

Część pierwsza
PRACE TEORETYCZNE I METODOLOGICZNE

Renata Przywarska

Odpady komunalne źródłem energii odnawialnej

Przedstawiono uwarunkowania prawne dotyczące kwalifikowania części energii uzyskanej z termicznego przekształcania odpadów komunalnych jako energii z odnawialnego źródła. Problem energetycznego wykorzystania biomasy z odpadów komunalnych jest szczególnie istotny w aspekcie zobowiązań Polski wynikających z Traktatu Akcesyjnego, a także Ustawy o odpadach dotyczących dokonania redukcji składowanych odpadów ulegających biodegradacji. Polska jest zobowiązana wykazać się przekształceniem biologicznym bądź termicznym odpadów ulegających biodegradacji w ilościach: 2,5 mln Mg w 2010 roku, 3,5 mln Mg w 2013 roku i około 4 mln Mg w 2020 roku.

Zaprezentowano technologie termicznego przekształcania biomasy z odpadów komunalnych, w tym jej współspalanie z paliwami konwencjonalnymi. Porównano aspekty ekologiczne konwencjonalnego spalania odpadów z najbardziej zaawansowanymi technologiami alternatywnymi Schwell–Brenn–Verfahren i Thermostelect.

Mohamed Alwaeli

Ocena efektywności recyklingu odpadów komunalnych

Recykling, obok redukcji u źródła, stanowi jedną z technik przeciwdziałania powstawaniu odpadów, prowadzącą do ograniczenia strumienia odpadów skierowanych na składowiska oraz ich uciążliwości dla środowiska. Jest wiele przesłanek, które powinny skłonić nas do tego, aby recykulacja surowców wtórnych z odpadów była bardziej zintensyfikowana. I to nie tylko w zakresie wykorzystania produktów odpadowych zawartych w odpadach przemysłowych, ale również w zakresie odzysku składników odpadów komunalnych. Taką przesłanką może być cena ropy naftowej, która w ostatnich czasach często przekracza barierę psychologiczną i sięga aż 100 \$ za baryłkę.

Ocena efektywności recyklingu, według autora, jest jednym z istotniejszych i zarazem trudniejszych zagadnień gospodarki odpadami komunalnymi. Stanowi ona podstawę podejmowania decyzji o realizacji określonych przedsięwzięć związanych z recyklingiem odpadów komunalnych. W artykule przedstawiono także przykład metody minimalizacji kosztów związanych z realizacją inwestycji przy ustalonych kosztach produkcji, biorąc pod uwagę, iż koszty te uzależnione są od wielu czynników, takich jak: koszty inwestycyjne, jednostkowy koszt ekologiczny recyklingu odpadu [zł/Mg], jednostkowe koszty przetworzenia 1 Mg odpadu jako surowiec wtórny [zł/Mg], ilości pracy przeznaczony na produkcję w ustalonych jednostkach, koszty stałe.

Krzysztof Pikoń

Emisja gazów cieplarnianych oraz sekwestracja węgla w gospodarce odpadami

Jako sposób walki z globalnym ociepleniem zwykle zwraca się uwagę na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych. Zdecydowanie rzadziej jako rozwiązanie wskazywane są metody trwałego związania związków węgla (takich jak CO₂) w taki sposób, by zostały one w długim horyzoncie czasowym wyeliminowane z naturalnego obiegu węgla. Gospodarka odpadami – ze względu na swój powszechny charakter – może tworzyć duże możliwości generowania wpływu pozytywnego i negatywnego na emisję gazów cieplarnianych. W artykule wskazano źródła powstawania gazów cieplarnianych w systemach gospodarki odpadami oraz możliwości związanych z sekwestracją węgla.

Anna Błaszak-Gawlik

Wykorzystanie pomp ciepła jako alternatywnego źródła energii

Jednym z warunków rozwoju współczesnego świata jest ciągle dążenie do zmniejszania zużycia energii w różnych procesach. Dotyczy to również procesów służących do utrzymania komfortu klimatycznego i użytkowania w budynkach (ogrzewanie, wentylacja, klimatyzacja, ciepła woda itp.).

