

Tomasz WINNICKI¹
Paulina TUŹNIK²

BEZEMISYJNE TECHNOLOGIE PRZETWARZANIA STAŁYCH ODPADÓW KOMUNALNYCH – NAJKRÓTSZA DROGA SPEŁNIENIA TRUDNYCH WYMOGÓW UNIJNYCH

Olbrzymie opóźnienia we wprowadzaniu dyrektywy unijnej dotyczącej odpadów komunalnych, grożące naszemu państwu dużymi karami, z jednej strony, a rygorystyczne i na razie mało realne prawo krajowe, wskazują na konieczność poszukiwania innych dróg rozwiązania makroekonomicznego oraz ekologicznego i społecznego problemu zagospodarowania odpadów komunalnych, w tym osadów ściekowych. Najnowsze, już dostępne, technologie bez emisji do atmosfery i przy znikomych depozytach stałego materiału inertnego, nie wymagające głębokiej wstępnej segregacji śmieci, wydają się nie tylko najprostszą i najtańszą, ale również jedyną realną drogą rozwiązania tego problemu. Dokonano przeglądu konwencjonalnych technik otwartego, rusztowego spalania śmieci, prezentując największe zakłady europejskie w Niemczech, Austrii, Danii, Francji i Szwecji oraz pozaeuropejskie w Japonii i Kandzie. Zwrócono uwagę na ich główny problem ekologiczny – ochronę atmosfery przed emisją szczególnie toksycznych produktów spalania – oraz sposoby jego rozwiązania. Następnie zrelacjonowano metody pirolitycznego rozkładu odpadów organicznych, w tym plazmowe I generacji, aby przejść do plazmowych II generacji, przedstawiając je na konkretnych przykładach rozwiązań północno-amerykańskich oraz skandynawskich. Przedstawiono schematy technologiczne procesu angażującego niskotemperaturową plazmę, w tym zasadnicze składowe tego systemu – podkreślając jego całkowitą bez-emisyjność do atmosfery oraz neutralność środowiskową i wtórną przydatność odpadów stałych: żużla (*vitryt*) i metali kolorowych. Proces egzemplifikowano prezentując instalację firmy *ScanArc*, przygotowującej kilka wdrożeń w Polsce. Dokonano porównania emisyjności trzech omawianych grup metod unieszkodliwiania odpadów stałych, wykazując ewidentną przewagę proponowanej w tym artykule, spełniającej z dużym nadmiarem normy emisyjne UE i US EPA. W pełni potwierdzono tezę zawartą w tytule oraz w początkowej części niniejszego streszczenia.

¹ Autor do korespondencji: Tomasz Winnicki, Karkonoska Państwowa Szkoła Wyższa, ul. Lwówecka 18, 58-503 Jelenia Góra, kom. +48 601 828 959, winnicki@kpswjg.pl

² Paulina Tużnik, KTP Construction Ltd, ul. Grabiszynska 214/7, 53-235 Wrocław, kom. +48 510 150 942, paulina-tuznik@wp.pl

Słowa kluczowe: śmieci, utylizacja, techniki bezemisyjne, plazma, standardy UE.

1. Wprowadzenie

Nie jest odkrywcze, nie tylko dla specjalistów, że trudności w zagospodarowaniu strumieni emisji, związane nieodłącznie z rozdzieleniem ich składników, rosną ze zmianą stanu skupienia, od gazowego przez ciekły do stałego. Istotnym dalszym elementem komplikacji technologii, tym razem już na poziomie separacyjnym, jest liczba składników strumienia emisyjnego, ich charakter chemiczny, fizyczny, a także biologiczny, w tym również, a może głównie, rozmiary cząstek.

Nie ulega wątpliwości, że z wszystkich strumieni emisyjnych, czy odpadowych, układem najbardziej złożonym, według wszystkich wymienionych kryteriów, są stałe odpady komunalne, potocznie zwane śmieciami.

Technika ich deponowania na wysypiskach, bez przygotowania ich podłoża, bez jakiegokolwiek segregacji wstępnej, z ewentualnym pokryciem powierzchni po zakończeniu składowania, była już nie do przyjęcia, w świetle nowoczesnego prawodawstwa krajowego, na długo przed akcesją Polski do Unii Europejskiej.

Nie czas teraz na rozpamiętywanie błędów popełnionych w negocjacjach przed przystąpieniem do Unii, w sytuacji, w której co najmniej 95% wszystkich odpadów komunalnych składowano bez jakiegokolwiek segregacji, ale nie da się pominąć konsekwencji tych zobowiązań, których niespełnienie pierwszego etapu mamy już za sobą (2010), a nie wymierzenie dotąd, należnych z tego tytułu, kar unijnych, jest jedynie kwestią bezwładu biurokratycznej maszyny *Eurolandu*.

Elementem tych opóźnień było dostosowywanie krajowego prawa do wymagań UE. Niezbędny element, jakim było „uwłaszczenie” gmin śmieciami jest naruszeniem, przeważnie lokalnie monopolistycznej, pozycji przedsiębiorstw gromadzenia i przetwarzania odpadów, które uruchomiły potężny lobbing przeciwdziałający powstaniu nowej ustawy, nad którą mozolnie pracowały ekipy resortu pod wodzą co najmniej dwóch kolejnych ministrów. W tej sytuacji może nie sama ustawa, czy jej aksjomaty, ale przyjęte terminy wdrażania nowego systemu, okazały się absolutnie nierealistyczne, w istniejącym stanie techniki gromadzenia i segregacji odpadów, przy niezbędnym poziomie świadomości społecznej, której jedynym, choć skutecznym, edukatorem stała się cena odprowadzania śmieci, wynikająca z technologii końcowego przetwarzania.

