

Spis treści

Paliwa alternatywne – wczoraj – dzisiaj- jutro - Jurand Bień, Politechnika Częstochowska.....	3
Zastosowanie popiołów lotnych do produkcji katalizatorów i adsorbentów - Aneta Magdziarz, Wojciech Jerzak, Agata Mlonka-Mędrala, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza	5
Katarzyna Wolny Tomczyk - Związek Prodecentów Paliw z Odpadów i Biomasy	6
Paliwa alternatywne w transporcie lotniczym przyszłości - Andrzej Majka, Politechnika Rzeszowska im. I. Łukasiewicza	7
Zgazowania karbonizatów ze zużytych opon z zastosowaniem katalizatora opartego na popiołach biomasowych - Przemysław Grzywacz, Grzegorz Czerski, Katarzyna Śpiewak, Piotr Soprych, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza	8
Popioły lotne z termicznej przeróbki odpadów jako surowiec do otrzymywania geopolimerów - Jakub Mokrzycki, Katarzyna Zarębska, Magdalena Gazda-Grzywacz, Paweł Baran, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Chemii Węgla i Nauk o Środowisku, Wydział Energetyki i Paliw	9
Możliwość obniżenia zawartości rtęci w paliwach alternatywnych - Tadeusz Dziok, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw, Katedra Technologii Paliw	10
Wodór jako nowy, przyjazny środowisku nośnik energii - Adam Smoliński, Główny Instytut Górnictwa	11
Wodór i paliwa alternatywne w technologii ogniwo paliwowych dla zastosowań energetycznych i transportowych - dr hab. inż. Magdalena Dudek, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw	12
Rola paliw alternatywnych w hutnictwie żelaza i stali w kontekście zrównoważonej produkcji - Monika Zajemska ^a , Marcin Sajdak ^b , Józef Iwaszko ^a , Magdalena Skrzyniarz ^a , Anna Biniek-Poskart ^c , Andrzej Skibiński ^c , Artur Maroszek ^d	13
Ocena wpływu zawartości wilgoci na temperaturę zapłonu paliwa alternatywnego z wykorzystaniem analizy TGA Wojciech Moroń, Politechnika Wrocławska.....	15
Potencjał roślin zielnych w produkcji biopaliw stałych - Iwona Jelonek, Zbigniew Jelonek, Agnieszka Drobnik, Uniwersytet Śląski w Katowicach	16
Efektywność procesów gospodarki odpadami w obszarze paliw alternatywnych - Przemysław Jura, Instytut Nauk Ekonomicznych i Społecznych	16
Wielowariantowe podejście do cyberbezpieczeństwa w odniesieniu do układów i linii technologicznych - Artur Kozłowski, Michał Chrobak, Paweł Modzelewski, Adam Gajewski, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technik Innowacyjnych EMAG	18
Nawigator Finansowy jako wsparcie procesu pozyskiwania źródeł finansowania transformacji cyfrowej - Paulina Mizerska, Platforma Przemysłu Przyszłości	19
Beton z kruszywem recyklingowym odporny na działanie wysokich temperatur - Paweł Ogrodnik, Aleksandra Powęzka.....	20
Metoda planowania eksperymentów jako narzędzie wspomagające procesy katalitycznego uszlachetniania olejów pirolitycznych w produkcji alternatywnych paliw płynnych -Marcin Sajdak, Katedra Ochrony Powietrza, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechnika Śląska, School of Chemical Engineering, University of Birmingham.....	21

Efektywność akumulacji wodoru na grupie materiałów węglowych o zróżnicowanej strukturze - Pajdak Anna, Kudasik Mateusz, Dębski Adam, Grzegorek Justyna, Maziarz Wojciech i Skoczylas Norbert	22
Proces hydrotermicznego upłynniania jako efektywna metoda przetwarzania odpadów biomasowych o wysokiej zawartości wilgoci do użytecznych paliw alternatywnych - Mariusz Wądrzyk, Rafał Janus, Marek Lewandowski, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw	23
Kalcynacja materiału ilastego w warstwie fluidalnej z dodatkiem RDF Katarzyna Kaczyńska, Piotr Pełka, Politechnika Częstochowska	24
Badania eksperymentalne wyznaczenia ubytku masy peletów RDF w warstwie fluidalnej - Konrad Kaczyński, Piotr Pełka, Politechnika Częstochowska	25
Perspektywiczne możliwości stosowania technologii aglomeracji ciśnieniowej w kontekście wytwarzania paliwa alternatywnych niskoemisyjnych Michał Bembenek Artur Kozłowski, Jarosław Smyła, Tomasz Dzik, Piotr Wojtas, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technik Innowacyjnych EMAG.....	26
Katalityczne metody chemicznego zagospodarowania ditlenku węgla do paliw alternatywnych - Bogdan Samojedon, Monika Motak, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw	27
Stan gospodarki odpadami i statystyki w dziedzinie paliw alternatywnych w Polsce, Europie i na Świecie Przemysław Jura, Instytut Nauk Ekonomicznych i Społecznych.....	28
Rozwiązania dla silników przemysłowych zasilanych paliwami alternatywnymi. Dekada doświadczeń w kogeneracji wodorowej - Marek Sutkowski, Horus-Energia.....	29
RDF to LIQUID FUEL - Andrzej Habryń, Smart Storage	30
Wymagania i procedury badawcze oraz certyfikacja urzędów dla rozwiązań technicznych wspomagających procesy technologiczne - Tomasz Woźnica, Marek Bogacz, Robert Ulfig, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technik Innowacyjnych EMAG	31

Paliwa alternatywne – wczoraj – dzisiaj- jutro - Jurand Bień, Politechnika Częstochowska

Mimo, że historia odpadowego, stałego paliwa, określanego jako alternatywne, w systemie ewidencji gospodarki odpadami rozpoczęła się w momencie przystosowywania systemu prawnego do wymagań prawa unijnego wraz z wejściem Polski do wspólnoty europejskiej to pierwsze lata rozwoju tego rynku upłynęły w dość spokojnej atmosferze. Producenci paliwa alternatywnego z wyselekcjonowanych frakcji odpadów wytwarzali dobrej jakości paliwo spełniające wysokie wymagania jedyne go wówczas odbiorcy na rynku, który stopniowo przekonywał się do zalet tego rozwiązania i postawił na jego wykorzystanie w procesie technologicznym adaptując palniki procesowe. Mowa oczywiście o przemyśle cementowym. Sytuacja ta trwała nieprzerwanie praktycznie do początku drugiego dziesięciolecia. Wtedy, podejmując kroki dostosowawcze w systemie gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce do wymagań odnośnie ilości i jakości składowanych na składowiskach odpadów ustawodawca zasygnalizował wprowadzenie ograniczenia co do tej formy unieszkodliwiania odpadów. Najpierw miało to nastąpić z dniem 1 stycznia 2013 r. Ostatecznie z dniem 1 stycznia 2016 r wprowadzono w Polsce zakaz składowania frakcji odpadów o kaloryczności powyżej 6 MJ/kg. Był to impuls do poszukiwania możliwości przetwarzania tej frakcji odpadów. I o ile wytwórcy paliwa alternatywnego mogli stanąć na wysokości zadania wykorzystując ten rodzaj odpadu do wytwarzania paliwa to na przeszkodzie stanął brak możliwości jego wykorzystania w odpowiednich instalacjach, które zdolne byłyby do termicznego przetwarzania odpadów. Niestety w rezultacie strumień wytwarzanego paliwa był zdecydowanie większy niż możliwości jego wykorzystania w procesie odzysku R1. Przetworzone, bądź nie, w paliwo odpady zaczęły być gromadzone często w nie odpowiednich do tego warunkach. W dodatku strumień odpadów z roku na rok rósł. W 2021 r statystyczny mieszkaniec wytwarza rocznie blisko 360 kg podczas gdy dziesięć lat temu było to niecałe 242 kg [1]. W dodatku z rokiem 2018 znaczący dotychczasowi odbiorcy azjatyccy, głównie Chiny, wprowadziły zakaz importu odpadów, w tym m.in. tworzyw sztucznych, papieru, bawełny. W zastępstwie Chin bogatsze kraje Europy Zachodniej rozpoczęły poszukiwania innych możliwości ulokowania „tręfnego towaru” jakim, w szczególności są trudne w recyklingu tworzywa sztuczne. Polska okazała się być jednym z takich odbiorców. Wystarczy wspomnieć, że w 2018 roku do Polski z Zachodu trafiło blisko pół miliona ton odpadów, podczas gdy w 2015 r. było to niecałe 154 tys. Mg [2]. W takiej sytuacji masowo zaczęło dochodzić do pożarów. Ich liczba z roku na rok rosła. Wprowadzone w następstwie przepisy prawne ograniczyły skalę tego zjawiska, jednak zwiększyły jednocześnie koszty systemu, wzrosły ceny za przyjęcie odpadów zarówno u producentów paliwa, jak i zostały podniesione przez instalacje końcowego zagospodarowania. Na szczęście nie zapomniano o budowie lub rozbudowie także tych ostatnich, kierując w tą stronę wysokie środki finansowe. Cieszący się ogromnym zainteresowaniem, ogłoszony w 2022 r program Racjonalna gospodarka realizowany w ramach Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW), przyniósł efekt w postaci złożenia 78 wniosków na dotacje i pożyczki w kwocie 10 mld zł. Wnioski te dotyczyły 39 inwestycji [3]. Także z optymizmem należy patrzeć na stale powiększający się potencjał termicznego przetwarzania paliwa alternatywnego poza przemysłem cementowym. Dziś wykorzystanie paliw alternatywnych w przemyśle cementowym stanowi 90,8% paliwa przetwarzanego w procesie R1. Jeszcze w 2016 roku było to blisko 98%. Natomiast ceny za odbiór paliwa alternatywnego, tak jak i zresztą cały rynek paliw alternatywnych wydaje się że znalazł swoje equilibrium. Uzupełnieniem abstraktu jest prezentacja, która przedstawia dane rynku paliw alternatywnych w Polsce w ostatnich kilku latach.

Co by tu jeszcze spalić Panowie. Wykorzystanie ciepła odpadowego do produkcji paliwa alternatywnego z odpadów przemysłu papierniczego - Barbara Tora, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Biomasa jest traktowana jako odnawialne, krajowe i stabilne źródła energii. Choć biomasa w energetyce i ciepłownictwie wciąż nie jest wykorzystywana w odpowiednim zakresie, to właśnie ona może stanowić fundament polskiej transformacji energetycznej. Według wyliczeń fachowców obecnie w Polsce marnuje się od 6 do 10 mln ton biomasy agro, którą można by wykorzystać do celów energetycznych. Ogromny i niewykorzystany potencjał to także plantacje energetyczne, które według różnych szacunków byłyby zdolne do produkcji od 15-25 mln ton biomasy. W sumie w okresie od 2 do 4 lat biomasa agro mogłaby stanowić ok. 20 energii pierwotnej. Największym atutem biomasy jest jej stabilność. To w pełni sterowalne źródło energii, odporne na zmieniające się warunki pogodowe. Kotły biomasowe można włączać i wyłączać kiedy i w jakim zakresie jest to potrzebne. Nie trzeba budować magazynów energii czy szukać rozwiązań zastępczych. Co więcej, polskie ciepłownictwo, które obecnie jest oparte w głównej mierze na węglu, w najprostszy sposób może zostać zmodernizowane właśnie w kierunku biomasy. Plusy wykorzystania tego biopaliwa można mnożyć. Obecnie dominującym kierunkiem w polskiej dekarbonizacji jest znacząca rozbudowa instalacji wytwarzających energię z wiatru i słońca. Technologia fotowoltaiczna i turbiny wiatrowe oferują wiele korzyści i są potrzebne, jednak nie poradzą sobie same – produkcja energii musi być możliwa, nawet gdy nie będzie wiał wiatr, a słońce nie będzie świecić.