Jednym z urządzeń, które oferuje możliwość energooszczędnego i przyjaznego dla środowiska ogrzewania przez wykorzystanie ciepła pochodzącego ze środowiska naturalnego jest pompa ciepła. Nowoczesne elektryczne pompy ciepła oferują wiele efektywnych rozwiązań technicznych mających na celu zaoszczędzenie energii oraz redukcję emisji CO₂. Około trzy czwarte energii koniecznej do ogrzewania pompa ciepła czerpie ze środowiska naturalnego, dla pozostałej jednej czwartej wymaga prądu elektrycznego jako energii napędu. Pompa ciepła stwarza więc podstawy efektywnego wykorzystania energii odnawialnej, jaką jest ciepło ze środowiska, np. do ogrzewania i podgrzania wody użytkowej.

Wojciech Kozik, Izabela Burda, Violetta Kozik, Krystyna Jarzembek

Energia wiatrowa

Ciągły wzrost zapotrzebowania na energię, kurczenie się zasobów kopalnych, względy ekologiczne i ekonomiczne stawiają przed ludźmi nowe zadania i wyzwania w dziedzinie energetyki. Istnieją już technologie umożliwiające produkcję energii w sposób ekologiczny i ekonomiczny, wykorzystujące odnawialne źródła energii. Wśród nich duże zainteresowanie wzbudza możliwość pozyskania energii z wykorzystaniem siły wiatru. Duży potencjał płynący z tego źródła może być wykorzystany w celu pokrycia rosnącego zapotrzebowania na energię elektryczną. Energia wiatrowa jest jednym z najbardziej opłacalnych ekologicznych źródeł energii. Na dzień dzisiejszy zasoby energii wiatrowej znacznie przewyższają zapotrzebowanie energetyczne całego świata. Lawinowy rozwój tej technologii pozwolił na rozwój elektrowni nie tylko nad wybrzeżami morskimi, ale również w głębi lądu.

Dorota Burchart-Korol

*Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych w sektorze metalurgicznym –
aspekty prawne*

W pracy zaprezentowano obowiązki i działania w sektorze metalurgicznym w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych. Od 1 stycznia 2005 roku w Unii Europejskiej został wprowadzony Europejski System Handlu Emisjami Gazów Cieplarnianych (Emission Trading Scheme – ETS). Ramy prawne systemu tworzy dyrektywa 2003/87/WE, która została zaimplementowana do prawa krajowego poprzez uchwalenie Ustawy o handlu uprawnieniami do emisji do powietrza gazów cieplarnianych i innych substancji. System handlu uprawnieniami do emisji służy państwom członkowskim w wypełnieniu zobowiązań wynikających z Protokołu z Kioto. Jest to pierwszy na świecie międzynarodowy system handlu emisjami dwutlenku węgla. System handlu emisjami na terenie Unii Europejskiej obejmuje około 12.000 zakładów z pięciu podstawowych branż: energetyki, metalurgii, produkcji szkła, cementu i papieru. Przedsiębiorstwom uczestniczącym w systemie na podstawie Krajowych Planów Rozdziału Uprawnień do Emisji przydzielane są uprawnienia emisyjne.

Przemysł metalurgiczny, jako sektor związany z wysokim zużyciem energii, jest bezpośrednio powiązany z polityką wspólnotową w dziedzinie energii i zmian klimatycznych. Rada Europejska podkreśliła ogromne znaczenie europejskich energochłonnych sektorów przemysłu. W tym kontekście przyjęty przez Komisję Europejską w dniu 23 stycznia 2008 roku pakiet związany ze zmianami klimatu oraz odnawialnymi źródłami energii uznaje szczególną sytuację energochłonnych sektorów przemysłu, do których należy sektor metalurgiczny.

Część druga

PRACE EMPIRYCZNE

Grzegorz Łabojko, Sławomir Stelmach, Józef Popowicz, Krzysztof Słowik

Koncepcja wytwarzania wodoru z gazu koksowniczego

Gaz koksowniczy jest potencjalnym bogatym źródłem wodoru. Jednak aby je wykorzystać konieczne jest jego wstępne oczyszczenie (przygotowanie). Jednym ze sposobów oczyszczania gazu koksowniczego jest jego jednostopniowa konwersja poprzez półspalanie i reforming parowy. Z termodynamicznego i procesowego punktu widzenia uzasadnione jest zastosowanie do prowadzenia tego typu procesów reaktorów membranowych.

