

Danuta Kukielska

Elżbieta Uzunow

Institut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego

Warszawa

LEKKIE KRUSZYWO SZTUCZNE – KOMPLEKSOWE ZAGOSPODAROWANIE ODPADÓW KOMUNALNYCH I PRZEMYSŁOWYCH

STRESZCZENIE

Przedstawiono unijne podejście do problemu bezpieczeństwa surowcowego w UE. Zaprezentowano nową strategię zrównoważonego gospodarowania zasobami zgodnie z zasadą zamkniętego łańcucha wartości. Omówiono sposoby stabilizacji odpadów komunalnych. Przedstawiono innowacyjną metodę zagospodarowania tych odpadów w wyniku, której uzyskuje się pożądany produkt rynkowy – lekkie kruszywo sztuczne.

WSTĘP

Europejska Polityka Surowcowa wyrażona m.in. w Strategii Innowacyjności i Efektywności Gospodarki kładzie duży nacisk na pełne wykorzystanie surowców wtórnych. Normy PN-EN jako specyfikacje techniczne dla wyrobów budowlanych dopuszczają kruszywo produkowane z różnorodnych surowców, w tym z surowców wtórnych – jeśli są to pełnowartościowe wyroby. Szacowana baza zasobowa surowców wtórnych, które są potencjalnie możliwe do wykorzystania, jest porównywalna z bazą surowców naturalnych do produkcji kruszyw.

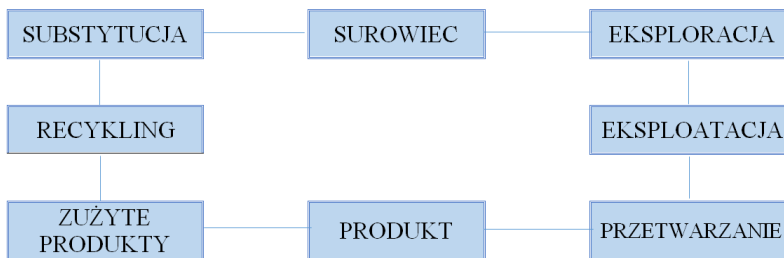
Złoża surowców naturalnych, ich poszukiwanie i wydobycie coraz częściej jest utrudnione przez konkurencyjne sposoby użytkowania gruntów (np. program Natura 2000) oraz wiele regulacji w zakresie ochrony środowiska (np.: ustawa o odpadach, ustawa prawo ochrony środowiska

itp.), a także przez ograniczenia technologiczne w dostępie do złóż surowców mineralnych. Stąd wielka waga przywiązywana w UE do możliwości zabezpieczania dostaw surowców poprzez zwiększenie wykorzystania istniejących zasobów i pozyskiwanie niezbędnych surowców także poprzez odzysk i recykling.

W 2008 r. Komisja Europejska przyjęła nową, zintegrowaną strategię (Raw Materials Initiative), w której wytyczono kierunki działań dla rozwiązania problemu zabezpieczenia dostaw surowców niezbędnych dla gospodarki. Jeden z trzech filarów tej polityki dotyczy właśnie konieczności zintensyfikowania działań dla zwiększenia ogólnej wydajności zasobów oraz traktowania recyklingu jako istotnego elementu gospodarki cyklicznej.

Kolejny dokument Komisji Europejskiej z 2011 „Tackling the challenges in commodity markets and on raw materials” (COM 2011 25 final) dotyczy kształtowania się rynków surowcowych w najbliższej przyszłości i wyzwań stojących przed Europą. Zapewnienie dostępu do mineralnych surowców i ich pozyskiwanie z różnych źródeł staje się strategicznym celem działania Unii Europejskiej.

Ważnymi założeniami tej polityki są realizacja zasad zrównoważonego rozwoju we wszystkich sektorach oraz aktywna ochrona środowiska przed nadmierną eksploatacją i zanieczyszczeniem. Podstawą nowej strategii zrównoważonego gospodarowania zasobami jest zasada zamkniętego łańcucha wartości, prezentowana poniżej (rys 1).



