

January B. BIEN¹ i Katarzyna WYSTALSKA¹

WPLYW POZOSTAŁOŚCI PO PROCESACH SPALANIA NA WITRYFIKACJĘ ŻUŻLI WYTWORZONYCH PODCZAS UNIESZKODLIWIANIA ODPADÓW MEDYCZNYCH

INFLUENCE OF SLAG AND ASH AFTER MUNICIPAL WASTES COMBUSTION PROCESS ON VITRIFICATION PROCESS OF SLAG MADE DURING MEDICAL WASTES PYROLYSIS

Abstrakt: Przedstawiono wyniki badań dotyczących witrifikacji żużli powstałych po termicznym unieszkodliwianiu odpadów medycznych. W wyniku przekształcania substratu uzyskano produkty o matowej, miejscami chropowatej powierzchni. Dopiero w efekcie przekształcania mieszanek substratu oraz żużla pozostałego po spalaniu odpadów komunalnych w większości uzyskano produkty charakteryzujące się szklistą powierzchnią oraz przełamem. Jakość witrifikatów była zróżnicowana w zależności od udziału poszczególnych składników mieszanki. Najlepszej jakości produkty uzyskano z mieszanki zawierającej 30% żużla po pirolizie i 70% żużla po spalaniu. W procesie modyfikacji mieszanek żużla po pirolizie i popiołu po spalaniu odpadów komunalnych substraty uległy całkowitemu przereagowaniu w produkty mające cechy witrifikatów. Były one, szkliste na powierzchni oraz w przełame. Najlepszej jakości witrifikaty uzyskano, przekształcając mieszanek zawierającą 50% żużla po pirolizie i 50% popiołu po spalaniu. Dla wybranych produktów oznaczono gęstość oraz twardość w skali Mohsa. Twardość uzyskanych witrifikatów mieściła się w zakresie 6,0÷6,5 (w kilku przypadkach obniżała się do 5). Gęstość otrzymanych witrifikatów mieściła się w przedziale 2,63÷2,92 g/cm³.

Słowa kluczowe: odpady medyczne, piroliza, popiół, żużel, odpady komunalne, spalanie, witrifikacja

Wykorzystanie procesów termicznych do unieszkodliwiania odpadów staje się obecnie coraz bardziej pożądanym i rozważanym rozwiązaniem w gospodarce odpadami. Termiczne unieszkodliwianie odpadów powiązane jest z wytworzeniem stałych pozostałości poprocesowych - żużli i popiołów. Pozostałości te mogą zawierać duże ilości substancji toksycznych, pochodzących z odpadów wejściowych lub wytworzonych w trakcie realizacji procesu unieszkodliwiania. Jeśli wzrośnie ilość odpadów przekształcanych metodami termicznymi, wzrośnie również ilość wytworzonych żużli i popiołów, wymagających dalszego zagospodarowania. Jedną z metod przekształcania odpadów po procesach termicznych może być witrifikacja umożliwiająca uzyskanie z odpadów produktów o właściwościach szklopodobnych. W zależności od specyfiki odpadów oraz rodzaju procesu wykorzystanego do ich unieszkodliwiania pozostałości poprocesowe mają odmienne właściwości i są bardziej lub mniej podatne na witrifikację.

Substraty badań

Do badań wykorzystano żużel uzyskany w procesie unieszkodliwiania odpadów medycznych wg technologii Purotherm Pyrolise. Substrat ten z uwagi na specyfikę procesu pirolizy charakteryzuje się dużą zawartością węgla całkowitego, co utrudnia proces witrifikacji realizowany bez udziału tlenu [1]. Wysokotemperaturowe przekształcanie substratu z wprowadzaniem tlenu w strefę reakcji może skutkować wytwarzaniem

¹ Instytut Inżynierii Środowiska, Wydział Inżynierii i Ochrony Środowiska, Politechnika Częstochowska, ul. Brzeźnicka 60A, 42-200 Częstochowa, tel. 34 372 13 04, email: iis@is.pcz.czyst.pl

toksycznych składników gazowych (dioksyn i furanów) [2]. Dlatego podjęto cykl badań polegających na próbach witrifikacji żużla bez wprowadzania tlenu w strefę reakcji, stosując materiały dodatkowe, których zadaniem jest ułatwienie procesu zeszkliwienia.