W artykule przedstawiono sposób produkcji biomasowego paliwa alternatywnego z odpadów z produkcji papieru z wykorzystaniem ciepła odpadowego.

Zakłady przemysłu papierniczego generują znaczną ilość odpadów powstających przy produkcji papieru, które zawierają głównie substancje organiczną pochodzenia biomasowego i nadają się do produkcji paliwa wtórnego. Odpady te posiadają od 30% do 70% wilgoci która znacznie obniża ich wartość opałową. Celowym zatem jest suszenie odpadów przed wykorzystaniem ich do produkcji paliwa wtórnego, jak wykazały badania laboratoryjne pozwoli na dwukrotne podniesienie ich wartości opałowej. Najkorzystniejszą metodą suszenia odpadów jest suszenie ich z wykorzystaniem ciepła odpadowego powstającego w urządzeniach energetyki zakładowej (kotły, generatory). Otrzymane paliwo wtórne może być spalane na miejscu w zakładowej kotłowni z odzyskiem energii.

Zastosowanie popiołów lotnych do produkcji katalizatorów i adsorbentów - Aneta Magdziarz, Wojciech Jerzak, Agata Mlonka-Mędrala, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Popiół lotny to pozostałość stała ze spalania paliw, która zgodnie z ideą gospodarki o obiegu zamkniętym powinna być w sposób efektywny wykorzystana zamiast składowana. W zależności od rodzaju paliwa (węgiel, biomasa, odpady komunalne) zawartość popiołu i jego skład chemiczny jest różny. Ogólnie rzecz ujmując, ilość powstającego popiołu w dużych elektrowniach zawodowych jest ogromna, a jego zagospodarowanie jest sprawą kluczową w kontekście ochrony środowiska. Właściwości fizyczne i chemiczne popiołów dają możliwości ich zastosowania w wielu dziedzinach gospodarki (m.in. w budownictwie, w rolnictwie). Popiół lotny może być również wykorzystany do produkcji zeolitów, geopolimerów, dodatków do gleby, katalizatorów i sorbentów.

Głównym celem tej pracy była synteza zeolitów na bazie popiołów lotnych. Zeolity to krystaliczne materiały na bazie tlenku glinu i krzemionki o trójwymiarowej strukturze szkieletowej składającej się z jednostek tetraedrycznych (SiO_4^- i AlO_4^-), które dodatkowo mogą zawierać kationy metali alkalicznych i ziem alkalicznych (np. Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+}). Zeolity charakteryzują się dużą powierzchnią właściwą, dzięki czemu mogą być stosowane jako katalizatory, materiały jonowymienne oraz materiały sorpcyjne, które są często stosowane w agregatach adsorpcyjnych. Na właściwości fizyko-chemiczne zeolitów otrzymanych z popiołów ma wpływ sposób ich syntezy. Do badań wybrano popioły węglowe i z biomasy, które poddano wieloetapowej obróbce hydrotermicznej uwzględniającej m.in. proces wymywania w roztworze HCl oraz spiekania z NaOH. Badania właściwości otrzymanych zeolitów obejmowały analizę składu chemicznego (XRF) i fazowego (XRD), analizę termicznej stabilności (TGA) oraz określenie powierzchni właściwej (BET) i budowy morfologicznej (SEM).

Na podstawie interpretacji wyników badań stwierdzono, że zaproponowana procedura obróbki popiołu pozwoliła na otrzymanie materiałów o właściwościach zbliżonych do zeolitów komercyjnych (np. zidentyfikowano fazy zeolitowe: $\text{Na}_{2.06}\text{Al}_2\text{Si}_{3.8}\text{O}_{11.63}\cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_9[(\text{AlO}_2)_9(\text{SiO}_2)_{15}]\cdot 27\text{H}_2\text{O}$). Uzyskane zeolity cechowały się dużą powierzchnią właściwą, która sprzyjała przebiegowi reakcji w procesie pirolizy biomasy. Katalityczne działanie zeolitu umożliwiło redukcję smoły pirolitycznej, na skutek rozpadu węglowodorów wyższych z równoczesną adsorpcją koksu na ich powierzchni. Podsumowując, popioły lotne mają duży potencjał aplikacyjny, a specjalna obróbka pozwala na otrzymanie materiału porowatego o szerokim spektrum zastosowań.

Projekt badawczy finansowany był ze środków programu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza” w AGH oraz Działalności Statutowej AGH (16.16.110.663).

Katarzyna Wolny Tomczyk - Związek Prodecentów Paliw z Odpadów i Biomasy

Jako Związek Producentów Paliw z Odpadów i Biomasy chcemy przedstawić Państwu znaczący potencjał paliw z odpadów i biomasy do gospodarczego wykorzystania i uświadomić, że paliwa te mogą stanowić substytut paliw węglowych, którego zasoby sukcesywnie się wykorzystują. Paliwo z odpadów i biomasy jest paliwem powstałym wskutek przetworzenia odpadów, których potencjał energetyczny jest wystarczający do uzyskania źródła energii lub których właściwości pozwalają na ich przetworzenie w produkty możliwe do energetycznego wykorzystania. Paliwo to charakteryzuje się wysoką wartością opałową (przeciętnie 16-18 MJ/kg), a także homogenicznym rozmiarem cząsteczek. Paliwo z odpadów i biomasy ma niższą emisyjność – ok. 50% CO₂ – w porównaniu do paliw węglowych; ma też niższe dopuszczalne poziomy emisji innych substancji. Paliwo to może być stosowane zarówno w dużych obiektach spalania, jak i w obiektach o mniejszej mocy, w tym w lokalnych ciepłowniach i elektrociepłowniach. Wdrożenie przedmiotowego paliwa do spalania znacząco obniża emisję pyłu, CO₂, SO₂ oraz NO_x w stosunku do tradycyjnych instalacji opartych o paliwo węglowe. Możliwość wykorzystania energetycznego paliwa zastępczego jako paliwa przyczyni się do większej dywersyfikacji energetycznej i możliwości ograniczenia spalania węgla kamiennego i brunatnego. Będzie to działanie zgodne z założeniami Europejskiego Zielonego Ładu – nowej strategii na rzecz wzrostu, której celem jest przekształcenie UE w sprawiedliwe i prosperujące społeczeństwo żyjące w nowoczesnej, zasobooszczędnej i konkurencyjnej gospodarce, która w 2050 r. osiągnie zerowy poziom emisji gazów cieplarnianych netto, i w ramach której wzrost gospodarczy będzie oddzielony od wykorzystania zasobów naturalnych. Należy zmienić sposób myślenia o paliwach z odpadów i biomasy – nie jako o odpadzie, a jako o surowcu, który może być przetwarzany w produkt – energię!

Paliwa alternatywne w transporcie lotniczym przyszłości - Andrzej Majka, Politechnika Rzeszowska im. I. Łukasiewicza

Transport lotniczy odgrywa kluczową rolę w intensyfikowaniu zrównoważonego rozwoju gospodarczego i społecznego na całym świecie. Około 65,5 mln ludzi na świecie pracuje w różnych sektorach gospodarki, bezpośrednio i pośrednio związanych z transportem lotniczym. W 2019 roku linie lotnicze świata przewiozły ponad 4,1 mld pasażerów i ładunków o wartości przekraczającej 6 mld USD. Transport lotniczy jest również źródłem wielu problemów, z których jednym z najważniejszych jest negatywny wpływ transportu lotniczego na środowisko. Obecnie przemysł lotniczy i transport lotniczy odpowiadają za 3% światowej emisji CO₂. Bez znaczących zmian technologicznych lotnictwo będzie odpowiedzialne za 24% światowej emisji CO₂ w 2050 r. Kluczowym wyzwaniem stojącym przed europejskim sektorem lotnictwa w tej i następnym dekadach jest rozwój i wdrażanie bezpiecznego, niezawodnego i niedrogiego transportu lotniczego o niskiej lub zerowej emisji, przy jednoczesnym zapewnieniu utrzymania i wzmocnienia przodującej pozycji gospodarki europejskiej w okresie transformacji na rzecz Europy neutralnej dla klimatu. Tylko przełomowe rozwiązania (nowe typy silników, nowe rodzaje paliw) mogą ograniczyć negatywny wpływ transportu lotniczego na środowisko. Działania doraźne (ewolucyjne) pozwolą jedynie na utrzymanie obecnego stanu lub jego nieznaczną poprawę. Stosowanie różnego rodzaju paliw pozwoli ograniczyć lub wyeliminować negatywny wpływ transportu lotniczego na środowisko naturalne. Biopaliwa czy paliwa syntetyczne w lotnictwie to tylko półśrodek na ograniczenie kryzysu paliwowego. Lotnictwo elektryczne na dzisiejszym poziomie rozwoju technicznego jest alternatywą jedynie dla lotów krótkodystansowych (do 1000 km) realizowanych mniejszymi samolotami. Wykorzystanie wodoru jako paliwa lotniczego jest obiecującą alternatywą na zmniejszenie emisji do minimum. Obecnie identyfikuje się dwie kluczowe metody wykorzystania wodoru jako paliwa zasilającego lotnicze zespoły napędowe. Pierwszy sposób polega na spalaniu wodoru zamiast paliwa naftowego w zmodyfikowanym silniku turbinowym. Drugi sposób polega na wytwarzaniu energii elektrycznej z wodoru i tlenu do zasilania silnika elektrycznego, który z kolei napędzi śmigło lub wentylator kanałowy. Przemysł lotniczy znajduje się zatem na rozdrożu: może nadal polegać na konwencjonalnych silnikach spalinowych, które nie zmienią sytuacji w sposób zasadniczy lub może zdecydować się na przyjęcie bardziej radykalnych, przełomowych rozwiązań. W staraniach na rzecz osiągnięcia neutralności klimatycznej transportu lotniczego wodór stał się kluczowym elementem batalii mającej na celu zapewnienie zrównoważonej przyszłości lotnictwa, ale jego efektywne i bezpieczne wykorzystanie wymaga rozwiązania wielu problemów naukowych i technicznych.

