



Odwieczny problem. Co robić ze śmieciami? Wywozić na wysypisko? Spalać? Przerabiać celem odzyskania cennych materiałów?



Przykładowy wariant instalacji plazmowej do utylizacji odpadów firmy Startech.

1. podajnik śrubowy, 2. działo plazmowe, 3. gaz syntezowy, 4. poszatkowane śmieci, 5. plazma, 6. płynne szkliwo, 7. komora zgazowania plazmowego, 8. system wytwarzania wodoru „Starcell”, 9. autobus na paliwo wodorowe

wy zakład plazmowego unieszkodliwiania odpadów komunalnych, powstających w tym mieście, a zbieranych i wstępnie sortowanych w różnokolorowych boksach. Zakład ten, rozmieszczony na powierzchni nieco ponad 2,5 ha, przerabia 85 ton odpadów dziennie, dostarczając do sieci energetycznej 4 MW – co wystarczy do pokrycia zapotrzebowania 3600 gospodarstw domowych. Rada miejska Ottawy zaakceptowała ostatnio plan budowy dużej ekologicznej elektrowni przetwarzającej 400 ton odpadów dziennie (150 000 ton rocznie). Obiekt ten ma być uruchomiony za dwa lata. Podobne zakłady eksperymentalne działają już od paru lat w Hiszpanii i Japonii.

Plazmę wykorzystywano już od dawna do przetwarzania wszelkiego rodzaju odpadów niebezpiecznych, w rodzaju odpadków

Plazma kontra śmieci

Jerzy Chmielewski

Takimi problemami inżynierowie wraz ze specjalistami od ochrony środowiska zajmują się we wszystkich wysoko rozwiniętych krajach. W numerze 6 „Młodego Technika” z roku 1994 ukazał się artykuł zatytułowany: „Śmiecie w ogniu... namiętności”, w którym omawiano problemy związane z budową w Polsce nowoczesnych spalarni śmieci. Plany budowy takich obiektów często wywoływały negatywną reakcję okolicznych mieszkańców w rodzaju: „tylko nie za moim płotem”. Obawiano się w szczególności, że spalaniu odpadów – choćby nawet w celu wytwarzania energii elektrycznej – towarzyszyć będzie emisja brzydko pachnących i groźnych dla zdrowia gazów. Takie obawy często bywają uzasadnione, ponieważ w emitowanych do atmosfery spalinach niektórych rodzajów tworzyw sztucznych występują niezwykle niebezpieczne związki w rodzaju rakotwórczych dioksyn. A skuteczne ich usuwanie jest bardzo kosztowne. Ponadto proste spalanie śmieci pociąga za sobą

nieodwracalną utratę cennych metali, w rodzaju ołowiu, srebra, miedzi itp.

Problem utylizacji i unieszkodliwiania śmieci i odpadów jest wciąż aktualny i ważny z punktu widzenia gospodarki narodowej. Dlatego pod koniec 2002 roku Rada Ministrów przyjęła kompleksowy „Krajowy Plan Gospodarki Odpadami”. Plan ten nie przewidywał jednak plazmowej metody utylizacji odpadów, która w ostatnim czasie zyskuje na świecie coraz większą popularność. Ciekawym przykładem może być Ottawa w Kanadzie, gdzie w połowie 2007 roku firma Plasco uruchomiła pilotażo-

medycznych, gazów bojowych, materiałów wybuchowych, najróżnorodniejszych substancji toksycznych lub stwarzających zagrożenie biologiczne, a także odpadów przemysłowych i radioaktywnych. Zeszkliwione odpady radioaktywne są umieszczane w szczelnych beczkach stalowych i w takiej postaci mogą być składowane w bezpieczny sposób, niezagrożający otoczeniu i ludności. Plazmowo przetwarza się też azbestowe odpady, powstające przy likwidacji starych obiektów budowlanych. Powstające w takim procesie zeszkliwione kostki mogą być wykorzystywane w drogownictwie.

