym problemem gospodarczym (ekonomicznym i ekologicznym) o wymiarze światowym co wynika z rozwoju produkcji wyrobów ocynkowanych. Wzrost produkcji i zużycia wyrobów ocynkowanych, powoduje zwiększenie masy cynku i ołowiu wprowadzanej ze złomem stalowym do przerobu w piecach elektrycznych. Z tych samych powodów wzrasta w pyłach stalowniczych zawartość halogenków, które są składnikami topników oraz związków chemicznych wchodzących w skład powłok antykorozyjnych (nanoszonych na powierzchnie elementów ocynkowanych). Ocenia się, że masa pyłów stalowniczych – EAFD kształtuje się na poziomie 10-25 kg pyłu na tonę wyprodukowanej stali. Pyły stalownicze są mieszaniną wieloskładnikową i wielofazową pierwiastków o różnym składzie chemicznym i uziarnieniu. Duża odporność chemiczna związków występujących w pyłach, tłumaczy liczne problemy i niepowodzenia prac prowadzonych w szeregu ośrodków badawczych. Dlatego każda praca realizowana w tym zakresie stanowi cenny wkład w rozwój technologii, ekologii oraz ekonomii.

LITERATURA

- 1 W. Biały. *Wybrane zagadnienia z wytrzymałości materiałów*. Warszawa: WNT, 2014.
- 2 T.T. Chen, J.E.Dutrizac, D.R. Owens. „Mineralogical characterization of EAF dusts from plain carbon steel and stainless steel operations”, *Proceeding of the 3. International Symposium on Recycling in Metallurgical Industry*, Calgary, Canada, August, 1998, pp. 511.
- 3 M. Gamroth, K. Mager. „SDHL waelz technology: state of the art for recycling of zinc-containing residues”, *Proceedings LEAD-ZINC '2010*, TMS, Vancouver, Kanada, pp. 861.

- 4 J. Kret, J. Mojżisek. „Mineralogiczne wiązania cynku w wielkopieczowych i stalowniczych pyłach i szlamach”. *Hutnik-Wiadomości Hutnicze*, nr 7, 2007, s. 364.
- 5 M. Nasmyth, G. Cooper. „Feed Materials and Process Options”, Proceedings LEAD-ZINC '2010, TMS, Vancouver, Kanada.
- 6 P. Ostrowska, K. Mierzwa. Odzysk cynku z wybranych odpadów hutniczych, *Hutnik-Wiadomości Hutnicze*, nr 7, 2007, s. 369.
- 7 A. Suliga, W. Derda. „Dobór wartości pH roztworów w hydrometalurgicznym procesie przerobu wysokocynkowych pyłów pochodzących z łukowych pieców Elektrycznych”. *Hutnik-Wiadomości Hutnicze*, nr 12, 2012, s. 856.
- 8 A. Suliga, W. Derda. „Wybrane aspekty odzysku metali z pyłów pochodzących z łukowych pieców elektrycznych w procesie pirometalurgicznym”. *Hutnik-Wiadomości Hutnicze*, nr 5, 2011, s. 348.
- 9 Światowa produkcja stali w 2012 roku, *Stahl und Eisen*, t.133, nr 2, 2013, s. 70.

ANALIZA MOŻLIWOŚCI PRZEROBU PRODUKTÓW UBOCZNYCH WYROBÓW HUTNICZYCH

Streszczenie: Artykuł zawiera wybrane elementy procesu technologicznego oraz informacje dotyczące składu chemicznego oraz wpływu na technologię, ekologię oraz możliwość generowania produktów ubocznych w postaci m.in. pyłów oraz żużli a także analizę zakresu przerobu, pozwalającą wykorzystać żużle w przemyśle i gospodarce.

Słowa kluczowe: utylizacja, produkt, pył, technologia

ANALYSIS POSSIBILITY THE PROCESSING OF BY-PRODUCTS IN SMELTING PRODUCTION

Abstract: The article contains chosen elements of technological process and information concerning the chemical composition and influence on the technology, ecology and possibility of generating by-products in the form among others dusts and cinders as well analysis of scope the processing, allowing to use slags in the industry and economy.

Keywords: recycling, product, dust, technology

Dr inż. Jacek SITKO
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 42, 41-800 Zabrze
e-mail: JSitko@polsl.pl

Data przesłania artykułu do Redakcji: 15.03.2015
Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 09.05.2015