Te ostatnie, idąc śladami najbliższego, ekonomicznie i technologicznie potężnego, zachodniego sąsiada, oparto na koncepcji spalania, według najlepszej dostępnej technologii, ale... XX wieku!

Nie są to oczywiście technologie, które należy całkowicie dezawuować, jak to praktykują media, żądne przede wszystkim sensacji, strasząc emisjami niewątpliwie wysoce toksycznych *dioksyn i furanów*, mobilizując nieświadome tej manipulacji, *zdrowe siły społeczne*, do akcji paralizujących, często na długie okresy, niezbędne działania inwestycyjne.

Niezależnie od konieczności przeciwstawiania się tym radykalnym opiniom o najlepszych, stosowanych dotąd, technologiach „otwartego” spalania, trzeba stwierdzić że nie spełniają już one kryteriów określanych akronimem *BAT – Best Available Technique – Najlepszej Dostępnej Techniki*.

2. Najlepsze technologie „otwartego” spalania odpadów komunalnych

Ilościowa i jakościowa skala problemu śmieciowego – uciążliwość na obszarach osiedleńczych i oddziaływanie na środowisko przyrodnicze – rozwinęły bardzo szeroki front badań stosowanych i wdrożeń systemów neutralizacji tych odpadów, w tym głównie wydzielenia i recykulowania poszczególnych frakcji składników mineralnych i organicznych, przed deponowaniem, zazwyczaj niemałej, pozostałości nie nadającej się do jakiegokolwiek utylizacji lub w wypadku produktów użytecznych, występującej w ilościach nadmiarowych, w relacji do zapotrzebowania.

Alternatywa składować czy utylizować, została już dawno przesunięta w stronę maksymalnego wykorzystania składników śmieci, a obecnie praktyczna przestała istnieć po wprowadzeniu rygorystycznych przepisów unijnych.

Problem stałych odpadów komunalnych w Europie jest głównie rozwiązywany przez różne systemy rozdzielania frakcji tych odpadów, z wydobyciem organicznej, a w niej składowej spełniającej warunki spalania. Wartość opałowa tej frakcji to 7000 kJ/kg, przy wilgotności do 50% (nie niższej od 25%) oraz przy obciążeniu frakcją mineralną nie wyższym niż 60%, co stanowi niełatwe do spełnienia warunki wstępne, co jednak nie zniechęciło do przyjęcia spalania jako głównej drogi rozwiązania problemu śmieciowego.

Szacuje się, że w Europie pracuje ponad 500 spalarni, które można już nazywać konwencjonalnymi, a co najmniej 10 procent dalszych, tej generacji rozwiązań, jest w budowie. Przenoszone są bogate doświadczenia spalania paliw kopalnych i innych substancji – paleniska rusztowe czy fluidalne, ale również współ-spalanie w takich technologiach piecowych jak produkcja cementu.

Rozwiązania spalarni śmieci w znacznie mniejszym stopniu koncentrują się na samym spalaniu, niż na unieszkodliwieniu i zatrzymaniu składników emisji gazowych – zwłaszcza tych rozpoznanych jako najszkodliwsze – przez zabiegi zwane *hermetyzacją układu*.

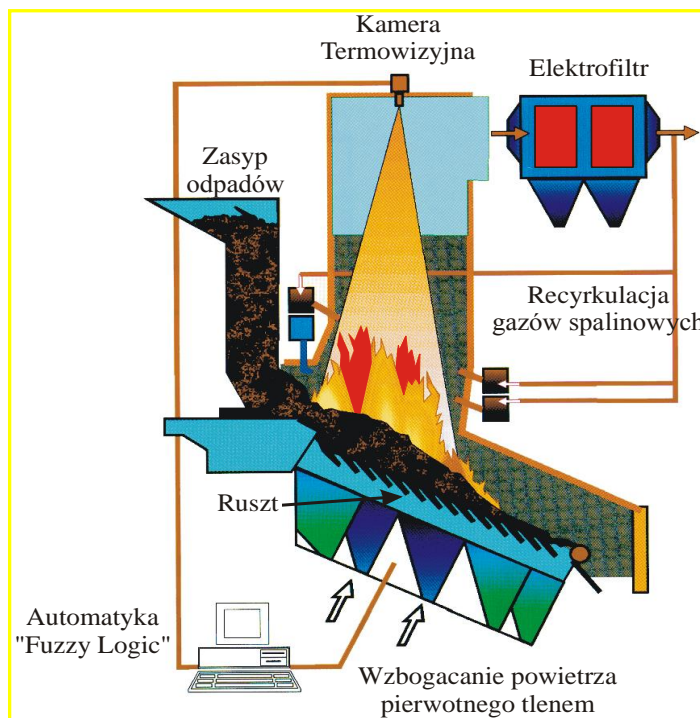
Poniższy wybór metod i przykładów nie ma oczywiście charakteru pełnego ich przeglądu, a jedynie przedstawienia zasad działania najczęściej stosowanych

technologii – w segmencie samego spalania oraz w segmencie neutralizacji emisji atmosferycznych, rozróżniających metody suche i mokre.