Czym są śmieci komunalne? Wprawdzie brakuje tu jednolitych określeń, ale zwyczajowo uważa się, że są to wszelkiego rodzaju odpadki powstające w gospodarstwach domowych, takie jak resztki żywności, papier i karton opakowaniowy, torby plastikowe i tkaniny, naczynia szklane, metalowe odpadki (np. puszki i folie aluminiowe) – jednym słowem najróżniejsze substancje pochodzenia organicznego i nieorganicznego. Według danych statystycznych ONZ z roku 1990 śmieci komunalne w Polsce składały się w 10% z papieru, w 38% z odpadków organicznych, 10% stanowiły plastiki, 12% szkło, 8% metale, a resztę stanowiły tekstylia i substancje nieorganiczne. Oddzielna kategoria śmieci występujących w coraz większych ilościach to zużyte opony i pojazdy wycofane z eksploatacji, a także złom elektroniczny – stare komputery, telefony komórkowe etc. Takie odpadki zawierają pokaźne ilości złota, srebra, palladu i innych metali ziem rzadkich.

Plazmę wykorzystywano już od dawna do przetwarzania wszelkiego rodzaju odpadów niebezpiecznych, w rodzaju odpadków medycznych, gazów bojowych czy materiałów wybuchowych.

Na potrzeby tej technologii opracowano specjalne „działa plazmowe”, wytwarzające gaz o bardzo wysokiej temperaturze.

Plazmę zwykle się określać jako czwarty stan materii – po stanie stałym, ciekłym i gazowym. Pod wpływem łuku elektrycznego powstaje silnie zjonizowany gaz, który doskonale przewodzi prąd elektryczny i reaguje na zewnętrzne pole magnetyczne. Występujący w naturze piorun jest przejawem plazmy. Zjawisko łuku elektrycznego (odkryte w 1808 roku przez petersburskiego fizyka V.V. Petrowa), bardzo szybko znalazło zastosowanie w wielu dziedzinach techniki. Elektryczne piece łukowe, służące do wytopu wysokogatunkowych stali, stały się jednym z podstawowych urządzeń przemysłu metalurgicznego. W połowie XX wieku zainteresowanie plazmą znacznie wzrosło, a było to związane z badaniami procesów występujących podczas przechodzenia statków kosmicznych Apollo przez gęste warstwy atmosfery, a także z pracami nad syntezą termojądrową. Doświadczenie nabyte przy opanowywaniu budowy pieców łukowych okazało się tu nieocenione. Pomysł wykorzystania plazmowej technologii przetwarzania śmieci w celach energetycznych pojawił się w sytuacji ogólnoswiatowego kryzysu paliwowego. Czynnikiem sprzyjającym rozwojowi tej technologii była także upowszechniająca się świadomość nieuchronnego wyczerpywania się naturalnych paliw energetycznych, ropy, gazu ziemnego czy węgla, zmuszająca uczonych i inżynierów do poszukiwania alternatywnych i ekologicznie bezpiecznych sposobów wytwarzania energii elektrycznej niezbędnej z punktu widzenia egzystencji ludzkości.

W odróżnieniu od zwykłego spalania metoda plazmowa pozwala odzyskiwać metale, odpady mineralne przetwarzać na materiały budowlane, a – co najważniejsze – ze składników organicznych uzyskiwać gaz syntezowy, który może być następnie wykorzystany do wytwarzania energii elektrycznej. Bardzo ważne jest to, że proces ten nie powoduje powstawania ogromnych ilości popiołu i nie zanieczyszcza otaczającego nas środowiska. Warto sobie tutaj uświadomić fakt, że w konwencjo-

nalnej elektrowni przy spalaniu jednej tony węgla powstaje około 200 kg (czasem nawet więcej) popiołu, a ze spalinami do atmosfery dostają się także naturalne pierwiastki promieniotwórcze zawarte w węglu kamiennym! W praktyce oznacza to, że co piąty pociąg, dowożący węgiel do elektrowni, musi ten popiół wywozić na jakieś składowisko.