Zgazowania karbonizatów ze zużytych opon z zastosowaniem katalizatora opartego na popiołach biomasowych - Przemysław Grzywacz, Grzegorz Czerski, Katarzyna Śpiewak, Piotr Soprych, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Jednym z produktów pirolizy zużytych opon jest karbonizat charakteryzujący się wysoką kalorycznością i zawartością pierwiastkowego węgla, przez co stanowi on interesujący surowiec do procesu zgazowania. Niestety, karbonizat ten, w porównaniu z paliwami konwencjonalnymi, które z powodzeniem są stosowane w tym procesie, cechuje się niską reaktywnością, która wynika z wysokiej zawartości sadzy i popiołu o niekorzystnym składzie, a także jego niskiej porowatości. Celem prezentowanej pracy jest ocena możliwości zastosowania popiołów biomasowych, tj. ubocznych produktu spalania o niskiej wartości ekonomicznej, jako katalizatorów reakcji zgazowania karbonizatów ze zużytych opon w atmosferze pary wodnej. Po wstępnej analizie [1] do badań wytypowano trzy popioły z: wysłodków buraka, łusek słonecznika i drewna. Popioły te cechują się wysoką, ale zróżnicowaną, zawartością potasu i wapnia, które znane są ze swych właściwości katalitycznych reakcji zgazowania [2]. Badania procesu zgazowania przeprowadzono metodą termowolumetryczną w warunkach izotermicznych (850, 900 i 950 °C) i pod ciśnieniem 1 MPa. Dodatek popiołu w badanych próbkach wynosił 0, 5, 10 i 15 % wag. przy jednoczesnym utrzymaniu masy karbonizatu na tym samym poziomie. Na podstawie przeprowadzonych badań wyznaczono uzyski głównych produktów zgazowania, m.in.: wodoru i tlenku węgla (II), a także opracowano krzywe stopnia konwersji pierwiastka C oraz obliczono formalne parametry kinetyczne. Stwierdzono, że reaktywność karbonizatu z opon i skład gazu poreakcyjnego są silnie uzależnione od temperatury, a dodatek popiołów z biomasy pozytywnie wpływa na jego konwersję, jak również na uzyski wodoru i tlenku węgla (II). Najlepsze wyniki odnotowano dla próbek z dodatkiem popiołu z łusek słonecznika, określono optymalne warunki prowadzenia procesu tj. zawartość katalizatora 10 %wag. i temperatura 900°C, dla których uzysk wodoru wzrósł z około 1400 cm³/g do około 2500 cm³/g a tlenku węgla (II) z około 500 cm³/g do około 960 cm³/g w odniesieniu do procesu nie-katalitycznego. Jednocześnie stopień konwersji pierwiastka C wzrósł z około 60% do ponad 90%. Dodatek popiołów z biomasy powoduje obniżenie wartości energii aktywacji i współczynnika przedwykładniczego reakcji tworzenia wodoru i tlenku węgla (II) jak również konwersji pierwiastka C.

- [1] G. Czerski, K. Śpiewak, P. Grzywacz, F. Wierońska-Wiśniewska, *Assessment of the catalytic effect of various biomass ashes on CO₂ gasification of tire char*, Journal of the Energy Institute, 99 (2021), 170-177
- [2] K. Śpiewak, G. Czerski, S. Porada – *Effect of K, Na and Ca-based catalysts on steam gasification reactions of coal. Part I: Type and amount of one-component catalysts*, Chemical Engineering Science, 229 (2021), 116024

Popioły lotne z termicznej przeróbki odpadów jako surowiec do otrzymywania geopolimerów - Jakub Mokrzycki, Katarzyna Zarębska, Magdalena Gazda-Grzywacz, Paweł Baran, AGH Akademia Górniczo-Hutnicz, Katedra Chemii Węgla i Nauk o Środowisku, Wydział Energetyki i Paliw

Nieustannie rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną powoduje produkcję odpadów, które przyczyniają się do zwiększenia zanieczyszczenia środowiska. W krajach takich jak Polska, gdzie główny udział w produkcji energii elektrycznej zawdzięczany jest spalaniu paliw stałych: węgiel kamienny, węgiel brunatny, generuje tzw. uboczne produkty spalania (UBS) – gazowe (CO_2 , NO_x , SO_x) oraz stałe (popioły lotne). Popioły lotne generowane są również na drodze termicznej przeróbki odpadów (spalarnie odpadów). Należy zaznaczyć, że produkcja popiołów lotnych w Unii Europejskiej wyniosła aż 145 mln ton (dane z 2016 roku). Odpad ten jest najczęściej składowany na wysypiskach, gdzie może stanowić zagrożenie środowiskowe poprzez unoszenie drobnych cząsteczek popiołu z wiatrem oraz transportu form mobilnych do gleb i wód gruntowych. Ponieważ popioły lotne składają się głównie z tlenków krzemu, glinu, wapnia, magnezu i żelaza, mogą one stanowić atrakcyjny surowiec do produkcji glinokrzemianowych materiałów: zeolitów (A, X, P1), mezoporowatych sit molekularnych (SBA-15, MCM-41), a także geopolimerów. Geopolimery to grupa amorficznych materiałów glinokrzemianowych, które są intensywnie badane jako zastępniki dla cementu portlandzkiego (CP). Ze względu na wysokie (często powyżej 50 MPa) wartości wytrzymałości na ściskanie oraz ogniotrwałość, mogą stanowić atrakcyjny materiał budulcowy. Możliwość adsorpcji gazów (CO_2 , SO_x) przez geopolimery, pozwoliłaby tworzyć tzw. Inteligentne budynki, które pozwolą na zachowanie zadowalających właściwości wytrzymałościowych, ogniotrwałości oraz możliwości oczyszczania powietrza z zanieczyszczeń gazowych. Celem badań było wytworzenie geopolimerów z popiołów lotnych z termicznej przeróbki odpadów, na drodze aktywacji alkalicznej z 8M KOH lub 8M NaOH z dodatkiem szkła wodnego, odpowiednio potasowego lub sodowego. Badaniom poddano również geopolimery wytworzone z popiołu wysyconego CO_2 na drodze karbonatyzacji (25 °C przez 48 godzin pod ciśnieniem pary nasyconej CO_2). Wytworzone geopolimery poddano testom wytrzymałości na ściskanie po 7 i 28 dniach. Ustalono, że zastosowanie czynnika aktywującego (8M KOH z dodatkiem szkła wodnego potasowego), pozwoliło na uzyskanie wyższych wytrzymałości względem geopolimerów wytworzonych z użyciem czynnika aktywującego (8M NaOH z dodatkiem szkła wodnego sodowego). Obserwowane to było zarówno w przypadku rodzaju użytego czynnika aktywującego jak i wzajemnego stosunku zasada:szkło wodne. Karbonatyzacja popiołu lotnego spowodowała znaczące pogorszenie się wytrzymałości na ściskanie wytworzonych materiałów prawdopodobnie poprzez wytworzenie węglanów wapnia i magnezu. Badania wstępne pozwoliły wskazać kierunek dalszych badań nad zastosowaniem popiołów lotnych z termicznej przeróbki odpadów do syntezy geopolimerów.

Możliwość obniżenia zawartości rtęci w paliwach alternatywnych - Tadeusz Dziok, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw, Katedra Technologii Paliw

Zawartość rtęci jest obok wartości opałowej i zawartości chloru jednym z podstawowych parametrów charakteryzujących paliwa stałe typu SRF (solid recovered fuels) wytwarzanych z odpadów. Według normy ISO 21640:2021, pod względem zawartości rtęci, wyróżnia się 5 klas paliwa typu SRF: 1) $\leq 20 \mu\text{g/MJ}$, 2) $\leq 30 \mu\text{g/MJ}$, 3) $\leq 50 \mu\text{g/MJ}$, 4) $\leq 100 \mu\text{g/MJ}$, 5) $\leq 150 \mu\text{g/MJ}$, w przeliczeniu na stan roboczy. Zaszeregowanie do najlepszych klas może być utrudnione w przypadku niektórych rodzajów odpadów. Przykładowo zawartość rtęci w paliwach typu RDF (refuse-derived fuel) może dochodzić do $79 \mu\text{g/MJ}$, a w osadach ściekowych do $92 \mu\text{g/MJ}$. Substituowanie węgla paliwami tego typu może skutkować zwiększeniem emisji rtęci. Rozwiązaniem problemu może być obniżenie zawartości rtęci w odpadach w wyniku połączenia blendingu i wstępnej preparacji termicznej (łagodnej pirolizy). Poszczególne rodzaje odpadów charakteryzują się znacznymi różnicami w zawartości rtęci. Przykładowo zawartość rtęci w odpadach papierowych, tworzywach sztucznych, tekstyliach, gumie z opon samochodowych kształtuje się na poziomie kilku $\mu\text{g/MJ}$. W przypadku strumieni odpadów o bardzo wysokiej zawartości rtęci, blending może być uzupełniony o usuwanie rtęci w procesie termicznej preparacji. Rtęć z odpadów jest stosunkowo łatwo usuwalna w tym procesie. W temperaturze $350 \text{ }^\circ\text{C}$ możliwe jest obniżenie zawartości rtęci od 40 do 100 % (badano papier, tekstylia tworzywa sztuczne, guma, osady ściekowe, RDF). Wadą procesu jest znaczący ubytek masy spowodowany rozkładem substancji organicznej (ubytek suchej masy wynosił od 9 do 64%). Stąd też konieczne jest odpowiednie dostosowanie temperatury. Indywidualny dobór temperatury pozwoliłby na utrzymanie wysokiej skuteczności usuwania rtęci (średnio 59%) przy ubytku masy suchej poniżej 5%.

*Projekt badawczy finansowany ze środków programu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza”
w AGH*

Wodór jako nowy, przyjazny środowisku nośnik energii - Adam Smoliński, Główny Instytut Górnictwa

Ustanowiona w roku 2021 Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 z perspektywą do roku 2040 wskazuje cele rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce, jak i wytycza kierunki działań jakie są konieczne do ich osiągnięcia. Polska Strategia Wodorowa w sposób harmonijny związana jest z działaniami Unii Europejskiej na rzecz budowy gospodarki niskoemisyjnej. Wpisuje się w wysiłki podejmowane przez Komisję Europejską na rzecz neutralności klimatycznej w roku 2050, która jest głównym celem ustanowionego w roku 2019 Zielonego Ładu. Europejski Zielony Ład zakłada realizację szeregu działań zmierzających do kreowania gospodarki Unii Europejskiej jako nowoczesnej, zasobooszczędnej i konkurencyjnej, która cechować będzie się zerowym poziomem emisji gazów cieplarnianych netto w roku 2050, rozdzieleniem wzrostu gospodarczego od zużywania zasobów oraz zapewni równy poziom życia we wszystkich regionach. Jednym z kluczowych motorów rozwoju tejże gospodarki stanowi wodór, który postrzegany jest jako nowy, przyjazny środowisku nośnik energii. Obecnie wodór wykorzystywany jest głównie do produkcji metanolu, amoniaku, mocznika, syntetycznego gazu ziemnego (SNG) oraz w przemyśle petrochemicznym i spożywczym. Jest on jednak przede wszystkim postrzegany jako nowy, przyjazny środowisku nośnik energii.