Rys. 1. Cały łańcuch wartości dla surowców

2. NOWE ŹRÓDŁA SUROWCÓW DO PRODUKCJI KRUSZYW

Przykładem ilustrującym korzyści wynikające z kompleksowego zagospodarowanie odpadów pochodzących z różnych obszarów gospodarki może być nowa technologia otrzymywania kruszyw lekkich, która

w procesie termicznym przekształca osady ściekowe z komunalnych oczyszczalni ścieków łącznie z drobnopłynnymi surowcami mineralnymi, będącymi także odpadami ale pochodzącymi z procesów przemysłowych („Sposób otrzymywania kruszywa lekkiego z odpadów komunalnych i przemysłowych” Patent nr 21092). Kruszywo takie jest produkowane w technologii bezodpadowej, a sama technologia umożliwia otrzymanie wyrobu o określonych parametrach, (gęstości, wytrzymałości mechanicznej, mrozoodporności, nasiąkliwości produktu), co pozwala na uzyskanie wyrobu budowlanego dostosowanego do zaplanowanego zastosowania.

Należy podkreślić, że kruszywo sztuczne wg technologii IMBiGS jest produktem w pełni ekologicznym, struktura kruszywa, wytworzona na bazie związków krzemianowych, jest analogiczna z występującą w minerałach naturalnych, kruszywo nie zawiera substancji reagujących w środowisku naturalnym, nawet po rozdrobnieniu, podczas eksploatacji nie są uwalniane żadne związki chemiczne (jak ma to miejsce przy stosowaniu cementyzacji odpadów). Technologia produkcji kruszywa na bazie osadów ściekowych jest aktualnie na etapie wdrożenia przemysłowego.

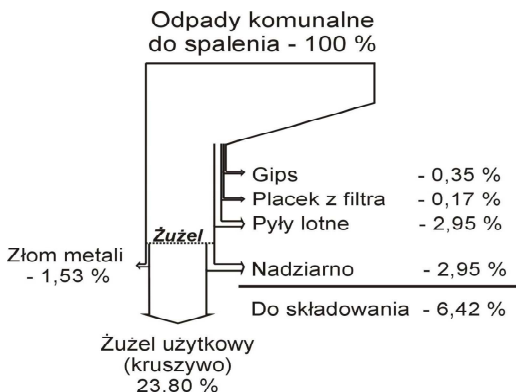


Rys. 2. Próbkę kruszywa sztucznych

Uboczne Produkty Spalania (UPS) surowcem do produkcji kruszyw sztucznych.

Spalanie odpadów komunalnych, w tym osadów ściekowych, jest jednym z podstawowych kierunków ich zagospodarowania. Powstające i już działające spalarnie istotnie zmniejszają ilość składowanych odpadów tego typu, wykorzystując przy tym ich ciepło spalania, ale opłacalność ekonomiczna funkcjonowania takich spalarni jest nie do końca zadawalająca. Jednym ze stałych kosztów działania tych instalacji jest konieczność ochrony środowiska przed szkodliwym działaniem pozostałości po spalaniu.

Jak wynika z publikowanych danych dotyczących bilansu masy funkcjonujących spalarni odpadów komunalnych, po procesie spalania i zagospodarowaniu takich odpadów jak żużle, złom metali, do składowania pozostaje około 6,42% początkowej masy spalanych odpadów, w tym 2,95 % stanowią pyły lotne (rys.1) [1].



Rys. 3. Bilans masy spalarni odpadów komunalnych

Zagrożenie środowiskowe związane z pyłami lotnymi wynika z faktu, że o ile odpady komunalne przed spalaniem nie są kwalifikowane jako odpady niebezpieczne, to po procesie ich spalania w temperaturze około 850-950° C pozostają mineralne odpady w których substancje potencjalnie niebezpieczne (jak związki metali ciężkich) kumulują się i to w postaci znacznie bardziej mobilnej, np. chlorków i tlenków [2, 6]. Temperatura spalania odpadów (850-950° C), wystarczająca dla rozkładu związków

organicznych, nie jest wystarczająca do stabilizacji nie ulegających spaleniu związków nieorganicznych, wręcz przeciwnie, np. związki węglanowe rozkładają się do postaci tlenków, które są bardziej reaktywne w kontakcie z wodą i w środowisku spowodują zarówno zmianę pH (jak tlenki metali alkalicznych) oraz zanieczyszczenie wody gruntowej rozpuszczalnymi związkami metali ciężkich.

Wytworzony odpad jest niestabilny w środowisku naturalnym, dlatego zgodnie z obowiązującymi przepisami musi być poddany procesowi unieszkodliwiania lub stabilizacji przed umieszczeniem na składowisku odpadów, co generuje znaczne koszty.