W artykule przedstawiono wyniki termodynamicznego modelowania procesu konwersji mieszaniny gazów o składzie zbliżonym do gazu koksowniczego. Przedstawiono wstępne wyniki badań konwersji mieszanki symulującej gaz koksowniczy oraz półspalania metanu i benzenu, przeprowadzonych w nowej instalacji do konwersji węglowodorów w reaktorze z inertną membraną ceramiczną. Zoptymalizowanie procesu konwersji węglowodorów zawartych w gazie koksowniczym pozwoli na jego właściwe przygotowanie do dalszego etapu separacji wodoru z wykorzystaniem technik membranowych lub PSA.

Izabella Franiel, Anna Błocka

Produkcja energii odnawialnej oraz źródła jej wykorzystania w Polsce w latach 2002-2006

Konieczność realizacji zobowiązań międzynarodowych wynikających z Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu oraz Protokołu z Kioto, w którym kraje zobowiązują się do ograniczenia emisji CO₂ do atmosfery w latach 2008-2012 średnio o 5%, stwarza dużą szansę dla rozwoju odnawialnych źródeł energii (OZE). Szacuje się, że około 75% obecnie istniejących zanieczyszczeń powietrza jest związanych głównie z wydobywaniem i spalaniem surowców energetycznych, szczególnie węgla. Wykorzystywanie OZE może w znacznym stopniu te zanieczyszczenia ograniczyć.

Celem strategicznym Polski jest zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych w bilansie paliwowo-energetycznym do 7,5% w roku 2010 i do 14% do 2020 roku w strukturze zużycia nośników pierwotnych (Strategia Rozwoju Energetyki Odnawialnej). Aby spełnić to założenie w przeciągu kilku następnych lat należałoby zrealizować olbrzymie inwestycje proekologiczne, co utrudnione jest ze względu na ogrom kosztów.

Zasoby energii odnawialnej w Polsce mają charakter lokalny, a możliwość ich wykorzystywania określają lokalne uwarunkowania środowiskowe, gdyż nie wszystkie źródła występują lub są osiągalne i jednakowo opłacalne w każdym miejscu w kraju. Ustawa z dnia 10 kwietnia 2007 roku Prawo energetyczne, nakazuje, by w procesie planowania zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla obszaru gminy, samorzady uwzględniły możliwości wykorzystania lokalnych zasobów energii odnawialnej.

W pracy na podstawie informacji statystycznych Głównego Urzędu Statystycznego (2002-2006) określono jak przedstawia się produkcja energii odnawialnej w wybranych latach, jak również analizowano produkcję energii odnawialnej według źródeł ich wytwarzania w poszczególnych województwach. Kolejnym celem pracy było przedstawienie bilansu przemian energii w elektrowniach wiatrowych oraz opartych na paliwach odnawialnych i odpadowych.

Włodzimierz Kotowski

Synteza paliw silnikowych z biogazu

Zaprezentowano schemat procesowy przemiany określonych odpadów komunalnych oraz przemysłu rolno-spożywczego do biogazu, składającego się z około 60% CH₄ oraz 40% CO₂. Tę mieszaninę można w całości wraz z parą wodną przemienić na niklowym katalizatorze do tlenku węgla i wodoru. Uzyskany tą drogą gaz syntezowy przetwarza się na katalizatorze miedziowo-cynkowo-manganowym w metanol w reaktorze suspensyjnym. Schemat aparaturowy tej instalacji zaprezentowano w artykule.

Metanol można w dwustopniowym procesie na zeolitach typu ZSM-5 przemienić w wysokooktanową benzynę. Można go ponadto wariantowo przekształcić eter dimetylowy, który po oligomeryzacji staje się paliwem dla silników Diesla. Poza tym metanol w ramach restryfikacji przetwarza oleje roślinne w wysokiej jakości biodiesel.