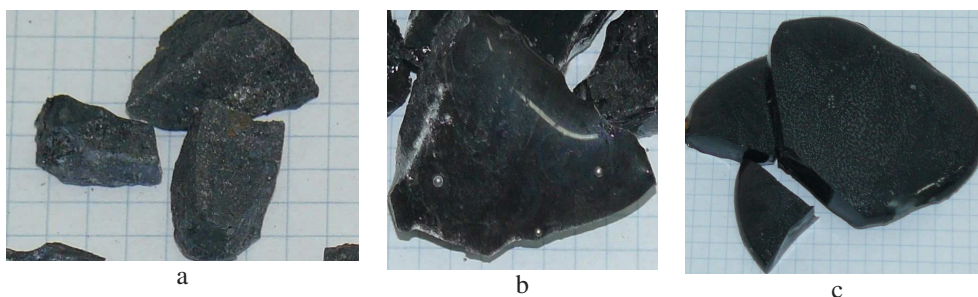
Substrat przeznaczony do badań (żużel uzyskany w procesie unieszkodliwiania odpadów medycznych) miał budowę bardzo heterogenną. Podczas analizy składu tlenkowego jako dominujące składniki oznaczono: CaO - 27,13% i SiO₂ - 13,7%. Oznaczono stratę prażenia na poziomie 38%. Jako dodatki wspomagające proces zeszkliwienia wykorzystano żużel i popiół, pochodzące ze spalania odpadów komunalnych w piecu rusztowym. Materiały te charakteryzowały się znaczną zawartością ditlenku krzemu: 48,64% (żużel) oraz 40,89% (popiół).

Metodyka badań

Próby zeszkliwania prowadzono, wykorzystując samodzielny substrat oraz mieszanki substratu i dodatków wspomagających, zawierające różne udziały masowe poszczególnych składników. Witrifikację prowadzono w piecu plazmowym przystosowanym do umieszczania na dolnej elektrodzie (anodzie) tygli grafitowych z materiałem wsadowym.

Wyniki badań

Efektem przekształcania substratu było uzyskanie produktów charakteryzujących się matową, miejscami chropowatą powierzchnią zarówno na powierzchni, jak i w przełamie (rys. 1a). Produkty uzyskane z mieszanek żużla wytworzonego w procesie pirolizy odpadów medycznych oraz żużla pozostałego po spalaniu odpadów komunalnych w większości charakteryzowały się szklistą powierzchnią oraz przełamem (rys. 1b).



Rys. 1. Produkt uzyskany podczas przekształcania żużla po pirolizie odpadów medycznych (a), produkt uzyskany z mieszanek żużla po pirolizie (30%) i żużla po spalaniu (70%) (b), produkt uzyskany z mieszanek żużla po pirolizie (50%) i popiołu po spalaniu (50%) (c)

Fig. 1. The product obtained after the transformation of slag generated during pyrolysis of medical waste (a), the product obtained from the mixture: slag after pyrolysis (30%) and slag after incineration (70%) (b), the product obtained from the mixture: slag after pyrolysis (50%) and ash after incineration (50%) (c)

Niektóre jednak miały niejednorodną strukturę i chropowatą powierzchnię. Jakość witrifikatów była zróżnicowana w zależności od udziału poszczególnych składników mieszanki. Najlepszej jakości produkty uzyskano z mieszanki zawierającej 30% żużla po pirolizie i 70% żużla po spalaniu. W procesie modyfikacji mieszanek żużla po pirolizie i popiołu po spalaniu substraty uległy całkowitemu przereagowaniu w produkty mające

cechy witrifikatów. Były szkliste na powierzchni oraz w przełamie, posiadały jednorodną strukturę (rys. 1c). Najlepszej jakości witrifikaty uzyskano, przekształcając mieszanekę zawierającą 50% żużla po pirolizie i 50% popiołu po spalaniu.

Witrifikaty ocenione wizualnie jako najlepsze poddano analizie pod względem twardości oraz gęstości. Produkty uzyskane z mieszanek żużla wytworzonego w procesie pirolizy odpadów medycznych oraz żużla pozostałego po spalaniu odpadów komunalnych charakteryzowały się gęstością $2,63 \text{ g/cm}^3$, natomiast produkty uzyskane z mieszanek żużla po pirolizie i popiołu po spalaniu miały gęstość $2,92 \text{ g/cm}^3$. Twardość ww. produktów mieściła się w zakresie $6,0 \div 6,5$ w skali Mohsa. W przypadku kilku produktów uzyskanych z mieszanek żużla wytworzonego w procesie pirolizy odpadów medycznych oraz żużla pozostałego po spalaniu odpadów komunalnych twardość obniżała się do 5 jedn. w skali Mohsa. Przeprowadzona analiza rentgenowska wybranych witrifikatów potwierdziła uzyskanie produktów o budowie amorficznej - charakterystycznej dla szkielek. Wykorzystując elektronowy mikroskop skaningowy, uzyskano odwzorowanie morfologii oraz punktową analizę chemiczną próbek pobranych z witrifikatów. Głównymi składnikami szklawa witrifikatów są: Si, Al, O i Ca. W „matrycy” zaobserwowano niewielkie wtrącenia S, Fe, C, NaCl i KCl.