Przepisy dotyczące kruszyw z odpadów

Obowiązujące przepisy zasadniczo nie hamują możliwości rozwoju materiałów wytworzonych na bazie odpadów. Dopuszczają odrębny sposób postępowania dla odpadów ewidentnie nie stwarzających zagrożenia środowiskowego natomiast ograniczają w sensowny sposób możliwość zagrożeń środowiskowych. Zapobiegają obniżeniu jakości wyrobów budowlanych w wyniku zamiany surowców naturalnych na odpady poprzez ustalenie i kontrolę właściwości wyrobów przez normy PN-EN.

Trzeba mieć jednak świadomość, że żadne programy i strategie dot. gospodarowania surowcami nie będą zachętą do szerszego stosowania surowców wtórnych i nie będą skuteczne jeśli nie będą ekonomicznie uzasadnione. W ocenie opłacalności ekonomicznej każdej technologii należałoby jednak uwzględnić wszystkie aspekty, również takie jak uzyskanie użytecznego materiału dla budownictwa, oszczędzanie naturalnych źródeł surowca, bezpieczne pozbycie się odpadu. W przypadku zagospodarowania odpadu niebezpiecznego opłacalność może być wyższa, ponieważ dodatkowo nie ponosi się kosztów ich stabilizowania w formie nieużytecznej i składowania, a w dłuższej perspektywie także kosztów skażenia będącego skutkiem korozji, w wyniku której wymywanie substancji toksycznych także zachodzi, tylko w zwolnionym tempie.

Sposoby utylizacji UPS

W rozwiniętych gospodarczo krajach Europy zagospodarowanie pozostałości po spaleniu odpadów komunalnych rozwiązuje się w praktyce na dwa sposoby:

1. Stabilizacja związków niebezpiecznych z popiołów w kompozycjach cementowych czyli zestalenie w postaci bloków i składowanie tak przetworzonych pozostałości na składowiskach odpadów innych niż niebezpieczne, obudowy wysypisk komunalnych.
2. Drugim, znacznie kosztowniejszym sposobem zagospodarowania pozostałości po spaleniu odpadów, jest ich detoksykacja, polegająca na usunięciu wszystkich substancji szkodliwych. Proces ten właściwie jest stosowany głównie dla popiołów zawierających dioksyny i rtęć, które są szczególnie trudne do stabilizacji a w wyniku otrzymuje całkowicie nietoksyczny produkt, możliwego do bezpiecznego składowania, wykorzystania jako surowiec w budownictwie, ceramice itd. [5]

Stabilizacja związków niebezpiecznych z popiołów w kompozycjach cementowych jest stosowana w praktyce od wielu lat, jest wciąż kontrowersyjna ponieważ proces korozji konstrukcji betonowych powoduje, że wymywanie substancji toksycznych zachodzi, tylko w zwolnionym tempie. W tabeli 1 przedstawiono dane dotyczące zawartości metali ciężkich w takich bloczkach, co najlepiej obrazuje realność zagrożenia środowiskowego wynikającego z tej metody [4].

Tabela 1 Porównanie zawartości siedmiu metali ciężkich w cemencie portlandzkim oraz zwykłym bloku cementowym z blokami wykonanymi z użyciem żużli i popiołów lotnych pochodzących ze spalarni odpadów komunalnych.

Metale ppm	Cement portlandzki	Zwykły cement	Cement z dodatkiem żużli	Cement z dodatkiem popiołów lotnych
Cynk	29	53	4482	18618
Ołów	1	4	5137	7278
Miedź	9	13	4668	606
Nikiel	18	47	109	78
Chrom	38	31	146	190
Kadm	0.04	0.26	44	731
Arsen	2	33	5	73

Ponadto metoda stabilizacji jest kosztem dla spalarni, dodatkowo koszt ten wzrasta, jeśli kształtki cementowe pokrywa się warstwą hydrofobową, np. warstwą smoły, aby ograniczyć wymywalność związków metali ciężkich, ale po latach także warstwa przestaje być szczelna.