Wodór i paliwa alternatywne w technologii ogniw paliwowych dla zastosowań energetycznych i transportowych - dr hab. inż. Magdalena Dudek, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw

W świecie można zaobserwować wzrost zainteresowania technologią ogniw paliwowych jako przyjaznych generatorów energii elektrycznej w transformacji sektora energetyczno-paliwowego. Ogniwa paliwowe (OP) to urządzenia elektrochemiczne, w których zachodzi bezpośrednia konwersja energii chemicznej paliwa na energię elektryczną i ciepło odpadowe. Podstawowym paliwem dla OP jest wodór. OP mogą być zasilane też innymi paliwami takimi jak : metan i inne paliwa węglowodorowe, biogaz, lub inne gazy procesowe bogate w wodór lub tlenek węgla (II), amoniak. Duże znaczenie jako paliwa dla OP mają metanol i etanol, kwas mrówkowy, hydrazyna, mocznik, DME, itp. Warto podkreślić możliwość użycia odpadowych materiałów węglonośnych do zasilania ogniw paliwowych. W referacie przedstawiono ocenę możliwości praktycznego wykorzystania paliw alternatywnych otrzymanych z materiałów odpadowych do zasilania generatorów energii elektrycznej z ogniwami paliwowymi. Scharakteryzowano dalsze możliwości wykorzystania ogniw paliwowych do budowy zintegrowanych rozproszonych systemów zasilania w energię elektryczną i ciepło w połączeniu z technologiami energetyki odnawialnej. Na podstawie wyników badań z prac P+R nakreślono możliwe kierunki ich wykorzystania w zastosowaniach stacjonarnych. Kolejny obszar analiz techniczno-ekonomicznych to wykorzystanie ogniw paliwowych do budowy jednostek napędowych w środkach transportu różnego typu. Pośród tej grupy paliw na szczególną uwagę zasługują generatory OP zasilane wodorem otrzymywanym in situ z reformingu paliw alternatywnych. Analizy techniczno-ekonomiczne uzupełniono wynikami badań B+R dotyczących budowy hybrydowych elektrochemicznych źródeł energii elektrycznej z generatorami OP, efektywności energetycznej.

Rola paliw alternatywnych w hutnictwie żelaza i stali w kontekście zrównoważonej produkcji - Monika Zajemska^a, Marcin Sajdak^b, Józef Iwaszko^a, Magdalena Skrzyniarz^a, Anna Biniek-Poskart^c, Andrzej Skibiński^c, Artur Maroszek^d

^a Politechnika Częstochowska ,

^b Politechnika Śląska

^c Politechnika Częstochowska,

^d LIBERTY Steel Group

Hutnictwo żelaza i stali to branża o ogromnym potencjale ekonomicznym i znaczeniu dla gospodarki, której nie bez powodu przypisuje się miano branży o znaczeniu strategicznym. Jest to jednocześnie jedna z najbardziej energochłonnych i emisyjnych gałęzi przemysłu na świecie, stąd rosnąca presja na implementację w tej branży zmian technologicznych i procesowych, umożliwiających ograniczenie emisji dwutlenku węgla i osiągnięcie neutralności węglowej. Przejście hutnictwa żelaza i stali na zrównoważoną produkcję, poprzez wdrożenie niskoemisyjnych procesów produkcyjnych, nie jest niestety tanie i proste, gdyż wymaga wprowadzenia nowych procedur technologicznych oraz przeprowadzenia prac adaptacyjnych i poniesienia nierzadko znacznych kosztów inwestycyjnych. W świetle zmian, jakie dokonują się w prawodawstwie europejskim, koszty te są jednak konieczne do poniesienia i to już w najbliższej przyszłości. Analiza potencjału hutnictwa żelaza i stali wskazuje, że branża ta posiada ogromne możliwości w zakresie podnoszenia swojej efektywności energetycznej, redukcji emisji dwutlenku węgla i w efekcie wdrażania zasad zrównoważonego rozwoju. Jedno z rozwiązań umożliwiających wyjście naprzeciw aktualnym trendom w zakresie uzyskiwania neutralności węglowej polega na zastępowaniu w procesach hutniczych tradycyjnych paliw kopalnych paliwami alternatywnymi, w tym paliwami opartymi na biomasie. W szczególności odnosi się to do biowęgla, który jak wskazują liczne opracowania naukowe, wydaje się być odpowiednim zamiennikiem konwencjonalnego węgla w tlenowej technologii wytwarzania stali i to pomimo konieczności przekształcenia biomasy na drodze konwersji termicznej np. pirolizy czy torfikacji w biowęgiel. Surowa biomasa ze względu na wysoką wilgotność, niską zawartość węgla i niską wartość opałową, nie nadaje się bowiem do bezpośredniego zastosowania w procesach hutniczych. Kolejnym sposobem umożliwiającym zmniejszenie zużycia paliwa i poprawę tym samym efektywności energetycznej procesów hutniczych, jest wykorzystanie potencjału tkwiącego w gazach poprocesowych, pochodzących z termicznej konwersji odpadów np. gazu pirolitycznego. Wykorzystanie biowęgla czy gazów pochodzących z termicznej konwersji odpadów jest zatem działaniem wpisującym się w strategię ograniczania emisyjności procesów technologicznych i osiągnięcia przez przedsiębiorstwa z branży hutniczej neutralności węglowej. Warto ponadto zauważyć, że pomimo konieczności poniesienia przez przedsiębiorstwa kosztów inwestycyjnych i adaptacyjnych, to w dalszej perspektywie wykorzystanie wyżej wymienionych materiałów/zamienników może przynieść branży hutniczej wymierne korzyści, które w znacznym stopniu zrekompensują koszty poniesione w początkowej fazie transformacji technologicznej. Należy przy tym pamiętać także o niewymiernych korzyściach ekologicznych, takich jak zmniejszone negatywne oddziaływanie na środowisko naturalne, np. dzięki ograniczeniu eksploatacji surowców naturalnych. Nadwyżki i niewykorzystane przez przemysł ciężki ilości karbonizatu z biomasy mogą stanowić ponadto efektywny element sekwestracji

dwutlenku węgla w dłuższym okresie czasu. Perspektywy i kierunki zmian w przemyśle hutniczym wydają się być zatem jasno zarysowane, a konieczność ich wdrożenia jest stymulowana polityką rządów. Dynamika tych zmian będzie jednak pochodną wielu czynników, w tym także popularyzacji proekologicznych rozwiązań - jednym z takich rozwiązań jest substytucja klasycznych surowców energetycznych materiałami pochodzącymi ze źródeł alternatywnych.

Ocena wpływu zawartości wilgoci na temperaturę zapłonu paliwa alternatywnego z wykorzystaniem analizy TGA Wojciech Moroń, Politechnika Wroclawska

Zagospodarowanie odpadów komunalnych jest ważnym aspektem gospodarki wynikającym zarówno z rozporządzeń unijnych jak również krajowych. Ustawa o odpadach wskazuje na hierarchię postępowania z odpadami. Jedną z opcji są inne procesy odzysku, w ramach których prowadzi się proces spalania z odzyskiem energii. Paliwo z odpadów komunalnych (SRF) jako mieszanina różnego rodzaju odpadów pochodzenia zarówno organicznego jak i nieorganicznego ma skłonności do akumulowania wilgoci, zarówno tej związanej z substancją stałą odpadu jak i przemijającą. Zjawisko to może nasilić się szczególnie w procesie transportu i składowania, jeżeli są one prowadzone niepoprawnie. Wilgoć ma wpływ na wiele elementów procesu termicznego przetwarzania odpadów, wpływa na proces składowania, transportu, spalania. Nadmierna zawartość wilgoci obniża kaloryczność odpadów, wpływa na jakość zapłonu paliwa, stabilność zapłonu. Nadmiar wody w paliwie powoduje również pogorszenie procesu spalania (straty niezupełnego i niecałkowitego spalania), ale zwiększa jednocześnie objętość spalin i obniża sprawność procesu termicznej konwersji odpadów. W artykule przedstawiono metodę oceny wpływu wilgoci w SRF z wykorzystaniem badań analizy termogravimetrycznej (TGA). W badaniach wykorzystano trzy różne odpady o zróżnicowanej zawartości wilgoci (w zakresie 6-20%), które następnie przygotowano do dalszych badań. Każdą z próbek bez obróbki (wilgoć zgodna z dostawą) oznaczono indeksem *wet*, próbki suszone do zawartości wilgoci około 50% stanu wyjściowego *wet* oznaczono indeksem *50% wet*, a próbki wysuszone (bez wilgoci) oznaczono indeksem *dry*. Wszystkie dziewięć próbek poddano nagrzewaniu w analizatorze TGA z szybkością 15°C/min do temperatury 700°C w atmosferze powietrza. Uzyskane krzywe termogravimetryczne pozwoliły na identyfikację procesu suszenia i spalania próbki oraz wyznaczenie temperatury i czasu zapłonu próbki. Uzyskane wyniki pomiarowe wykazały, że w przypadku próbek mokrych *wet* oraz *50% wet* występuje obszar suszenia próbki, który charakteryzuje się ubytkiem masy próbki oraz obszarem pomiędzy temperaturą pieca a temperaturą próbki. Oznacza to, że próbka nagrzewa się wolniej niż piec, bo ciepło dostarczane przez piec zużywane jest na odparowanie wilgoci. W przypadku próbki *dry* nie ma obszaru suszenia próbki (brak wilgoci w próbce) i charakteryzuje się to tym, że temperatura próbki jest równa temperaturze pieca a po osiągnięciu zapłonu próbki następuje gwałtowny wzrost temperatury próbki względem temperatury pieca. W przypadku wzrostu zawartości wilgoci w próbce jej temperatura zapłonu wzrasta, a wzrost jest proporcjonalny do ilości wilgoci w próbce. Uzyskane dane pomiarowe mogą być wykorzystywane bezpośrednio do organizacji procesu technologicznego przekształcania odpadów lub jako stałe do procesu modelowania matematycznego procesów termicznego przekształcania odpadów.