Tabela 1. Spalarnie śmieci w Austrii, Holandii, Niemczech i Szwajcarii według danych z roku 2008 [1]

Table 1. Garbage incineration in Austria, Holland, Germany and Swiss, dated 2008

WSKAŹNIK		Austria	Holandia	Niemcy	Szwajcaria
Liczba spalarni stałych odpadów komunalnych	szt.	42	13	66	29
Udział spalanych odpadów w ogólnej masie odpadów (średnio)	% wag.	25	40	31	78
Masa odpadów spalanych rocznie przez jedną spalarnię (średnio)	Mg/a	170000	270 000	215000	80000
Przeciętna wartość opałowa spalanych odpadów	kJ/kg	9000	7500	9000	8500

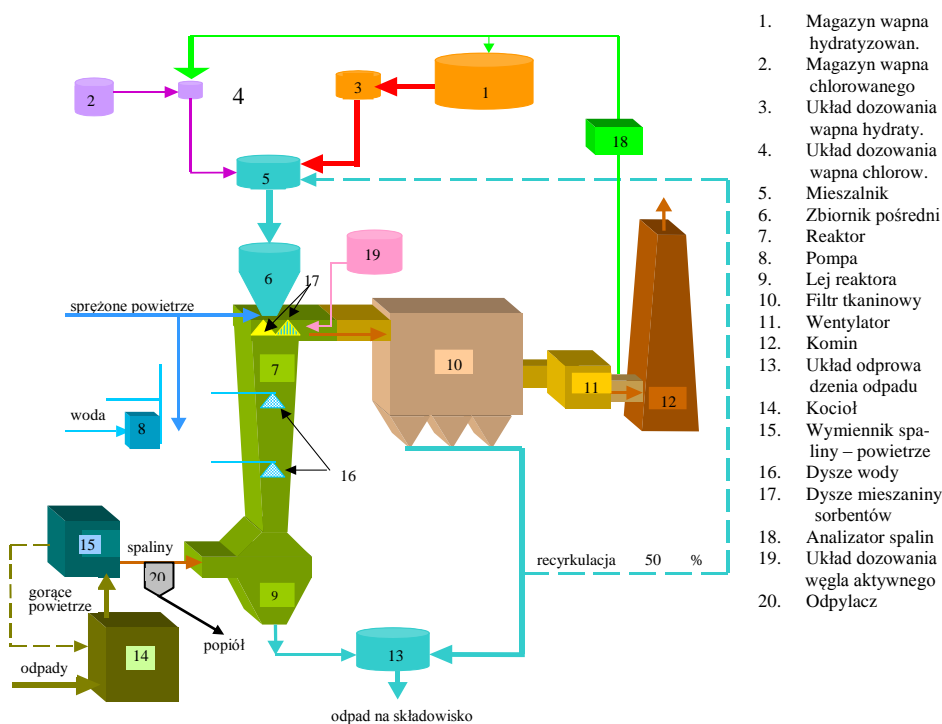


Rys. 1. Spalanie na ruszcie w atmosferze wzbogaconej w tlen – technologia SYNCOM [8]

Fig. 1. Incineration in atmosphere enriched of oxygen – SYNCOM technology

Już, stosunkowo prosta adaptacja kotłów węglowych do spalania śmieci, w temperaturze ponad 850°C, stwarza dobre warunki energetyczne, ale proste techniki neutralizacji, najczęściej występujących w emisji, gazów kwaśnych (SO₂, HCl, HF, NO_x), dają mierne rezultaty, zwłaszcza usuwania tlenków azotu. Dlatego sięgnięto do specjalistycznych technik spalania odpadów komunalnych, których układ z rusztem schodkowym, wstępną separacją spalin na filtrze tkaninowym, pośrednią iniekcją pylistego węgla aktywnego przed filtrem workowym i dalszym mokrym doczyszczaniem przez skrubery zatrzymujące chlorowódor i ditlenek siarki, kończy katalityczne usuwanie tlenków azotu. Blokowy schemat nowoczesnej instalacji rusztowej przedstawia rys. 1.

W nowszych instalacjach spaliny z kotła płyną przez wymiennik ciepła spaliny – powietrze, gdzie następuje podgrzanie powietrza do temperatury 300°C i ochłodzenie spalin do temperatury 150°C. Część gorącego powietrza, potrzebnego do podniesienia temperatury spalin oczyszczonych z 40°C do 100°C, przesyła się do komory mieszania. Pozostały strumień gorącego powietrza wdmuchiwany jest pod ruszt kotła. Do spalin ochłodzonych w wymienniku, dozuje się pył węgla aktywnego (rys. 2).