Plazma ma temperaturę od 4000 do ponad 10 000 stopni C, a gęstość energii w niej skupionej dochodzi do 100 MW/m³. W tak wysokiej temperaturze i przy tak dużej gęstości energii wszelkiego rodzaju substancje, będące złożonymi związkami chemicznymi, ulegają pirolizie, (czyli rozkładowi termicznemu) na wolne atomy pierwiastków, a metale wyparowują. Dzięki temu z substancji organicznych, składających się w szczególności z węgla, wodoru i tlenu, można uzyskać gaz syntezowy (tzw. syn-gaz), będący mieszaniną głównie wodoru i tlenku węgla (H₂ i CO). Powstaje on dzięki reakcji: $C + H_2O \rightarrow H_2 + CO$. Skroplone pary metali też można odzyskać (np. platynę, srebro etc.).

Podstawowym zespołem instalacji do plazmowego przetwarzania odpadów jest zbiornik zgazowywania, wyłożony materiałem ogniotrwałym, w którego wnętrzu wytwarzana jest wysokotemperaturowa plazma. Do wytwarzania plazmy służą elektrody węglowe, pomiędzy którymi powstaje łuk elektryczny, albo specjalne „działa plazmowe”. Do tego zbiornika przez służę ładowane są wstępnie posortowane i odpowiednio rozdzielone odpady. W dolnej części zbiornika gromadzi się płynna szlaka, okresowo spuszczana do specjalnych pojemników, w których zastyga w postaci zeszkliwionych brył. Produkty gazowe (w tym pary metali) przechodzą natomiast do rozbudowanej instalacji oczyszczającej. Powstający w całym procesie syn-gaz może być wykorzystywany następnie do zasilania turbiny gazowej, napędzającej generator prądu elektrycznego. Co więcej, syn-gaz opuszczający zbiornik plazmowy ma temperaturę powyżej 1000 stopni C i jego energia cieplna może być wykorzystana do wytwarzania pary, napędzającej turbogenerator parowy albo zasilającej sieć ciepłowniczą.

Prąd elektryczny generowany w całym tym procesie dostarczany jest wprost do pobliskich odbiorców albo do ogólnej sieci energetycznej. Pewna część tej energii (około 20%) powraca do systemu, aby pokryć potrzeby własne obiektu, czyli wytwarzać plazmę i zasilac wszystkie układy pomocnicze.

System sterowania na bieżąco musi dostosowywać warunki pracy instalacji odpowiednio do składu przetwarzanych odpadów, regulując np. podawanie tlenu, azotu, węgla albo wody do wnętrza zbiornika plazmowego – zależnie od potrzeb procesu technologicznego.

Na uproszczonym schemacie pokazano podstawowe zespoły całej instalacji, surowce i powstające produkty.

Według danych dostępnych w Internecie jedna tona śmieci o przeciętnej wartości opałowej 16500 MJ/t pozwala wyprodukować 1,4 MWh energii elektrycznej (tyle mniej więcej zużywa przeciętne gospodarstwo domowe w ciągu 55 dni) oraz dostarcza 300 l wody, 5–10 kg soli, 5 kg nawozów sztucznych i 150 kg materiałów budowlanych. Chyba warto śmieci wykorzystać w taki sposób, a nie godzić się z tym, że bezproduktywnie będą zalegały na wysypiskach zajmujących coraz więcej miejsca.

W chwili obecnej wiele firm rozwija i doskonali techniki plazmowego przerobu śmieci komunalnych i odpadów wszelkiego rodzaju, w tym także niebezpiecznych. Jest to zadanie bardzo trudne z punktu widzenia logistycznego, technicznego, konstruktorskiego i inżynierskiego. Jednym z liderów w tej dziedzinie, mającym największe doświadczenie (zdobyte dzięki współpracy z NASA), jest amerykańska firma Westinghouse Plasma Corporation, która opracowała technologię budowy palników plazmowych o mocy od 75 kW do 10 MW (!). Sprawność termiczna takich palników dochodzi do 90%. Wiele innych firm korzysta z jej osiągnięć i doświadczenia.