Potencjał roślin zielnych w produkcji biopaliw stałych - Iwona Jelonek, Zbigniew Jelonek, Agnieszka Drobnia, Uniwersytet Śląski w Katowicach

Produkcja biopaliw stałych z roślin zielnych jest uważana za najbardziej perspektywiczną i przystępną metodą pozyskiwania paliw alternatywnych. Ze względu na swoje wyjątkowe cechy, takie jak łatwość uprawy i szybki cykl rozwojowy, rośliny zielne stanowią doskonałe źródło biopaliw. Ponadto, są one odporne na wahania warunków klimatycznych, co czyni je jeszcze bardziej atrakcyjnymi dla producentów biopaliw. W porównaniu do innych biopaliw, produkcja biopaliw stałych z roślin zielnych wiąże się z mniejszymi emisjami CO₂^[1]. Ponadto paliwa pozyskiwane podczas produkcji z odpadów pozostałych po koszeniu terenów miejskich i posesji prywatnych pozwalają zredukować emisję metanu powstającego podczas procesów gnilnych niezagospodarowanej tego typu masy roślinnej. Rośliny trawiaste, miskant olbrzymi, łądygi słonecznika, kukurydzy, zbóż są często wykorzystywane do produkcji biopaliw stałych. Jedną z ważniejszych korzyści płynących z wykorzystania roślin do produkcji biopaliw stałych jest ich zdolność do konwersji energii słonecznej na energię cieplną. Ponadto, w przypadku biomasy roślinnej nie ma konieczności dodawania żadnych paliw syntetycznych, co oznacza, że całość produkowanego ciepła pochodzi bezpośrednio od energii słonecznej. Biopaliwa stałe produkowane z roślin zielnych mogą być bardziej wydajne niż tradycyjne paliwa kopalne, dzięki procesom ich wzbogacania poprzez torfikację^[2]. Z tego powodu zastosowanie biomasy roślinnej do produkcji biopaliw stałych jest szeroko postrzegane jako efektywna metoda wykorzystania energii odnawialnej. Biopaliwa stałe z roślin zielnych pozwalają również produkować paliwa w tak zwanym cyklu zamkniętym obiegu CO₂. Przyczyniając się w nieznacznym procencie do dodatkowej emisji tego gazu cieplarnianego głównie związanej z transportem biomasy, zużyciem energii do maszyn formujących gotowy produkt i zasilaniem instalacji torfikujących^[3]. Wszystkie te czynniki sprawiają, że produkcja biopaliw stałych z roślin zielnych jest uznawana za dobry sposób wykorzystywania energii odnawialnej ograniczającej emisję CO₂, CH₄ oraz pary wodnej (głównych gazów cieplarnianych) w przeciwieństwie do produkcji i wydobycia paliw kopalnych typu gaz, ropa naftowa, węgle kopalne. Oprócz tego, produkcja biopaliw stałych z roślin może przyczynić się również do poprawy jakości gleb, poprzez wzbogacenie ich w składniki odżywcze i zasobność w wodę. Jest to kolejny ważny powód, dla którego produkcja biopaliw stałych z biomasy roślinnej powinna być szeroko promowana. Wniosek jest prosty - produkcja biopaliw stałych z roślin daje wiele korzyści dla naszej planety, gospodarki i społeczeństwa. Z tego powodu jest to interesujący temat, który nadal będzie badany i doskonalony przez lata. W ten sposób możemy zapewnić sobie większą energię odnawialną i czystsze środowisko w zbilansowanej gospodarce energetycznej. Konieczne jest jednak prowadzenie dalszych badań w celu optymalizacji technologii produkcji biopaliw stałych oraz wypracowanie procesów produkcyjnych i przyjaznych dla środowiska procesów spalania biomasy^[5]. Produkcja biopaliw stałych z roślin powinna być również regulowana odpowiednimi przepisami i procedurami, które ograniczają jej negatywny wpływ na środowisko. Przy odpowiednim nadzorze, technologia produkcji biopaliw stałych z roślin może być bardzo przydatnym i skutecznym narzędziem do osiągnięcia bardziej zrównoważonego i zielonego środowiska.

Efektywność procesów gospodarki odpadami w obszarze paliw alternatywnych - Przemysław Jura, Instytut Nauk Ekonomicznych i Społecznych

Postępujący wzrost kryzysu energetycznego wraz z wyczerpywaniem się paliw kopalnych doprowadził do poszukiwania innych zastępczych źródeł energii, które są odnawialne, zrównoważone, ekonomiczne, przyjazne dla środowiska i wygodne. Energia z odnawialnej biomasy może być wykorzystywana jako potencjalna alternatywa dla paliw kopalnych. Jednym z rozwiązań, które zyskuje na popularności w ostatnim czasie, jest wykorzystanie stałych paliw alternatywnych jako sposobu na zagospodarowanie odpadów. Głównymi składnikami paliwa są zatem tworzywa sztuczne, guma, papier, tekstylia, drewno, odpady kompozytowe itp. Stałe paliwa alternatywne to substancje, które powstają w wyniku przetwarzania odpadów lub innych substancji organicznych, a następnie są wykorzystywane do produkcji energii w procesie spalania. Mogą to być m.in. odpady komunalne, przemysłowe, rolnicze, biomasa czy też osady ściekowe. Stosowanie stałych paliw alternatywnych w procesie zagospodarowania odpadów ma wiele zalet. Przede wszystkim pozwala na ograniczenie ilości odpadów, które trafiają na składowiska, co z kolei zmniejsza negatywny wpływ na środowisko. Ponadto, produkcja energii z odpadów jest tańsza niż produkcja energii z tradycyjnych źródeł, takich jak węgiel czy gaz ziemny. Dodatkowo, proces spalania odpadów zwiększa wykorzystanie zasobów naturalnych, ponieważ stałe paliwa alternatywne zastępują tradycyjne paliwa, które pochodzą z ograniczonych źródeł. Pod pojęciem efektywności procesów gospodarki odpadami w obszarze stałych paliw alternatywnych w Polsce rozumie się wykorzystanie odpadów stałych jako surowców alternatywnych do produkcji energii elektrycznej lub ciepłej w procesach spalania lub zgazowania. Efektywność tych procesów zależy od wielu czynników, takich jak jakość i rodzaj odpadów, technologia przetwarzania odpadów, wydajność procesów, koszty produkcji i logistyka transportu. Stosowanie stałych paliw alternatywnych w gospodarce odpadami staje się coraz bardziej popularne i ma na celu redukcję ilości odpadów oraz wykorzystanie ich do produkcji energii. Stosowanie stałych paliw alternatywnych to jedno z rozwiązań, które pozwala na skuteczniejsze zagospodarowanie odpadów oraz zmniejszenie negatywnego wpływu na środowisko. W Polsce i Europie rośnie popularność tego rozwiązania, a wiele krajów wprowadza nowe przepisy regulujące zagospodarowanie odpadów. Stosowanie stałych paliw alternatywnych wiąże się jednak z pewnymi wyzwaniami, które trzeba odpowiednio adresować.

Wielowariantowe podejście do cyberbezpieczeństwa w odniesieniu do układów i linii technologicznych - Artur Kozłowski, Michał Chrobak, Paweł Modzelewski, Adam Gajewski, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technik Innowacyjnych EMAG

Bezpieczeństwo układów i linii technologicznych również w aspektach cyberbezpieczeństwa musi być zapewniane w sposób ciągły, w modelu continuous security, gdyż nowe podatności oraz próby ataku mogą pojawić się w każdym momencie. W tym celu można wykorzystać skanery bezpieczeństwa dedykowane dla ICS i sieci OT, aby identyfikować podatności oraz anomalie, które mogą świadczyć o cyberataku. Natomiast w sytuacji trwania incydentu bezpieczeństwa narzędzia te dają wgląd w przebieg ataku i jego źródło – cyberatak z zewnątrz czy sabotaż wewnętrzny. W artykule omówiono również przykładowe ataki na ICS, konfrontując je z możliwymi zabezpieczeniami technicznymi, które pomogłyby w obronie przed wrogimi działaniami. Omówiono również dychotomię pomiędzy zabezpieczaniem sieci komputerowych obsługujących wyłącznie informacje, a sieciami pracującymi bezpośrednio z przemysłowymi układami i liniami technologicznymi. Ponieważ znacząca część ataków cyberprzestępców skupia się głównie na wykradaniu i szyfrowaniu danych, personel zajmujący się administracją układów i linii technologicznych może nie mieć świadomości pełnego obrazu zagrożeń co przedstawiono w analizie jak bezpieczeństwo systemów IT ma wpływ na bezpieczeństwo systemów OT. W artykule omówiono wpływ informacji, która współcześnie jest podstawowym elementem w pracy dla większości organizacji a dla wielu nawet jedynym i to już od organizacji zajmującej się produkcją na skalę pokroju MŚP. W artykule przedstawiono szereg analiz nt. przepływu informacji w różnych miejscach w organizacji. Na ich podstawie wykazano zmienność środowiska i wynikające z niego flowy informacyjne. Finalnie przedstawiono pola do doskonalenia które wynikają z licznych luk w zabezpieczeniach.

Nawigator Finansowy jako wsparcie procesu pozyskiwania źródeł finansowania transformacji cyfrowej - Paulina Mizerska, Platforma Przemysłu Przyszłości

Przedsięwzięcia oparte na wykorzystaniu nowych technologii i rozwiązań w zakresie paliw alternatywnych mogą niekiedy wymagać od środowisk innowatorów poniesienia znacznych nakładów inwestycyjnych. Przejście przez procesy wdrożeniowe innowacji często nie jest możliwe bez znalezienia odpowiednich źródeł finansowania. Rozwiązaniem w tym zakresie może być Nawigator finansowy Fundacji Platforma Przemysłu Przyszłości, który stanowi kompleksowe źródło informacji o aktualnych: dotacjach, inwestycjach, pożyczkach oraz rozwiązaniach podatkowych, wspierających działalność innowacyjną przedsiębiorstw. Nawigator finansowy jest jednym z narzędzi, opracowanych przez Fundację Platforma Przemysłu Przyszłości, w celu wspierania transformacji przedsiębiorstw w kierunku innowacyjności i cyfryzacji. Zespół ekspertów udziela pomocy w zakresie kompleksowej analizy potrzeb, identyfikacji optymalnych źródeł finansowania i dostosowania koncepcji rozwiązania do dostępnych instrumentów finansowania.

Beton z kruszywem recyklingowym odporny na działanie wysokich temperatur - Paweł Ogródnik, Aleksandra Powężka

Rozwój budownictwa na świecie szczególnie w XXI wieku jest związany z produkcją betonu na wielką skalę, a ten z wykorzystaniem cementu, kruszyw i dodatków. Wykorzystanie kruszyw pochodzących z recyklingu to jednocześnie odejście od gospodarki linearnej, w której odpady są traktowane jako ostatni etap ich cyklu wykorzystania. Takie podejście do gospodarki podnosi jej innowacyjność i ogranicza wykorzystanie zasobów naturalnych. W gospodarce o obiegu zamkniętym istotnym jest, żeby odpady, które niewątpliwie muszą ostatecznie powstawać, były traktowane jako surowce wtórne. Wykorzystanie materiałów recyklingowych do betonu jest jednym z nowoczesnych trendów związanych z produkcją betonu przemysłowego. W artykule zaprezentowano wyniki badań wymiany kruszywa naturalnego stosowanego do kompozytów betonowych przez żaroodporną borokrzemową stłuczkę szklaną. Koncepcja rozwiązania problemów badawczych polegała na przeprowadzeniu szeregu badań w tym badań wytrzymałościowych (statycznych i dynamicznych), strukturalnych oraz innych zarówno samej zaprojektowanej mieszanki betonowej jak i kompozytu. Badania realizowane były zarówno w temperaturach normalnych (20°C) jak i po wstępnym wygrzewaniu w temperaturach zbliżonych do pożarowych. Program eksperymentalny obejmowała badania wytrzymałościowe przeprowadzone na próbkach sześciennych (10x10x10mm) i prostopadłościennych (40x40x160 mm). Mieszankę odniesienia modyfikowano wypełniaczem w postaci recyklatu szklanego w ilości od 0-15% masy kruszywa lub masy cementu. W badaniach zastosowano zmielone szkło o frakcji 0/4 i 0/0,125 mm. Uzyskane wyniki dowodzą, że przy określonych założeniach użycie stłuczki do produkcji betonu może mieć pozytywny wpływ na jego wytrzymałość w sytuacji pożarowej. Dowodzi to że taki sposób zagospodarowania odpadów ma charakter aplikacyjny i może być stosowany również na skalę przemysłową.