Ryszard Wasielewski, Sławomir Stelmach, Zbigniew Robak

Badania pirolizy odpadów ze strzępienia samochodów wycofanych z eksploatacji

Recykling wycofanych z eksploatacji samochodów stał się w ostatnich latach jednym z podstawowych problemów ekologicznych na świecie. Problem ilości zużytych samochodów znalazł swoje odzwierciedlenie w prawodawstwie europejskim i jego implementacji do prawodawstwa krajowego. Najważniejsze znaczenie posiadają w tym zakresie: Dyrektywa 2000/53/EC z dnia 18 września 2000 roku w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji oraz Ustawa z dnia 20 stycznia 2005 roku, dotycząca recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji, a także Ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 roku wraz z późniejszymi zmianami. Wymuszają one konieczność spełniania odpowiednich wymagań technicznych przez instalacje przerabiające wraki samochodowe i osiągnięcie wysokich współczynników poziomu odzysku tych odpadów.

W wyniku procesów recyklingu realizowanych w instalacjach przerabiających pojazdy wycofane z eksploatacji, wydzielanych jest szereg strumieni rodzajowych odpadów, które znajdują zagospodarowanie w różnych gałęziach przemysłu. Należą do nich m.in.: złom metali żelaznych i kolorowych, opony, szkło i tworzywa sztuczne. Usuwane są również akumulatory oraz składniki płynne takie jak oleje, czy płyny hamulcowe i chłodnicze. Po takim demontażu następuje strzępienie pozostałości (głównie nadwozia) i wydzielanie z niej metodami elektromagnetycznymi frakcji metali żelaznych i nieżelaznych. Po oddzieleniu części metalowych ich recykling nie stanowi kłopotu. Natomiast jednym z najważniejszych problemów jest zagospodarowanie lekkiej frakcji odbieranej z układów odpylania po strzępiarce, nazywanej ASR (ang. *Automobile Shredder Residue*). ASR jest mieszaniną wielomateriałową: tworzyw sztucznych, tkanin, gumy i lakierów, inertów w postaci szkła czy piasku. Z użytkowego punktu widzenia korzystnym wariantem przetwarzania tych odpadów wydaje się być piroliza, dająca w efekcie produkty stałe, ciekłe i gazowe, które mogą być następnie wykorzystywane jako paliwa lub półprodukty do ich wytwarzania, a także surowce chemiczne.

W Instytucie Chemicznej Przeróbki Węgla w Zabrze przeprowadzono badania, których celem była wstępna ocena możliwości wykorzystania procesu pirolizy, jako metody waloryzacji wieloskładnikowych odpadów ASR. Przeprowadzone wstępne testy pirolizy próbek odpadów ASR oraz wyniki analiz otrzymanych produktów pozwalają stwierdzić, że piroliza tego rodzaju odpadów może być interesującym wariantem ich energetycznego wykorzystania. Trzeba jednak pamiętać o tym, że wykorzystanie produktów pirolizy odpadów (z formalnego punktu widzenia będących również odpadami) jako komponentów paliw, jest obecnie ograniczane przepisami z zakresu gospodarki odpadami, każącymi traktować mieszaną paliwową wytworzoną z udziałem odpadu również jako odpad.

Marek Tukiendorf, Łukasz Biłos

Wpływ właściwości fizycznych składników mieszaniny niejednorodnej na stopień zmieszania

Proces mieszania niejednorodnych układów ziarnistych, w którym chaotyczny ruch ziaren powoduje rozpraszanie dwu lub kilku składników w urządzeniu mieszającym ma zastosowanie w wielu różnych gałęziach przemysłu. Rezultatem tego procesu jest otrzymanie mieszaniny jednorodnej, jednak taki efekt jest bardzo trudny do uzyskania ze względu na złożoność zagadnienia i występowanie czynników mających istotny wpływ na przebieg mieszania. Jednym z przykładów przemysłu wykorzystującego w praktyce mieszanie niejednorodnych układów ziarnistych jest przemysł energetyczny, w którym m.in. występuje

potrzeba przygotowywania mieszanki paliwa podstawowego z paliwem pochodzącym z odnawialnego źródła.