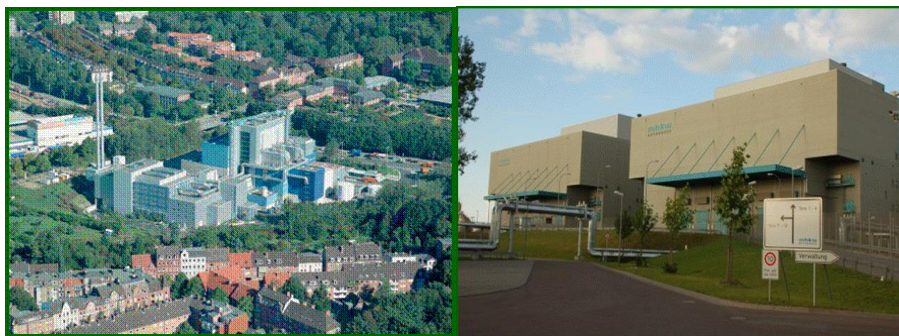


Rys. 2. Schemat technologiczny instalacji oczyszczania spalin w spalarni odpadów [1]

Fig. 2. Technology scheme of purification of exhausted gases from waste incineration

Zintegrowanie układu termicznego z neutralizacją gazów odlotowych jest głównym zadaniem nowoczesnych rozwiązań niskoemisyjnych. Oryginalną propozycję tej generacji przedstawia kolejna instalacja, której podstawowym elementem jest reaktor, gdzie gorąca, odpylona mieszanina spalin z powietrzem, spotyka się z mieszaniną wapna hydratyzowanego z wapnem palonym, a do gazów wylotowych wstrzykiwany jest, przed filtrem tkaninowym, węgiel aktywny, poprawiający usuwanie dioksyn, furanów i metali ciężkich. Przy mniejszych instalacjach, spalających do 3 Mg/a, można nie stosować odpylania za kotłem, przy większych stosowane są typowe odpylacze – elektrofiltry lub cyklony [1].

Z tab. 1 widać, że Niemcy przodują w Europie w liczbie spalarni i są na drugim miejscu pod względem masy spalanych rocznie odpadów. Biorąc pod uwagę silne więzi gospodarcze oraz sąsiedztwo naszych krajów, istotne wydaje się bliższe przyjrzenie się (rys. 3), zarówno stosowanym w tym kraju rozwiązaniom technicznym, jak też wnioskom z eksploatacji tych systemów.

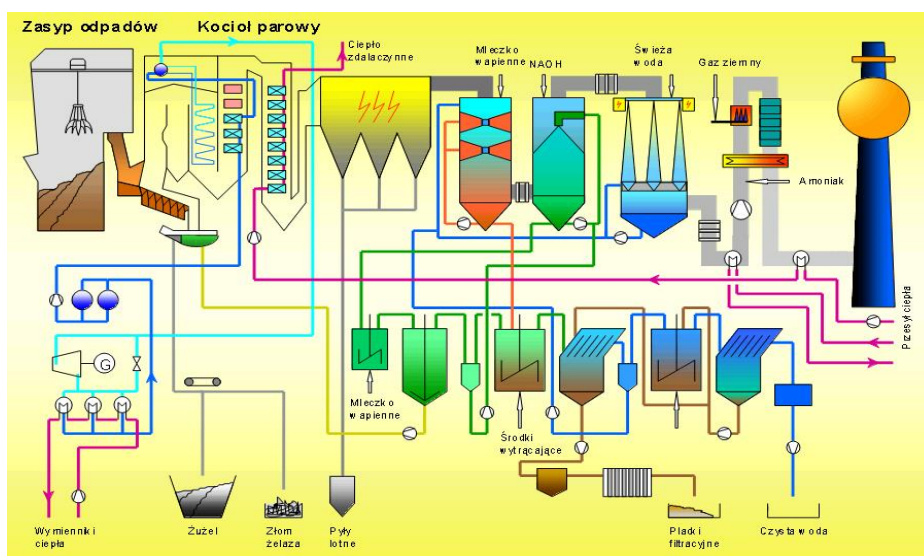


Rys. 3. Niemieckie spalarnie w Stassfurt (380 000Mg/a) i Magdeburgu (630 000 Mg/a) [6]

Fig. 3. German incineration plants in Stassfurt (380 000Mg/a) i Magdeburgu (630 000 Mg/a)

Z tej analizy wynika, że trój-kierunkowa ideologia – unikania wytwarzania odpadów, odzyskiwania zasobów i składowania pozostałości, jest pod wpływem rosnących wymagań unijnego prawodawstwa (*European Waste Framework Directive*) zastępowana przez strategię opierającą się na gruntownej wiedzy o możliwościach nowoczesnych systemów utylizacji odpadów zgodnych z ideologią *Oceny Cyklu Życia (LCA)* [2, 3].

Austria, śmiało buduje spalarnie w centrum lub na bliskich obrzeżach dużych miast czy wręcz stołecznego obszaru municypalnego (rys. 4). Udział spalarni odpadów (Spittelau, Flotzersteig, inne), przyjmujących również odpady niebezpieczne i osady ściekowe, w gospodarce cieplnej Wiednia, przekracza już $\frac{1}{4}$ zapotrzebowania na ten rodzaj energii.



Rys. 4. Schemat procesowy spalarni odpadów komunalnych w Spittelau, Austria [10]

Fig. 4. Process scheme of waste incineration plant in Spittelau, Austria

Obok wymienionych w tab. 1 Szwajcarii, Holandii, Austrii i Niemiec, które są wśród krajów europejskich o najwyższym procencie utylizacji śmieci przez spalanie, duże zaangażowanie w termicznym rozwiązywaniu problemu odpadów wykazała Dania (rys. 5). Przygotowując raport na kolejny szczyt klimatyczny (2011) przeprowadzono analizę emisyjności gazów cieplarnianych z poszczególnych sektorów gospodarki środowiskiem, wykazując istotny spadek emisji metanu, przy zastępowaniu składowania przez spalanie [4].