Metoda planowania eksperymentów jako narzędzie wspomagające procesy katalitycznego uszlachetniania olejów pirolitycznych w produkcji alternatywnych paliw płynnych -Marcin Sajdak, Katedra Ochrony Powietrza, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechnika Śląska, School of Chemical Engineering, University of Birmingham

Obecna sytuacja polityczno-ekonomiczna istotnie przyczynia się do wzrostu zainteresowania badaniami dotyczącymi zrównoważonych, alternatywnych źródeł paliw, które mogą pozwolić zarówno na dywersyfikację ich dostaw oraz przyczynić się do zmniejszenia negatywnego wpływu na środowisko naturalne. Jednym z takich źródeł mogą stanowić odpady zużytych opon samochodowych, których co roku na świecie do przetworzenia trafia ponad jeden miliard. Zgodnie z dyrektywami UE od 2006 roku istnieje całkowity zakaz ich składowania w jakiegokolwiek formie. Oczywiście część zużytych opon poddaje się ponownemu bieżnikowaniu, ale jest to zaledwie około 15-20%. Część z odpadów jest również wykorzystywana celem odzysku energii. Dość ciekawym obszarem jest poddanie ich pirolizie. Piroliza należy do procesów termicznej konwersji, podczas której w inertnych warunkach oraz podwyższonej temperaturze około 500-600 °C, matryca polimerowa ulega degradacji termicznej do szeregu niskocząsteczkowych związków organicznych. Kondensowalne produkty pirolizy odpadów opon samochodowych charakteryzują się wysokimi wartościami ciepła spalania, jednakże zawierają znaczną ilość siarki, która skutecznie uniemożliwia bezpośrednie wykorzystanie oleju popirolitycznego jako substytutu paliwa. Dlatego też wymagane jest poddanie oleju popirolitycznego hydrorafinacji, która w zależności od potrzeb umożliwia uzyskanie produktu o pożądanym właściwościach fizyko-chemicznych. Celem przedstawianych badań, było zaprezentowanie możliwości wykorzystania metod planowania eksperymentów (DOE) w określeniu optymalnych warunków hydrorafinacji, który składał się z dwóch procesów: hydrodeoksygenacji (HDO) oraz hydrokrakingu (HC). Takie podejście pozwoliło nie tylko określić optymalne warunki prowadzenie obu procesów, ale wskazać parametry, które istotnie wpływają na właściwości hydrorafinowanego oleju pirolitycznego. W zaprezentowanych badaniach skupiono się na minimalizacji ilości naftalenu i jego pochodnych, aby po procesie destylacji możliwe było jak najłatwiejsze spełnienie norm stawianym paliwom lotniczym.

Zaprezentowane badania zostały wykonane w ramach projektu finansowanego przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej w ramach Programu Bekker NAWA, BPN/BEK/2021/1/00103.

Efektywność akumulacji wodoru na grupie materiałów węglowych o zróżnicowanej strukturze - Pajdak Anna, Kudasik Mateusz, Dębski Adam, Grzegorek Justyna, Maziarz Wojciech i Skoczylas Norbert

Wodór jest źródłem energii, który spełnia wymagania zarówno ekologiczne, jak i energetyczne. Wykorzystanie tego paliwa w ogniwach paliwowych czy silnikach spalinowych wymaga opracowania ekonomicznej metody pozyskiwania wodoru, a także jego magazynowania w bezpieczny sposób, głównie ze względu na jego silnie wybuchowe właściwości. Jednym z wciąż rozwijanych metod magazynowania jest adsorpcja w materiałach porowatych. W badaniach przeprowadzono pomiary sorpcji wodoru przy użyciu aparatu Sieverts'a na materiałach węglowych pochodzenia naturalnego i antropogenicznego o zróżnicowanej strukturze. Badaniami objęto nanorurki węglowe (CNT), zredukowany tlenek grafenu (rGO), węgiel aktywowany (WA), węgiel kamienny (C) oraz węgiel drzewny (CC), w zakresie temperatur 81-573K. Strukturę materiałów określono metodą XRD, niskociśnieniową adsorpcją gazową oraz przy pomocy technik mikroskopowych. Różnorodność strukturalna badanych materiałów oraz ich skład determinowały właściwości sorpcyjne badanych materiałów. Temperatura prowadzenia eksperymentu miała silny wpływ na wartość pojemności sorpcyjnej materiałów. Zmierzone maksymalne wartości adsorpcji wodoru (81K) były w zakresie 0.9-2.3% mass odpowiednio dla próbek rGO<CNT<C<CC<WA.

Proces hydrotermicznego upłynniania jako efektywna metoda przetwarzania odpadów biomasowych o wysokiej zawartości wilgoci do użytecznych paliw alternatywnych - Mariusz Wądrzyk, Rafał Janus, Marek Lewandowski, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw

W ostatnich latach obserwowany jest trend intensywnego poszukiwania alternatywnych źródeł energii. Podyktowane jest to niepokojącymi zmianami w środowisku naturalnym, kwestiami konieczności dywersyfikacji źródeł energii dla poprawy bezpieczeństwa energetycznego, wyczerpywaniem się zasobów paliw kopalnych czy też zwiększającym się globalnym zapotrzebowaniem energetycznym. Z drugiej strony, działalność człowieka powoduje generowanie ogromnych ilości różnego rodzaju odpadów na wszystkich etapach cyklu życia produktów. Przykładowo, według szacunków Komisji Europejskiej, w przypadku sektora spożywczego nawet jedna trzecia produkowanej w Europie żywności stanowi niezagospodarowany odpad. A zatem sektor przemysłu spożywczego jawi się jako ogromne źródło odpadowej biomasy, która poddana odpowiednim procesom konwersji mogłaby posłużyć do pozyskania wartościowych biopaliw/biokomponentów, jak również biochemikaliów czy biopolimerów. Warto jednak zaznaczyć, że pewną przeszkodą stojącą na drodze efektywnego wykorzystania biomasy jest jej wysoka zawartość wilgoci (>50% mas.), co w konsekwencji implikuje różnego rodzaju problemy technologiczne m.in. samoistne przebieganie procesów gnilnych prowadzące do rozwoju różnego rodzaju mikroorganizmów (w tym patogennych), czy zmiany składu biochemicznego. A zatem poszukuje się nowych rozwiązań pozwalających na efektywne przetwarzanie biomasy o wysokiej zawartości wilgoci do użytecznych bioproduktów z osiągnięciem wysokich stopni konwersji przy jednoczesnej redukcji kosztów pretreatmentu. Szczególnie duże nadzieje w tym zakresie wiąże się z procesem hydrotermicznego upłynniania (HTU), prowadzonego w warunkach podkrytycznych wody - najczęściej w temperaturze 250-375°C i ciśnieniu powyżej ciśnienia pary nasyconej (5,0-22 MPa). Ze względu na zastosowanie wody jako medium reakcyjnego, proces HTU jawi się jako szczególnie perspektywiczny pod kątem przetwarzania biomasy o dużej zawartości wilgoci, takiej jak np. wyłoki owocowo-warzywne, młóto browarnicze, biomasa lignocelulozowa czy mikroalgi. Brak konieczności stosowania wstępnego procesu suszenia wpływa korzystnie na ogólny bilans energetyczny technologii w porównaniu z innymi procesami konwersji (np. pirolizy). Efektywna konwersja różnego rodzaju typów biomasy w warunkach podkrytycznych wody możliwa jest dzięki korzystnym zmianom jej wielu parametrów fizykochemicznych (gęstości, lepkości, względnej przenikalności elektrycznej, iloczynu jonowego wody i zdolności rozpuszczania) sprzyjającym reakcjom dekompozycji biopolimerów organicznych. W rezultacie uzyskuje się cztery grupy produktów: bio-olej, hydrokarbonizat, fazę gazową oraz związki organiczne rozpuszczone w fazie wodnej. Uzysk oraz jakość produktów procesu upłynniania zależy od wielu czynników, włączając typ i skład biochemiczny surowca, temperaturę procesu, koncentrację biomasy w zawiesinie, czas reakcji, zastosowanie i typ katalizatora oraz modyfikacji rodzaju medium reakcyjnego poprzez dodatek innych rozpuszczalników. Produktem docelowym konwersji jest ciekły bio-olej, który stanowi heterogeniczną mieszaninę związków organicznych z różnymi grupami funkcyjnym oraz wykazujący na ogół wysoką wartość energetyczną (30-35 MJ/kg) oraz niską zawartość tlenu (~10% mas.). Produkt ten stanowi wysokojakościowy produkt, który może być bezpośrednio stosowany jako wysokoenergetyczne paliwo alternatywne do generowania ciepła i energii, ale także jako źródło biokomponentów paliwowych lub biochemikaliów po zastosowaniu dalszych procesów

uszlachetniających.