Cementyzacja odpadów niebezpiecznych metodą „Geodur”, polegającą na połączeniu chemicznej stabilizacji substancji szkodliwych zawartych w takich odpadach poprzez trwałe przekształcenie związków rozpuszczalnych w nierozpuszczalne i następnie ich zestalenie przy użyciu spoiw hydraulicznych wymaga określenia dokładnego składu chemicznego danego odpadu, a następnie dobrania przy pomocy odpowiedniego oprogramowania rodzaju i stechiometrycznych ilości chemikaliów, które stanowić będą komponenty mieszanki, gwarantując przekształcenie związków rozpuszczalnych w nierozpuszczalne.

W niektórych państwach popioły ze spalarni AVI stosuje się jako wypełniacze do asfaltów do budowy spodnich warstw dróg, w ten sposób zabezpieczając zawarte w kompozycjach cząstki popiołów przed kontaktem z wodą. Metoda ta ma jednak istotne ograniczenia, nie można jej stosować na warstwy wierzchnie, ścieralne oraz konieczne jest, aby wypełniacz zawierający popioły spełniał wymagania norm EN, co w praktyce oznacza mieszanie popiołów z dobrymi jakościowo surowcami.

Metodą stabilizacji popiołów przez ich witrifikację (zeszklwienie), a więc powstanie szkliwa z którym związki metali są niewymywalne jest kosztowna, ponieważ jest realizowany w temperaturze powyżej 1400 °C.

Wszystkie te sposoby unieszkodliwiania i składowania generują znaczne koszty, co oznacza, że europejskie spalarnie płacą za ich utylizację [3] w granicach 50 – 150 €/Mg.

Dodatkowo, nie wszystkie procedury postępowania z tym odpadem zapewniają długotrwałą skuteczność procesu, zwłaszcza jeśli jako immobilizację proponuje się wykonywanie bloczków betonowych z domieszkami chemicznymi, które mają ograniczyć wymywalność substancji niebezpiecznych (np. dodatkiem wapna palonego).

Rozwiązanie, które opracowano w IMBiGS ma za zadanie przeprowadzić proces stabilizacji w taki sposób, żeby w wyniku otrzymać produkt handlowy a nie odpad. Opierając się na pracach własnych, dotyczących możliwości stabilizacji związków metali ciężkich występujących w osadach ściekowych poprzez proces syntezy termicznej i uzyskania krzemianowych kruszyw lekkich, opracowano analogiczny proces, który można wykorzystać do stabilizacji związków metali ciężkich zawartych w pyłach lotnych.

Metoda unieszkodliwiania proponowana przez Instytut ma nad wymienionymi powyżej sposobami tą wyższość, że w jej wyniku powstaje pożądaný wyrób rynkowy, lekkie kruszywo sztuczne, którego cena zbytu w pełni rekompensuje koszt operacji termicznych a nawet może być konkurencyjna w porównaniu z istniejącymi na rynku kruszywami lekkimi.

LITERATURA

- [1] Grzegorz Wielgosiński: Wtórne odpady ze spalania odpadów komunalnych. Bariery i perspektywy ich wykorzystania, Politechnika Łódzka, Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska;
- [2] Sukrut S., Thipse E., Dreizin L. – Metal partitioning in products of incineration of municipal solid waste. – Chemosphere, 2002, 46, 837-849;
- [3] Vehlow J., Bergfeldt B. & Hunsinger H. (2006) PCDD/F and related compounds in solid residues from municipal solid waste incineration – a literature review. Waste Management & Research, in press;
- [4] Paweł Głuszyński: Ogólnopolskie Towarzystwo Zagospodarowania Odpadów "3 R";
- [5] Grochowalski A., i in, – "PCDD/F Mass Concentration in Residues from Incineration of Medical Wastes in Poland", Organochlorine Compounds 27, 42-46 (1996);
- [6] Szponder D.: "Badania wybranych właściwości popiołów lotnych z zastosowaniem analizy obrazu" rozprawa doktorska AGH 2012.

ARTIFICIAL LIGHTWEIGHT AGGREGATE – COMPREHENSIVE UTILISATION OF COMMUNAL AND INDUSTRIAL WASTE

ABSTRACT

The European Union approach to problems of ensuring the security of raw materials supply in Europe is presented. The new strategy for the sustainable management of resources according to the principle of a closed value chain is presented too. Are discussed methods for municipal waste stabilization. Is presented the innovative method for management of such waste, which will lead to a manufacturing of the desired market product – an artificial lightweight aggregate.