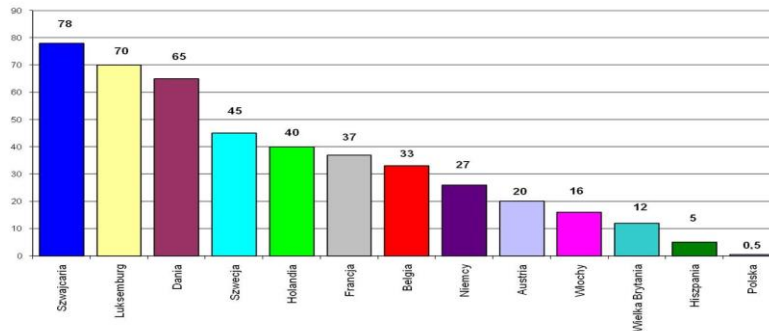
Rys. 5. Widok spalarni w Kopenhadze i w Roskilde [6]

Fig. 5. Views of incineration plants in Copenhagen and Roskilde

Francja, która podobnie jak w energetyce jądrowej, przoduje w liczbie (>140) spalarni, zagospodarowuje tą drogą niespełna 40% śmieci, natomiast Szwajcaria przy około 35 obiektach rozwiązuje problem odpadów komunalnych w ponad 80%.

Do podobnych wniosków środowiskowych i ekonomicznych, zwłaszcza w dalszym horyzoncie, doszli badacze, bardzo aktywnej, w unowocześnianiu technik utylizacji odpadów, Kanadzie, porównując emisyjną uciążliwość składowisk odpadów z technikami spalania. Analizę przeprowadzono kierując się paradygmatem *LCA* [5].

Polska ma do przebycia daleką drogę organizacyjną i technologiczną, aby dorównać co najmniej średniej europejskiej w gospodarce śmieciowej (rys. 6). Z przytoczonych danych wynika, że również kraje skandynawskie zrobiły znaczący postęp w termicznym zagospodarowaniu stałych odpadów komunalnych, a są pionierskie we wdrażaniu technologii najnowszej generacji, przynajmniej w Europie. Przykłady, największej i średniej, spalarni duńskich, na rys. 7. O szczególnym przypadku technologii z dużymi szansami na wdrożenie w Polsce będzie mowa w dalszej części artykułu.



Rys. 6. Udział metod termicznych w zagospodarowaniu stałych odp. komunalnych w UE

Fig. 6. Share of thermal methods in managing solid municipal waste in EU [6]



Rys. 7. Spalarnie konwencjonalne w Sztokholmie (750 000Mg/s) i Uppsali (355 000 Mg/a) [6]

Fig. 7. Conventional incineration plants in Stockholm (750 000Mg/s) & Uppsala (355 000 Mg/a)

Z krajów pozaeuropejskich, obok wspomnianej Kanady, jak zwykle o prymat w nowych technologiach walczą USA z Japonią.



Rys. 8. Spalarnie stałych odpadów komunalnych w Tokio i Osace [6]

Fig. 8. Solid waste incineration plants in Tokyo and Osaca

W tej szczególnej sferze Azjaci wydają się mieć przewagę zarówno technologiczną jak ilościową. Sama aglomeracja Tokio ma 7 spalarni, niespełna 3-milionowa Osaka 10 zakładów przetwarzających ponad 1 mln Mg odpadów rocznie. Śladem Japończyków, podążają, jak zawsze, południowi Koreańczycy, starając się im dorównać i prześcignąć [6].

Interesujące zestawienie danych dotyczących zmian generacyjnych technologii termicznego unieszkodliwiania odpadów komunalnych można znaleźć w literaturze prospektowej [7]. Biorąc poprawkę na autoreklamę, trzeba się zgodzić, że wdrażane przed dekadą lat 60. minionego stulecia techniki otwartego spalania są bardzo dobrze opanowane w sferze samego spalania, ale emisyjnie wciąż „brudne”. Wprowadzane po nich, ciągle nie w pełni zbadane, technologie pirolitycznego zgazowania, nie spełniają stale rosnących wymagań czystości emisji do atmosfery. Techniki spalania plazmowego rozwijane od lat 90. uważane są za emisyjnie „czyste”, ale ich nieporównywalnie wysoki koszt, nie dał szans na szersze wdrożenie.