Kalcynacja materiału ilastego w warstwie fluidalnej z dodatkiem RDF Katarzyna Kaczyńska, Piotr Pelka, Politechnika Częstochowska

Zasoby skał ilastych są obfite i rozległe, a materiały ilaste od dawna budziły zainteresowanie surowcowe. Wartość ekonomiczną określa dominujący minerał ilasty oraz rodzaj i ilość innych minerałów, które można uznać za zanieczyszczenia dla danego zastosowania przemysłowego. W ostatnich latach odnotowuje się znaczny wzrost zainteresowania materiałami uzyskanymi z przetwórstwa termicznego surowców ilastych. Kalcynacja stanowi proces obróbki cieplnej, w którym obrabiany materiał jest ogrzewany do temperatury jego rozkładu, w którym następuje uwolnienie najczęściej wody, ale również innych części lotnych np. CO₂ z węglanów lub ze spalania węgla. Po poddaniu surowych ilów działaniu temperatury można wyróżnić trzy główne zjawiska związane z materiałem glinokrzemianowym: dehydratacji, dehydroksylacji i rekrytalizacji. Dehydratacja zachodzi w temperaturze 20-400°C, jest to uwalnianie wody cząsteczkowej, która może być zaadsorbowana lub uwięziona w strukturze porów lub kanałów. W temperaturach 400-1000°C większość minerałów ilastych ulega dehydroksylacji oddając wodę związaną w strukturze w postaci grup OH. Temperatura dehydroksylacji zależy od struktury minerału. W temperaturach wyższych niż 850 °C, zachodzi zjawisko rekrytalizacji, co wskazuje na konwersję strukturalnie nieuporządkowanych, potencjalnie reaktywnych faz w bardziej stabilne, wysokotemperaturowe fazy, tworzy się krystaliczny spinel glinokrzemianowy, który przy dalszym wzroście temperatury przekształca się w mulit. Materiały ilaste poddane procesowi kalcynacji mogą wykazywać właściwości pucolanowe. Powszechnie wykorzystuje się kalcynowany kaolinit – metakaolinit jako uzupełniający materiał cementowy (Supplementary Cementitious Materials – SCMs) oraz w produkcji cementu. Kalcynację materiałów ilastych można przeprowadzić przy użyciu wielu technik, najczęściej stosuje się kalcynację w piecu szybowym i obrotowym. Jedną z nowych technologii jest kalcynacja w złożu fluidalnym. Technologia złoża fluidalnego oferuje potencjalne korzyści w zakresie oszczędności energii (paliwa), wysokiego współczynnika przenikania ciepła, wysokiego kontaktu gorących gazów z cząstkami materiału ilastego, gwarancji jednolitej temperatury i jednorodności produktów, krótki czas procesu oraz łatwej obsługi i konserwacji.

Do kalcynacji surowców ilastych potrzebna jest zarówno odpowiednia energia, jak i temperatura; dlatego wybór odpowiedniego paliwa jest bardzo ważny. W przemyśle farb i papieru preferuje się stosowanie jako paliw oleju napędowego i oleju opałowego, ponieważ ważna jest biel produktu kalcynowanego, a inne paliwa mogą nadać kolor lub pozostawić czarne plamki w produkcji. Nie jest to tak ważne w przypadku stosowania w cemencie i może umożliwić wykorzystanie paliw, takich jak węgiel lub koks naftowy. Można również stosować biomasę i inne paliwa odpadowe.

Badania eksperymentalne wyznaczania ubytku masy peletów RDF w warstwie fluidalnej - Konrad Kaczyński, Piotr Pelka, Politechnika Częstochowska

Wzrost liczby ludności oraz rozwój przemysłu niosą wiele wyzwań związanych z bezpieczeństwem energetycznym oraz kwestiami środowiskowymi. Nadal zdecydowanie największą część energii dostarczana jest z paliw kopalnych, co powoduje zwiększoną emisję dwutlenku węgla. Aby zmniejszyć emisje gazów cieplarnianych oraz ograniczyć ich wpływ na zmiany klimatyczne, potrzebne są nowe technologie oraz nowe źródła energii. Odnawialne źródła energii, takie jak wiatr i słońce, charakteryzują się dużą nieprzewidywalnością, dlatego należy stosować również inne źródła energii i technologie jej produkcji w celu skompensowania ich zmienności i zabezpieczenia dostaw energii. W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat rosło zainteresowanie termiczną konwersją paliw alternatywnych. Oprócz zaspokojenia rosnącego zapotrzebowania na zrównoważoną produkcję ciepła i energii, upatruje się też innych korzyści, jak ograniczenie globalnego ocieplenia i złagodzenie problemów związanych ze składowaniem odpadów. Zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju działania człowieka powinny być ukierunkowane na zapobieganie i minimalizację ilości wytwarzanych odpadów, a także konwersję wytworzonych odpadów do postaci najmniej uciążliwej dla środowiska naturalnego. Zgodnie z tą ideą znaczna część odpadów zawierająca organiczne substancje palne może być przekształcana termicznie w celu odzysku energii z użyciem odpowiednich instalacji przemysłowych, ograniczających wpływ produktów spalania na środowisko naturalne. Należy jednocześnie pamiętać, że zastosowanie tego typu paliwa w procesie spalania i współspalania z innymi paliwami wymaga często odpowiedniej obróbki odpadów, aby posiadały jednorodny skład o określonych właściwościach fizykochemicznych. W ten sposób wyselekcjonowane odpady komunalne oraz wybrane odpady przemysłowe przerabiane są na paliwo alternatywne. Spalanie w złożu fluidalnym jest wiodącą technologią pozwalającą na wykorzystanie różnorodności paliw, w tym paliw niskiej jakości o dużej zawartości wilgoci i wysokiej zawartości składników mineralnych. Wśród zalet technologii spalania fluidalnego wymienić należy oprócz elastyczności paliwowej, doskonały transfer ciepła, niższe temperatury spalania, wysoką sprawność spalania, niskie emisje NO_x, kontrolę emisji SO₂ i dobrą dostępność technologii. W pracy przedstawiono analizę procesu spalania peletów RDF. Badania przeprowadzono na reaktorze laboratoryjnym z modelowym złożem cyrkulacyjnym. Materiał inertny stanowił piasek kwarcowy o uziarnieniu typowym dla kotłów z warstwą fluidalną. Badania zostały przeprowadzone w trzech różnych temperaturach komory spalania: 850°C, 750°C i 650°C oraz w zmiennej koncentracji strumienia materiału inertnego $G_s=0\text{kg/m}^2\text{s}$, $G_s=2,5\text{kg/m}^2\text{s}$ i $G_s=5\text{kg/m}^2\text{s}$. Z badań wynika, że technologia fluidalna może być uważana za jedną z bardziej efektywnych metod unieszkodliwiania odpadów komunalnych pozwalająca jednocześnie na wykorzystanie ich potencjału energetycznego.

Perspektywiczne możliwości stosowania technologii aglomeracji ciśnieniowej w kontekście wytwarzania paliwa alternatywnych niskoemisyjnych Michał Bembenek Artur Kozłowski, Jarosław Smyła, Tomasz Dzik, Piotr Wojtas, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Techniki Innowacyjnych EMAG

W referacie zaprezentowano wyniki laboratoryjnych dotyczących możliwości wytworzenia w prasie walcowej mikrobrykiety o właściwościach proekologicznych. Wykazano, że z odsiewki węgla o frakcji <5 mm powstającej w produkcji ekogroszku można uzyskać wartościowe paliwo. Brykiety o objętości 1 i 2 cm³ wykonywano z węgla rozdrobnionego do granulacji <2mm, zmieszanego z dodatkami katalizującymi i/lub sorbentami oraz lepiszczem. Wykazano, że w zależności od udziału i rodzaju lepiszczy, a także dobranej technologii aglomeracji ciśnieniowej, możliwe jest wpływanie na właściwości mechaniczne minibrykiety (m.in. odporność na ściskanie), porowatość, a tym samym gęstość bezwzględną, czy gęstość pozorną. Uzyskane wyniki wskazują, że paliwa kompozytowe w postaci mikrobrykiety zapalają się szybciej, spalają w wyższej temperaturze i pozostawiają mniej popiołu podczas spalania niż węgiel kawałkowy. Większa reaktywność brykiety względem węgla bryłowego pozwala na zmniejszenie ilości powietrza o około 10%, co jednocześnie zmniejsza objętość spalin o taką samą wielkość oraz straty kominowe. Wyniki badań wykorzystano do opracowania modułowej linii do wytwarzania niskoemisyjnego paliwa kompozytowego dla kotłów małej i średniej mocy.

Katalityczne metody chemicznego zagospodarowania ditlenku węgla do paliw alternatywnych - Bogdan Samojeđen, Monika Motak, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw

Poszukiwanie alternatywnych metod otrzymywania paliw, związane z rosyjską inwazją na Ukrainę, a także niestabilność cen paliw od dostawców OPEC, czy ograniczone zasoby paliw kopalnych, takich jak węgiel i ropa naftowa, staje się ogromnym wyzwaniem dla współczesnej nauki. Od lat prowadzone są prace nad zastosowaniem wodoru H_2 jako paliwa alternatywnego, ale także nad syntezą metanolu, SNG (ang. *Substitute Natural Gas*) i eteru dimetylowego. Szczególnie cenne są te technologie, które wpisują się w gospodarkę obiegu zamkniętego. W ten nurt wpisuje się zastosowanie jako cennego surowca dwutlenku węgla CO_2 , który jest produktem ubocznym w wielu procesach technologicznych. Jedną z proponowanych technologii jest zagospodarowanie CO_2 w produktach chemicznych, czyli CCU (ang. *Carbon Capture and Utilization*). Procesy CCU wymagają opracowania składu katalizatora, który będzie aktywny, selektywny i stabilny. Szczególnie interesującymi technologiami CCU są procesy, które dodatkowo mogą być wykorzystane do magazynowania energii w produktach chemicznych. Do takich procesów można zaliczyć suchy reforming metanu DRM (ang. *Dry Reforming of Methane*) oraz uwodornienie CO_2 do metanu CH_4 (zwane również metanizacją). W przypadku procesu endotermicznej reakcji DRM, otrzymuje się gaz syntezowy o stosunku molowym H_2/CO równym 1. Gaz o takim składzie, może być wykorzystany do produkcji paliw alternatywnych, np. produkcji węglowodorów w procesie Fischera-Tropscha lub produkcji metanolu. W przypadku drugiej reakcji, tj. uwodornienia ditlenku węgla (metanizacja), głównym produktem reakcji jest metan. Reakcja suchego reformingu metanu wymaga dużych nakładów energetycznych, z tego względu powinna być zasilana z bezemisyjnych źródeł energii, tj. energii odnawialnych lub energii jądrowej. Prowadzenie tego procesu w przypadkach nadwyżki produkcji energii, pozwala na jej magazynowanie w produktach chemicznych, tj. gazie syntezowym. Gaz ten może być magazynowany lub transportowany, a następnie wykorzystany do produkcji energii w reakcji egzotermicznej. Dodatkowym zastosowaniem procesu suchego reformingu metanu w inżynierii środowiska, jest waloryzacja biogazu (mieszanki CO_2 i CH_4) lub zagospodarowanie złóż gazu ziemnego, zawierających duże ilości CO_2 , które obecnie nie są eksploatowane ze względów ekonomicznych. Metanizacja CO_2 również zakłada magazynowanie energii w produktach chemicznych w przypadkach produkcji nadwyżek energii, np. energia elektryczna ze źródeł odnawialnych w momentach, gdy zapotrzebowanie na energię jest niskie, a produkcja wysoka. Nadwyżka energii wykorzystana do produkcji H_2 w procesie elektrolizy, pozwoli na wykorzystanie tego gazu jako substratu w reakcji z CO_2 . Otrzymany w ten sposób metan (syntetyczny gaz naturalny – SNG) może być bezpośrednio transportowany w instalacjach gazu ziemnego. Tematem pracy jest preparatyka oraz charakterystyka katalizatorów niklowych wykorzystywanych do procesu suchego reformingu metanu oraz metanizacji. Katalizatory różnicowano nośnikiem, na który nanoszono materiał aktywny, zawartością materiału aktywnego oraz zastosowanym promotorem (lantan, cer lub cyrkon). W ramach prowadzonych badań wytypowano najbardziej aktywne, selektywne i stabilne materiały katalityczne.