Duże znaczenie ma również to, że instalacje do plazmowego przetwarzania odpadów są bardzo zwarte i mogą być realizowane w postaci oddzielnych funkcjonalnych modułów. Ponadto obiekty takie zajmują parokrotnie mniejszą



powierzchnię, aniżeli konwencjonalne zakłady energetyczne. Możliwe są nawet mniejsze, mobilne instalacje. Zasady ekonomiczne funkcjonowania takich obiektów są też inne, ponieważ firmy dostarczające śmieci czasem płacą pewne kwoty za ich zrzucanie, podczas gdy „plazmowa elektrownia” dostarcza „zielonej” energii elektrycznej po korzystniejszych taryfach.

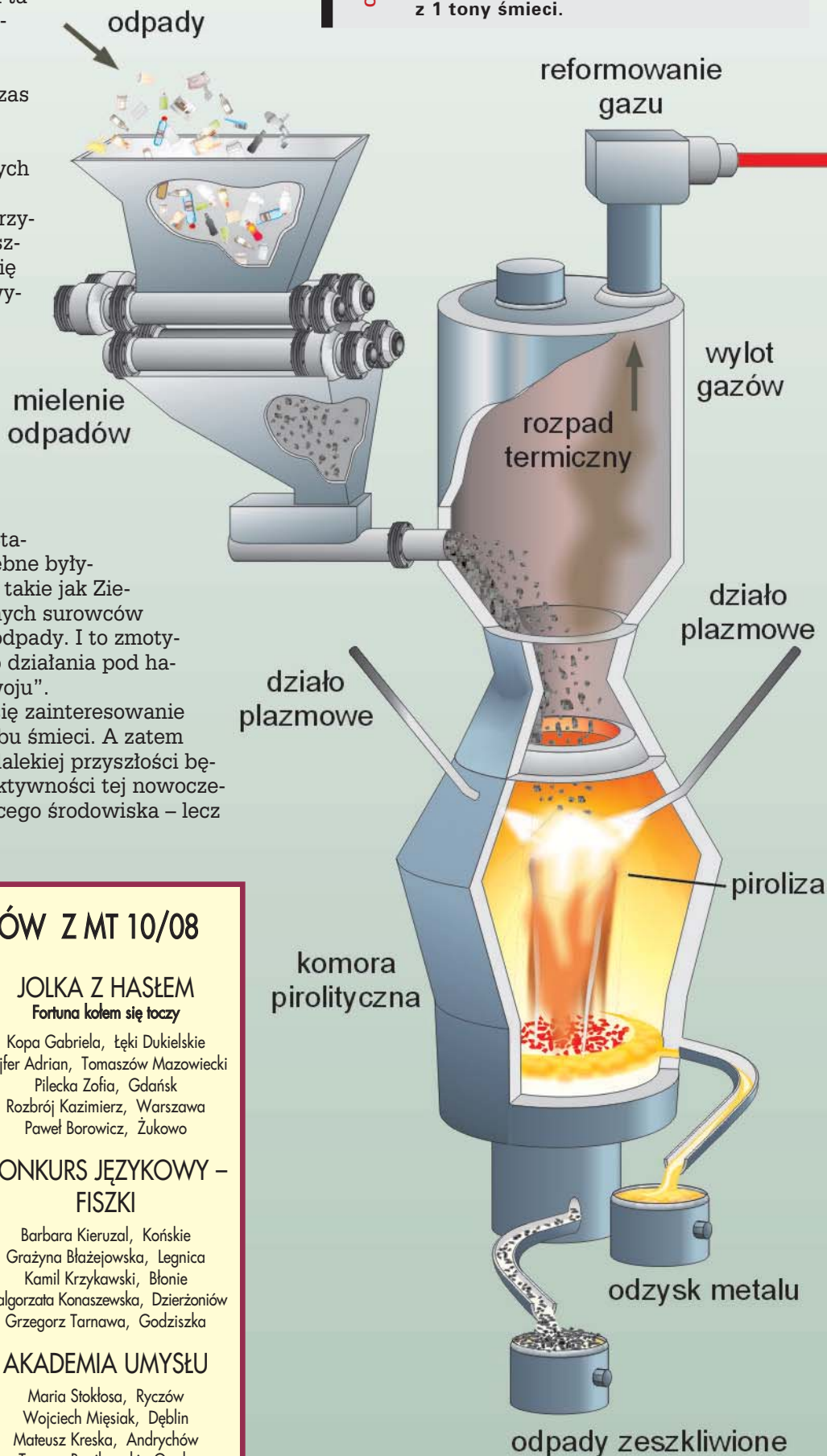
To, że pomysłem wykorzystania plazmy w celach unieszkodliwiania odpadów zajęli się na serio Amerykanie, może wynikać z następującego faktu. Mieszkańcy USA stanowią zaledwie 5% ludności całego świata, zużywając ponad 25% zasobów naszej planety. Uczni, którzy to sobie uświadomili, doszli do prostego wniosku: gdyby cała reszta świata chciała poziomem konsumpcji dorównać Stanom Zjednoczonym, to potrzebne byłyby cztery dodatkowe planety takie jak Ziemia, aby dostarczyć potrzebnych surowców i zaabsorbować powstające odpady. I to zmotywowało ich do praktycznego działania pod hasłem „zrównoważonego rozwoju”.