Podsumowanie i wnioski

Uzyskanie dobrej jakości witrifikatów z żużli wytworzonych w procesie termicznego, pirolitycznego przekształcania odpadów medycznych jest możliwe podczas witrifikacji mieszanek żużli po pirolizie i stałych pozostałości po procesie spalania odpadów komunalnych, przy czym:

- w przypadku przekształcania mieszanek żużla po pirolizie odpadów medycznych oraz żużla uzyskanego ze spalania odpadów komunalnych jakość uzyskiwanych witrifikatów polepsza się wraz ze wzrostem udziału żużla z procesu spalania w mieszance, zaś najlepsze efekty osiągnięto dla mieszanki zawierającej odpowiednio 30 i 70% wymienionych składników; widoczne w odzwierciedleniu morfologii powierzchni pozostałości po pęcherzykach gazu wskazują prawdopodobnie na zbyt krótki czas witrifikacji;
- w przypadku przekształcania mieszanek żużla po pirolizie odpadów medycznych oraz popiołu z procesu spalania odpadów komunalnych najlepsze efekty uzyskano, przekształcając mieszanki zawierające odpowiednio po 50% każdego ze składników, zmniejszenie lub zwiększenie udziału poszczególnych składników pogarsza jakość uzyskiwanych produktów;
- twardość uzyskanych witrifikatów jest porównywalna do twardości szkielek; w przypadku kilku witrifikatów uzyskanych podczas przekształcania mieszanek typu I oznaczono znacznie mniejszą twardość (5 jedn. w skali Mohsa) niż w przypadku witrifikatów uzyskanych z mieszanek typu II;
- gęstość witrifikatów otrzymanych z obydwu typów mieszanek wynosiła powyżej $2,6 \text{ g/cm}^3$, osiągając wartość $2,924 \text{ g/cm}^3$ - charakterystyczną dla szkielek kwarcowego - w przypadku witrifikatu uzyskanego z mieszanki żużla po pirolizie i popiołu po spalaniu;

- w przypadku przekształcania mieszanek żużla po pirolizie odpadów medycznych oraz żużla uzyskanego ze spalania odpadów komunalnych istnieje prawdopodobnie możliwość odzysku składników metalicznych;
- dodatek popiołu po spalaniu odpadów umożliwia uzyskanie lepszych efektów witrifikacji żużla po pirolizie odpadów medycznych niż dodatek żużla po spalaniu,
- najlepszej jakości witrifikaty (biorąc pod uwagę gęstość, twardość, morfologię powierzchni) uzyskano w wyniku przekształcania mieszanki żużla po pirolizie i popiołu po spalaniu w proporcjach masowych 50% do 50%.

Podziękowanie

„Sprzęt, który posłużył do badań zakupiono w ramach projektu: Wyposażenie Centralnego Laboratorium Środowiskowego nr WKP_1/1.4.3/2/2005/61/180/365/2006/U, Sektorowy Program Operacyjny Wzrost konkurencyjności przedsiębiorstw, lata 2004-2006, Priorytet 1 Rozwój przedsiębiorczości i wzrost innowacyjności poprzez wzmocnienie instytucji otoczenia biznesu. Działanie 1.4. Wzmocnienie współpracy między sferą badawczo-rozwojową a gospodarką”.

Badania sfinansowano z BW 401/204/08/KB.

Literatura

- [1] Bień J., Białczak W. i Wystalska K.: *Solid waste vitrification using a direct current plasma arc*. Environmental Engineering, Pawłowski, Dudzińska & Pawłowski. Proc. The Second National Congress of Environ. Eng., Lublin, Poland, 4-8 September 2005. Taylor & Francis Group, London 2005, 307-310.
- [2] Wystalska K. i Bień J.: *Stale i gazowe produkty uzyskane w procesie plazmowego przekształcania odpadów*. Ochr. Środ. Zasob. Natural., 2007, (33), 87-92.

THE INFLUENCE OF SLAG AND ASH AFTER MUNICIPAL WASTES COMBUSTION PROCESS ON VITRIFICATION PROCESS OF SLAG MADE DURING MEDICAL WASTES PYROLYSIS

Institute of Environmental Technology, Faculty of Environmental Protection and Engineering
Czestochowa University of Technology

Abstract: The paper presents the results of the investigations on vitrification of slag generated during thermal utilization of medical waste. The transformation of the substrate resulted in a product of a dull and coarse surface. Only in case of the transformation of the substrate and slag remaining after the incineration of municipal waste most products showed glassy surface and the fracture. The quality of vitrified products was diverse and affected by the ratio of particular components of the mixture. The best quality products were obtained from the mixture of 30% of slag after pyrolysis and 70% of slag after incineration. In the process of modification of the mixtures containing the slag after the pyrolysis and the ash after incineration of municipal waste, the substrates underwent the complete transformation into the products with properties typical for vitrified products. They were glassy on the surface and in the fracture. The vitrified products of the best quality were obtained from the transformation of the mixture containing 50% of slag after pyrolysis and 50% of ash after incineration. The density and hardness in the Mohs scale were determined for the selected products. The hardness of the obtained vitrified products was in the range of 6.0-6.5 (in some cases it decreased to 5). The density of the vitrified products ranged from 2.63 g/cm³ to 2.92 g/cm³.

Keywords: medical wastes, pyrolysis, ash, slag, municipal wastes, combustion process, vitrification