Stan gospodarki odpadami i statystyki w dziedzinie paliw alternatywnych w Polsce, Europie i na Świecie Przemysław Jura, Instytut Nauk Ekonomicznych i Społecznych

Stan gospodarki odpadami, a także produkcja i wykorzystanie stałych paliw alternatywnych różnią się w zależności od kraju i regionu. Gospodarka odpadami, zwłaszcza z tworzyw sztucznych, to aktualnie jedno z najpoważniejszych wyzwań środowiskowych i gospodarczych nie tylko w Polsce, ale na całym świecie. Produkcja paliw alternatywnych jest szansą na wykorzystanie energii zawartej w odpadach nie tylko w instalacjach specjalnie do tego celu przeznaczonych, ale także w takich gałęziach przemysłu, jak produkcja cementu i energetyka. Dynamiczny rozwój gospodarki oraz konsumpcyjny styl życia współczesnego społeczeństwa są głównymi powodami powstawania coraz większej ilości odpadów zarówno komunalnych, jak i przemysłowych. Analizując liczne doniesienia w mediach możemy łatwo zauważyć, że sektor gospodarki odpadowej stanowi duże pole podatne na różnego rodzaju nadużycia. Warto wspomnieć o uruchomionej 1 stycznia 2020 roku Bazie Danych Odpadowych (BDO). Jest to zintegrowany system teleinformatyczny mający na celu uporządkowanie i swoiste uszczelnienie systemu gospodarki odpadami. BDO ma też na celu zwiększenie skuteczności walki z „szarą strefą” i dzikimi wysypiskami, a także poprawienie poziomu recyklingu. Spore znaczenie ma także unijna „hierarchia gospodarki odpadami”. Jej stworzenie miało na celu zapobieganie powstawaniu odpadów, oraz ich ponowne wykorzystywanie. W Polsce produkcja stałych paliw alternatywnych z odpadów zaczyna nabierać na znaczeniu, chociaż wciąż pozostaje na stosunkowo niskim poziomie w porównaniu do innych krajów europejskich. Najwięcej stałych paliw alternatywnych w Polsce produkuje się z odpadów z przemysłu cementowego oraz papierniczego. Podsumowując, mimo że produkcja stałych paliw alternatywnych w Polsce zaczyna rosnąć, wciąż pozostaje na stosunkowo niskim poziomie w porównaniu z innymi krajami europejskimi. Jednocześnie, import węgla kamiennego i brunatnego pozostaje nadal wysoki, co stanowi wyzwanie dla polityki energetycznej kraju i motywuje do rozwoju technologii alternatywnych. Warto zauważyć, że w ostatnich latach coraz większą uwagę przykłada się do zagadnień związanych z ochroną środowiska, w tym gospodarką odpadami i produkcją energii ze źródeł alternatywnych.

Rozwiązania dla silników przemysłowych zasilanych paliwami alternatywnymi. Dekada doświadczeń w kogeneracji wodorowej - Marek Sutkowski, Horus-Energia

Światowe rynki paliw i energii od wielu lat kładą nacisk na obniżenie emisji CO₂ poprzez wykorzystanie paliw alternatywnych na szerszą skalę. Biokomponenty w coraz większym udziale są dodawane do paliw wykorzystywanych w transporcie, a silniki zasilane paliwami z biokomponentami nie wykazują większej awaryjności i to pomimo sukcesywnemu zwiększaniu ich mocy. Ostatnio podobne trendy można zaobserwować również w branży energetycznej. Szczególnie ostatnie lata przyniosły większe zainteresowanie paliwami alternatywnymi, nie tylko w kontekście obniżenia emisji CO₂, ale też w celu zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego oraz poszukiwania tańszych paliw. Wieloletnie przesadnie ostrożne podejście do zastosowania paliw alternatywnych w branży energetycznej było głównie kwestią wygody i trwania przy dawno wypracowanych mechanizmach. Wiele podmiotów zamiast szukać nowych rozwiązań przyjaznych środowisku wolało pozostać przy stosowanych od wielu lat urządzeniach, systemach i źródłach paliwa. Takie podejście nie ma swojego uzasadnienia w rynkowo dostępnej technologii. Przemysłowe silniki tłokowe stosowane zarówno w rezerwowych zespołach prądotwórczych czy w jednostkach kogeneracyjnych wykazują się dużą trwałością, a jednocześnie ich prosta budowa tworzy duży potencjał do modyfikacji i adaptacji bez ryzyka awarii. Firma Horus-Energia jest liderem rynku w przemysłowych silnikach tłokowych zasilanych paliwami niekonwencjonalnymi, a swoją pozycję zbudowała wieloma projektami badawczo-rozwojowymi i kilkoma opatentowanymi rozwiązaniami. Niniejsze opracowanie obejmuje przegląd dostępnych technologii silnikowych opracowanych przez firmę Horus-Energia i dedykowanych paliwom alternatywnym ze szczególnym uwzględnieniem ponad dekady doświadczenia w budowie i eksploatacji zespołów zasilanych paliwem wodorowym. Dodatkowo przedstawione zostaną obecnie prowadzone projekty badawczo-rozwojowe: finansowany ze środków NCBiR oraz w ramach współpracy z PGNiG Grupa Orlen.

RDF to LIQUID FUEL - Andrzej Habryń, Smart Storage

Założenia procesu: TECHNOLOGIA • Wytwarzanie paliw ciekłych w termo-chemicznym procesie beztlenowym z RDF • Wydajność tego procesu sięga 75% - 95% wsadu surowca Hydro Thermal Upgrading (HTU) to technologia wytwarzania paliw, nadająca się szczególnie do przetwarzania wilgotnej biomasy i tworzyw szt. Jest rodzajem procesu Katalityczna piroliza (szybk). W temperaturze 600 ° C, pod wysokim ciśnieniem, biomasa przekształca się w ciężki organiczny. płyn zawierający mieszanek węglowodorów, zwany "Bio-Crude"(Bio-ropa naftowa). Po przetworzeniu, wykorzystując dobrze znany proces technologiczny zwany katalitycznym hydroodtlenianiem (HDO), otrzymuje się biopaliwo o podobnych cechach do tradycyjnego oleju napędowego. Może być ono mieszane w każdej proporcji z olejem napędowym tradycyjnym, bez wpływu na infrastrukturę i silniki. • Bio-olej (lub biodiesel) uzyskiwany w naszym procesie produkcji z odpadów, nie zaś z obróbki oleju roślinnego, jest olejem napędowym syntetycznym o doskonałych parametrach. • "Tradycyjny" olej napędowy ma liczbę cetanową około 52, a klasy "premium" 56. „RDF-diesel" ma wyższą liczbę cetanową, sięgającą 60. • Paliwo jest zgodne ze standardami UE dla paliw płynnych. • Technicznie spełnia kryteria środowiskowe dla biopaliw RÓŻNICE Z INNYMI PROCESAMI • Dzisiaj, wszystkie systemy waloryzacji energetycznej RDF opierają się na: • -+ Spalaniu • -+ Gazyfikacji • wysokiej temperaturze • bardzo wysokich ciśnieniach Te procesy charakteryzuje przeważnie niska wydajność produktów ciekłych (18-35%) oraz powstawanie w ich trakcie szkodliwych odpadów. Inne metody, wykorzystujące bardziej złożone chemiczne procesy nie są w stanie wytwarzać energii ekonomicznie konkurencyjnej.

Wymagania i procedury badawcze oraz certyfikacja urządzeń dla rozwiązań technicznych wspomagających procesy technologiczne - Tomasz Woźnica, Marek Bogacz, Robert Ulfig, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technik Innowacyjnych EMAG

Prawodawstwo obowiązujące w UE nakłada na producentów i dystrybutorów każdego urządzenia wprowadzanego do obrotu obowiązek dostosowania jego parametrów technicznych, zarówno funkcjonalno - użytkowych, jak i związanych z bezpieczeństwem użytkownika, bezpieczeństwem elektrycznym, kompatybilnością elektromagnetyczną, zawartością substancji szkodliwych czy wreszcie efektywnością energetyczną i wielu, wielu innych, do ogólnie przyjętych specyfikacji szczegółowych, norm zharmonizowanych lub dedykowanych aktów prawnych. Wymaganie to dotyczy zarówno niewielkich, samodzielnych urządzeń jak i rozbudowanych instalacji budowanych w miejscu docelowego użytkownika. Część tych wymagań jest możliwa do zaimplementowania już na etapie opracowywania prototypu i prac badawczo rozwojowych. Istnieje jednak cały szereg złożonych wymagań technicznych, których potwierdzenie pociąga za sobą konieczność wykonywania skomplikowanych badań laboratoryjnych, zastosowania zaawansowanej i kosztownej aparatury badawczej jak również rozbudowanych instalacji testowych, ściśle dostosowanych do specyfiki ocenianego urządzenia. W przypadku rozbudowanych instalacji rozsądnym rozwiązaniem jest dzielenie systemu na możliwe małe bloki funkcjonalne, które mogłyby być wszechstronnie zbadane w warunkach laboratoryjnych. Oczywistym powodem takiego podejścia jest fakt, że nie istnieją uniwersalne stanowiska laboratoryjne dostosowane do badań dużych systemów. Nawet jeśli normy metod badawczych przewidują możliwość wykonywania badań w warunkach „in situ”, często warunki panujące w miejscu docelowej instalacji nie pozwalają na uzyskanie wiarygodnych wyników pomiarów. Przykładem tego problemu są pomiary zaburzeń radioelektrycznych, które w uprzemysłowionym, wysyconym urządzeniami radiokomunikacyjnymi otoczeniu nie mają większego sensu technicznego. [Dzielenie systemu na bloki funkcjonalne tworzy jednak pewną pułapkę. Dla poprawnego wykonania badań takie wyodrębnione bloki funkcjonalne w większości wypadków powinny mieć zapewnioną możliwość funkcjonowania i to w warunkach możliwie zbliżonych do tzw. „normalnego użytkownika”. Oznacza to konieczność doprowadzenia wszystkich niezbędnych wartości wejściowych, zapewnienia nominalnych obciążeń i kontrolowania wszystkich generowanych zmiennych wyjściowych. Mam tu na myśli nie tylko sygnały elektryczne, ale także działania czysto mechaniczne, powiązane z różnego rodzaju mediami wykorzystywanymi w systemie, energią cieplną, promieniowaniem EM itd. Podczas planowania prac b+r należy zatem uwzględnić konieczność budowy złożonych instalacji testowych, które umożliwiłyby wykonywanie badań w warunkach laboratoryjnych z zachowaniem parametrów i trybów tzw. normalnego użytkownika. Trzeba też przeanalizować możliwość wykorzystania rzeczywistych bloków funkcjonalnych jako symulatorów na stanowiskach testowych, a niejednokrotnie wykonać żmudne próby funkcjonalne, zanim w ogóle przystąpi się do badań związanych z oceną zgodności.