3. Technologie II generacji bezemisyjnej utylizacji stałych odpadów komunalnych

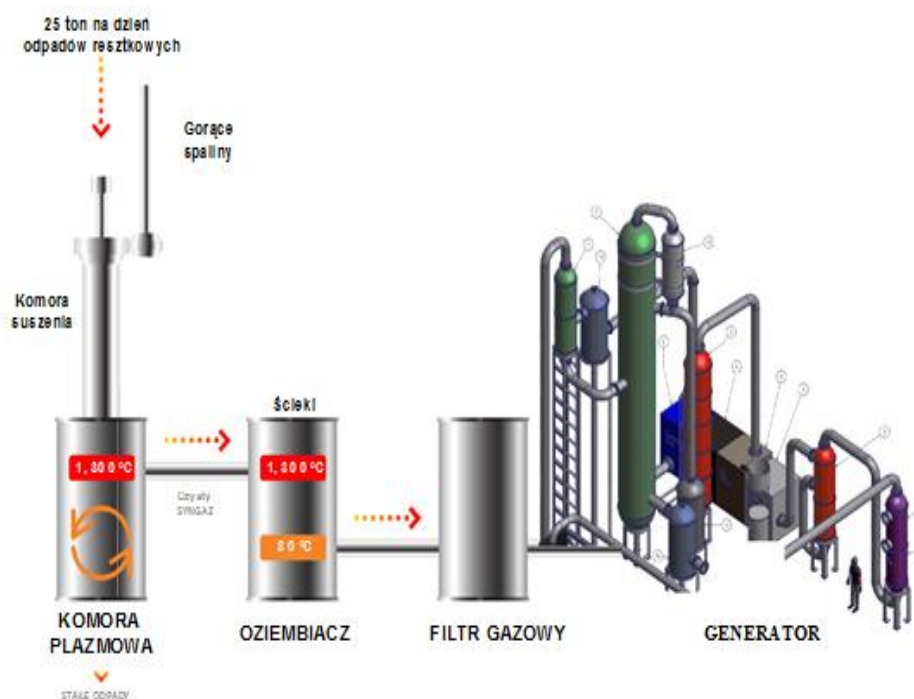
Wysokie wymagania emisyjne i wynikające z nich perspektywy implementacyjne, wydają się spełniać zamknięte systemy spalania w plazmie niskotemperaturowej, pojawiające się, w nielicznych ofertach komercyjnych, od końca pierwszej dekady naszego wieku, które są nie tylko „czyste”, ale też ekonomiczne, gdy weźmie się pod uwagę możliwość utylizacji bez głębokiej wstępnej

segregacji śmieci, współ-spalanie osadów ściekowych oraz pozyskiwanie energii cieplnej lub/i elektrycznej, a także czystej wody.

W polskim piśmiennictwie przedmiotu znajduje się sporo informacji o technikach pirolitycznych [8, 9] znacznie mniej o plazmowych, a główna uwaga koncentruje się na technikach spalania [11 - 14] i neutralizacji produktów spalania [1, 10], ze starszych generacji rozwiązań termicznej utylizacji odpadów komunalnych.

Starająca się wejść na polski rynek cytowana już [7] firma amerykańska, przygotowała do tego celu prezentację, z której rys. 9 przedstawia jeden ze schematów pozyskiwania energii ze śmieci, a animację wielomodułowego zakładu utylizacji odpadów działającego na zasadzie tej technologii pokazano na rys. 10.

Dzięki udostępnieniu, przez firmę *KTP Construction Ltd*, ogólnej informacji technologicznej jednej z najnowocześniejszych technologii utylizacji stałych odpadów komunalnych - *Metody Palzmowej II Generacji* – przy użyciu plazmy niskotemperaturowej, możemy przedstawić niektóre parametry procesu w tym reaktor – kluczowy element systemu – a także schemat układu technologicznego.



Rys. 9. Przetwarzanie stałych odpadów w i instalacji stosującej plazmę niskotemperaturową

Fig. 9. Low-temperature plasma in treating solid waste [7]



Rys. 10. Widok zakładu utylizacji śmieci niskotemperaturową plazmą (1000 Mg/d)

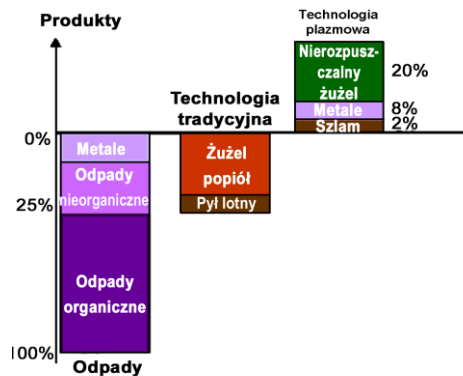
Fig. 10. View on low-temperature-plasma garbage utilization plant (1000 Mg/d) [7]

Spółka jest licencjobiorcą skandynawskiej technologii od szwedzkiej firmy *ScanArc Technologies AB* i podejmuje jej wdrożenie, w kilku lokalizacjach w naszym kraju. Na rys. 11 przedstawiono typowy skład odpadów komunalnych, które w technologii konwencjonalnej wymagają wstępnej segregacji, a spalanie, bez separacji frakcji mineralnej, prowadzi, poza produktami emisji atmosferycznej, do stałych depozytów nieorganicznych, o wtórnym oddziaływaniu na środowisko wodne i glebowe, produktów wymywanych, w tym metali ciężkich.

W technologii plazmowej pozostaje oczywiście ta sama masa substancji mineralnych, ale wydzielone i recykulowane są metale oraz powstaje zupełnie obojętny żużel (*vitryt*), nadający się do różnorodnego wykorzystania. Szlam zawierający metale alkaliczne, poddaje się również utylizacji.