Przygotowanie jednorodnej pod względem składu, mieszanki paliwa podstawowego ze składnikiem ekologicznym jest fundamentalnym warunkiem, zapewniającym stabilność procesu spalania. Konieczność poszerzenia stanu wiedzy o procesie mieszania niejednorodnych układów ziarnistych oraz potrzeba rynku determinują do prowadzenia badań w tym zakresie. Artykuł przedstawia część badań nad procesem mieszania materiałów sypkich w mieszalniku bębnowym – dwustożkowym.

Lukasz Biłos, Katarzyna Szwedziak

Ocena mieszaniny biomasy w postaci pellet z węglem typu ecomix przy wykorzystaniu analizy wagowej rozkładu trasera

Proces mieszania niejednorodnych układów ziarnistych ma zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu. Przykładem przemysłu korzystającego na szeroką skalę z tego zagadnienia jest energetyka ciepła, gdzie występuje konieczność przygotowania mieszanek paliwowych podawanych do kotła, których jednolity skład masowy pozwala na właściwie przeprowadzony proces spalania. Jednym z problemów, jakie występują w procesie mieszania niejednorodnych układów ziarnistych jest prawidłowa ocena stanu zmieszania gotowego produktu. Badanie nad zagadnieniem mieszania niejednorodnych materiałów ziarnistych przeprowadzono w mieszalniku bębnowym dwustożkowym. Celem prowadzonych badań było wykazanie możliwości stosowania komputerowej analizy obrazu w ocenie mieszanin wykorzystywanych przy produkcji energii. Sortymenty węgla zmieszane z biomasą stanowią rodzaj ekologicznego paliwa stosowanego w procesie współspalania. Badaniu został poddany układ różniący się podstawowymi właściwościami fizycznymi.

Grzegorz Łabojko

Otrzymywanie formowanych adsorbentów węglowych do magazynowania wodoru i metanu

Rosnące zagrożenie efektem cieplarnianym skłania rządy wielu krajów do działań mających na celu ograniczenie emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Jednym ze środków prowadzących do tego celu jest zastosowanie wodoru jako nośnika energii do napędzania silników samochodów osobowych. Kluczowym problemem stojącym na drodze do zastosowania wodoru jako paliwa samochodowego jest sposób jego przechowywania.

Zastosowanie metod adsorpcyjnych pozwala na zmniejszenie ciśnienia i zwiększenie ilości wodoru przechowywanego w jednostce objętości. Obecnie na świecie prowadzi się wiele badań mających na celu opracowanie metod otrzymywania adsorbentów węglowych do magazynowania wodoru w formie m.in. granulowanych węgla aktywnych, jedno- i wielościennych nanorurek węglowych oraz nanowłókien grafitowych. Nanorurki i nanowłókna węglowe wymagają skomplikowanych metod preparacji i co za tym idzie – koszt ich wytworzenia jest ciągle bardzo wysoki. Poszukiwanie tanich materiałów wyjściowych i stosunkowo prostych metod otrzymywania wyspecjalizowanych adsorbentów węglowych o wysokiej pojemności sorpcyjnej względem wodoru jest ciągle dużym wyzwaniem i przedmiotem badań wielu ośrodków naukowych.

W ramach Projektu Badawczego Zamawianego PBZ-MEiN-2/2/2006 „Chemia perspektywicznych procesów i produktów konwersji węgla”, w Instytucie Chemicznej Przeróbki Węgla prowadzone są prace nad opracowaniem metodyki preparacji adsorbentów węglowych z wybranego krajowego węgla kamiennego, które charakteryzować się będą

podwyższoną pojemnością sorpcyjną względem wodoru i metanu, dzięki zagęszczeniu mikroporowatej frakcji węglowej w mieszance prekursor-lepiszcze kierowanej do karbonizacji i aktywacji. W ramach tych badań wyselekcjonowano węgiel kamienny typu 34.1 z KWK Marcel. Dokonano trzech mieleń wyselekcjonowanego węgla i zbadano rozkład uziarnienia uzyskanych pyłów. Obliczono rozkład Fullera zapewniający maksymalne upakowanie frakcji węglowej. Dokonano porównania rozkładu idealnego z uzyskanymi rozkładami ziarnowymi. Wyselekcjonowano i przeprowadzono badania termoreologiczne lepiszczy (smoły termopreparowanej i żywicy fenolowo-formaldehydowej typu rezol). Sporządzono próbne mieszanki węgiel-lepiszcze, wykonano z nich granule i dokonano ich karbonizacji. Dalsze badania będą miały na celu dobór właściwych warunków aktywacji granul w celu uzyskania jak najlepszych parametrów sorpcyjnych wytwarzanych adsorbentów.