W Polsce też pojawia się zainteresowanie techniką plazmowego przerobu śmieci. A zatem prawdopodobnie i my w niedalekiej przyszłości będziemy mogli korzystać z efektywności tej nowoczesnej i przyjaznej dla otaczającego środowiska – lecz nieprostej – techniki. ●

MINI QUIZ MT
CZYTAM, WIĘC WIEM

Gospodarstwo domowe w ciągu 55 dni zużywa:

- 1,4 kWh energii elektrycznej,
 - 1,4 MWh energii elektrycznej,
 - 14 MWh energii elektrycznej,
- które można wyprodukować z 1 tony śmieci.



LAUREACI KONKURSÓW Z MT 10/08

MINIQUIZ „CZYTAM, WIĘC WIEM”

str. 19: c; str. 25: a

Piecuch Krzysztof, Jasionka
Mosor Jarosław, Szczecin
Matuszak Piotr, Kalisz
Pietrzyk Marek, Piotrków Trybunalski
Biedrzycki Marek, Ruda Śląska

KONKURS JĘZYKOWY EDGARDA

Tomasz Łuczak, Goszczanów
Katarzyna Karolak, Blizanów
Katarzyna Koper, Opole
Marek Mazurek, Ruda Śląska
Maciej Skrzetuszewski, Gniezno

POMYSŁY

Pomysł miesiąca nr 1 z 10/2008

40% głosów na pomysł nr 1
24% głosów na pomysł nr 2
15% głosów na pomysł nr 3

JOLKA Z HASŁEM Fortuna kołem się toczy

Kopa Gabriela, Łęki Dużickie
Fajfer Adrian, Tomaszów Mazowiecki
Pilecka Zofia, Gdańsk
Rozbrój Kazimierz, Warszawa
Paweł Borowicz, Żukowo

KONKURS JĘZYKOWY – FISZKI

Barbara Kieruzal, Końskie
Grażyna Błażejowska, Legnica
Kamil Krzykawski, Błonie
Małgorzata Konaszewska, Dzierżoniów
Grzegorz Tarnawa, Godziszka

AKADEMIA UMYŚŁU

Maria Stokłosa, Ryczów
Wojciech Mięsiak, Dęblin
Mateusz Kreska, Andrychów
Tomasz Bonikowski, Opole
Sebastian Stojak, Krosno