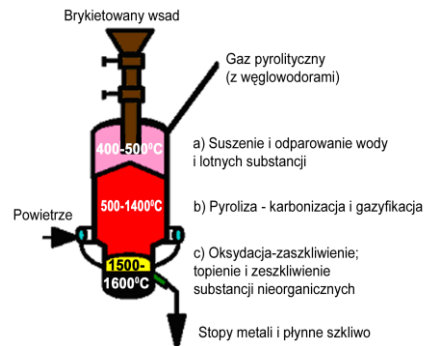
Produktami procesów termicznych zachodzących w gazyfikatorze (rys. 12) są gaz pirolityczny, płynne metale oraz szkliwo (*vitryt*). Gaz przesyłany jest do komory dekompozycji gazów, gdzie przy użyciu plazmy węglowodory oraz części składowe niektórych niebezpiecznych gazów, przeprowadzane są w stan elementarny, natomiast ciekłe metale i szkliwo spuszczone są do kokili i w zależności od dalszego sposobu zagospodarowania formowane są w kęsy bądź prefabrykaty (*vitryt*). Schemat układu na rys. 13 [15], pokazuje świetnie separację poszczególnych recykulowanych frakcji, wbudowaną w układ plazmowej destrukcji stałych odpadów komunalnych wraz z generowaniem wtórnych nośników energii – elektrycznej i cieplnej. Jest to dokumentacja tego, że ma się do

czynienia z zupełnie nową generacją technologii termicznej destrukcji odpadów organicznych, która jest ich użytecznym efektywnym przetworzeniem.



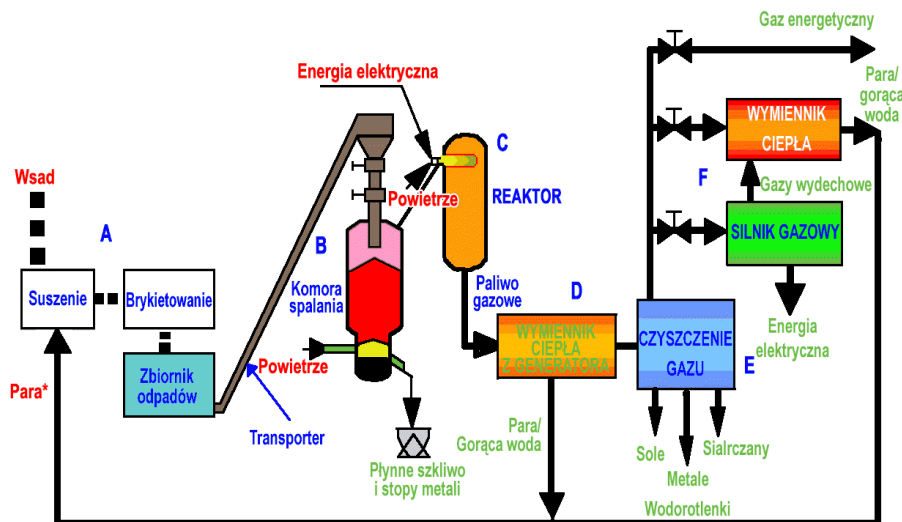
Rys. 11. Skład frakcyjny odpadów komunalnych i produkty spalania tradycyjnego i plazmowego [15]

Fig. 11. Composition of incoming municipal waste & traditional and plasma incineration products



Rys. 12. Reaktor – gazyfikator – w którym zachodzą procesy rozkładu odpadów [15]

Fig. 12. Reactor – gasifier – providing solids decomposition

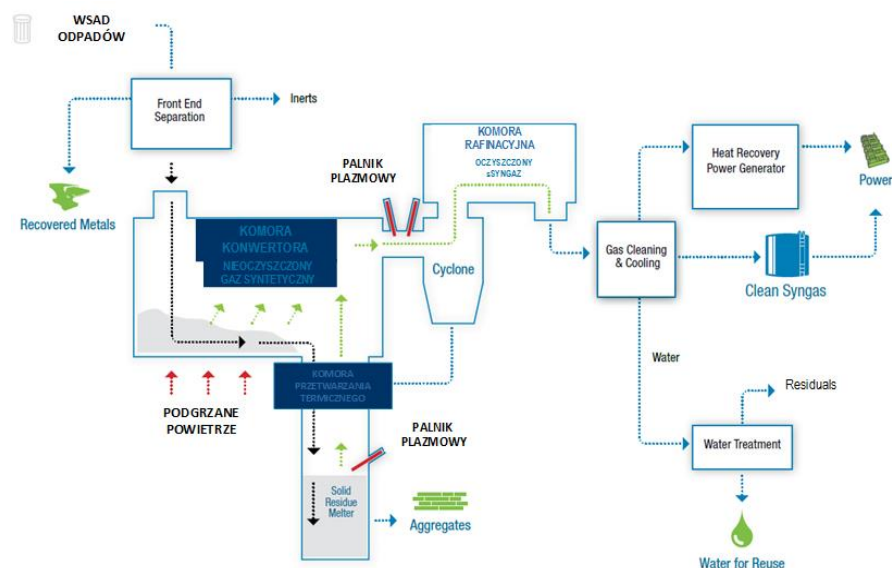


Rys. 13. Schemat instalacji utylizacji odpadów komunalnych niskotemperaturową plazmą

Fig. 13. Scheme of low-temperature-plasma plant converting municipal waste [15]

Schemat blokowy układu technologicznego przedstawia rys. 14. Dane porównawcze emisji przy utylizacji odpadów w technologii nisko-

temperaturowej plazmy, z normami UE i US EPA, przedstawione w tab. 2., nie pozostawiają wątpliwości, że ma się do czynienia z nową generacją metod unieszkodliwiania stałych odpadów komunalnych.