Część trzecia

EDUKACJA EKOLOGICZNA

Bożena Gajdzik

Status lokalnej świadomości ekologicznej w zarządzaniu środowiskowym

W artykule przedstawiono miejsce ekologicznej świadomości społeczności lokalnych w systemie zarządzania środowiskowego. Podkreślono, że kształtowanie lokalnej świadomości ekologicznej jest obowiązkiem władz samorządowych i organizacji terenowych. Poziom lokalnej świadomości ekologicznej wpływa na efektywność działań podejmowanych w ramach zarządzania środowiskowego. We współczesnej gospodarce świadomość ekologiczna obywateli musi być dobrze wpisana w system gospodarki rynkowej i stać się najważniejszą wartością społeczeństw XXI wieku. Władze publiczne, w tym przede wszystkim lokalne muszą zadbać o podniesienie poziomu świadomości ekologicznej mieszkańców (programy edukacji ekologicznej) i wytworzyć charakterystyczny ekoklimat promocji ekologicznych postaw i aktywności pro środowiskowej mieszkańców.

Henryk Maciołek, Mirosława Marzena Nowak

Oddziaływanie chorobotwórcze i toksyczne niektórych osadów ściekowych na środowisko przyrodnicze

Ścieki to woda zanieczyszczona domieszkami mineralnymi i organicznymi, które mogą występować w formie zawiesin, koloidów i ciał rozpuszczalnych. Zanieczyszczenia ścieków stanowią głównie zawiesiny, substancje organiczne oraz domieszki szkodliwe – mikroorganizmy i chemiczne – szkodliwe dla zdrowia człowieka, zwierząt, roślin lub też nadające wodzie nieprzyjemny zapach, smak czy też niepożądane cechy organoleptyczne. Oczyszczanie ścieków polega na usuwaniu tych uciążliwych domieszek oraz na ich częściowym zmineralizowaniu. Zanieczyszczenia usunięte ze ścieków tworzą osad ściekowy. Ilość osadu wzrasta wraz z liczbą stopni oczyszczania.

Do osadów wywołujących szczególne zagrożenie sanitarno-higieniczne i epidemiologiczne zalicza się takie, które pochodzą ze szpitali zakaźnych, z sanatoriów przeciwgruźliczych, lecznic i klinik weterynaryjnych, zakładów ubojowych dla zwierząt i drobiu, wytwórni szczepionek i surowic dla ludzi i zwierząt, z ferm wielkostadnych

i o charakterze przemysłowym, z zakładów przemysłu paszowego, garbarskiego i mięsnego, punktów zbiórki padliny zwierzęcej. Komunalne osady ściekowe zaliczane są do także do grupy szczególnie niebezpiecznych ze względu na możliwość występowania w nich organizmów chorobotwórczych.

Jolanta Matusiak, Andrzej Wyciślik

*Wpływ pyłu spawalniczego i gazów wydzielających się w procesach spawalniczych
na organizm człowieka*

Zagrożenie zdrowia pracowników związanych z pracami spawalniczymi ukierunkowało, pod koniec lat 90. ubiegłego stulecia, badaczy w stronę badań zagadnień występowania związków chromu w pyłe spawalniczym i możliwości ograniczania emisji do powietrza kancerogennych związków chromu. Jedne z pierwszych prób badawczych w tej tematyce dotyczyły spawania stali wysokostopowych drutami proszkowymi. Celem badań było uzyskanie zależności pomiędzy warunkami technologicznymi procesu a emisją i składem chemicznym pyłu.

W pracy wyznaczono emisję i skład chemiczny pyłu, uwzględniając zwłaszcza zawartość chromu całkowitego oraz chromu sześciowartościowego.