Rys. 14. Schemat blokowy technologii utylizacji śmieci niskotemperaturową plazmą

Fig. 14. Systeme of low-temperature-plasma garbage utilization plant [15]

Tabela 2. Porównanie emisji zakładu II generacji z normami EPA i UE [15]

Tab.2. Emission comparison from the 2nd generation plant with traditional one

Wyszczególnienie	Normy US EPA	Normy UE	Konwersja plazmowa (spaliny z silnika i pochodni)
Cząstki Stałe (mg/m ³)	14	9	0.73
Związki Organiczne (mg/m ³)	-	12	poniżej wykrywalności
Chlorowodór HCl (mg/m ³)	27	9	0.3
Dwutlenek Siarki SO ₂ (mg/m ³)	56	46	32.5
Tlenki Azotu NO _x (mg/m ³)	201	183	154
Rtęć Hg (μg/m ³)	35	46	0.17
Kadm Cd (μg/m ³)	7	46	0.042
Ołów Pb (μg/m ³)	98	-	0.20
Dioksyiny i Furany (ng TEQ/m ³)	9	0.092	poniżej wykrywalności

Podziękowania

W gromadzeniu materiałów źródłowych pomogli nam wydatnie Profesorowie Mieczysław Adam Gostomczyk, Krzysztof Gaska, Krzysztof Pikoń i Grzegorz Wielgosiński, którym gorąco dziękujemy.

Literatura

- [1] Gostomczyk M.A., *Gospodarka odpadami*, Wyd. PWSZ Kalisz, 2011.
- [2] Richers U., *Abfallferbernung in Deutschland – Entwicklungen und Kapazitaeten*, KIT Scientific Reports 7560, ISSN 1869-9669.
- [3] Ittershagen M., *Stellenvert der Abfallferbernung in Deutschland*, Umwelbundesamt, www.umwelbundesamt.de, 2008.
- [4] Denmark's National Inventory Reports 2011, National Environmental Research Institute Report no 827, 2011.
- [5] Assamoi B., Lawryshyn Y., *The environmental comaparison of landfilling vs. incineration of MSW accounting for waste diversion*, *Waste Management* 32, 2012, pp. 1019.
- [6] *Spalarnie w Europie i na Świecie*, Krakowski Holding Komunalny, prezentacja, 2009.
- [7] AdaptiveARC Inc. San Antonio, CA, USA, *Prezentacja komercyjna*, 2011.
- [8] Wielgosiński G., *Przegląd technologii termicznego przekształcania odpadów*, *Nowa Energia* 1, 2011, p. 55.
- [9] Wielgosiński G., *Wybór technologii termicznego przekształcania odpadów komunalnych*, *ibid* 4, 2011, 5.
- [10] Wielgosiński G., *Technologie oczyszczania spalin w spalarniach odpadów – i nie tylko*, *ibid*. 1, 2013, p.29.
- [11] Gaska K., Wandrasz J.W. *Zorientowane obiektowo metody modelowania procesu spalania odpadów stałych. Termiczne Unieszkodliwianie Odpadów, Restrukturyzacja procesów termicznych* (praca zbiorowa pod red. Janusza W. Wandrasza), PZiTS Poznań, s. 35-72, ISBN 978-83-60055-16-5, 2007.
- [12] Gaska K. *Optimisation of solid waste fuels formation processes*, *Polish Journal of Environmental Studies* Vol. 17 No. 1, 2008.
- [13] Pikoń K., *Environmental impact of waste management system - system location issues*, *World Environmental and Water Resources Congress, EWRI 2011*, Palm Springs, California, USA.
- [14] Pikoń K., *Environmental impact of waste management systems based on waste incineration plants*, *26th Annual International Conference on Incineration and Thermal Treatment Technologies, 2007*, Conference proceedings. College Park: University of Maryland, USA.
- [15] *KTP Construction Ltd*, Wrocław, *Prezentacja komercyjną*, 2013.

EMMISSION-FREE TECHNOLOGIES CONVERTING MUNICIPAL SOLID WASTES – THE SHORTEST WAY TO FULFILL THE EU REQUIREMENTS

Summary

A tremendous delay in introducing *European Waste Framework Directive* could on one hand evoke huge fines while on the other an action of a very rigorous and so far not very realistic domestic law. Both reasons document a need for search of new ways to solve macroeconomic, as well as ecologic and social problems of municipal solid waste and sewage sludge. Modern, already available, air-emission-free technology depositing very few inert solid residues and not requiring pre-selection of garbage seem to be not only the simplest, but also the cheapest and perhaps the only way to solve the problem. A review of conventional methods of open, on-grate, incineration of garbage presented largest European plants in Germany, Austria, Denmark, France and Sweden as well as some out of Europe in Japan and Canada was completed. The main ecological problem – air protection against emission of hazardous organic incineration products – and means of solving the problem was discussed. Pyrolytic methods of organic waste decomposition including 1st generation plasma technology were presented to compare with 2nd generation examples on North-American and Scandinavian cases. Schemes of technology design of process engaging low-temperature plasma including basic components of the system were presented – pointing out no emission to atmosphere as well as environmental cleanliness and secondary utility of solid residues: slag (*vitrit*) and color metals. The process was exemplified by presentation of *SanArc* plant preparing a few implementations in Poland. Emission of three discussed groups of methods of destroying of solid wastes was compared documenting an evident advantage of proposed in this article which fulfils EU and US EPA standards with a great advantage. The these included in the title as well as in the beginning of this abstract was fully confirmed.

Keywords: garbage, utilization, emissionfree technologies, plasma, UE-Standar

DOI: 10.7862/rb.2013.49

*Przesłano do redakcji w lipcu 2013 r.
Przyjęto do druku we wrześniu 2013 r.*