MICROEMULSION BIOLIQUIDS

BIOPLŹNY MIKROEMULSYJNE

Urszula Kaźmierczak, Andrzej Kulczycki

Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

e-mail: urszula.kazmierczak@itwl.pl, andrzej.kulczycki@itwl.pl

Abstract: Introduction of biofuels in place of heating oils and biocomponents of heating oils is fraught with technological and technical difficulties. The final product - microemulsion bioliquid must have in its composition more appropriately selected emulsifiers package designed to maintain a constant characteristic HLB resistant to variation of bioliquid components. Final microemulsion bioliquid should be stable at a wide range of temperature, the certain period of time, and should be produced under conditions easy to apply in industry. The paper presents preliminary results focused on liquid waste from dairy industry using as microemulsion bioliquid component and an economic analysis of microemulsion bioliquids application in supplying of electricity to local grids accordingly to their needs.

Keywords : bioliquid, microemulsion, liquid fuel, energy

Streszczenie: Wprowadzanie biopaliw w miejsce olejów opałowych oraz biokomponentów do olejów opałowych napotyka na wiele trudności technologicznych i technicznych. Produkt końcowy, którym ma być biopłyn mikroemulsyjny musi posiadać w swoim składzie nie tylko odpowiednio dobrany pakiet emulgatorów mających właściwość utrzymania stałej liczby HLB, odpornej na zmienność tworzących go składników, ale także opracowanie takiej metody wytwarzania biopłynu mikroemulsyjnego, który będzie stabilny w określonej temperaturze, w określonym przedziale czasowym, oraz musi zostać wytworzony w warunkach maksymalnie zbliżonych do produkcji przemysłowej. W publikacji przedstawiono wstępne wyniki badań z zastosowaniem ciekłych odpadów z przemysłu mleczarskiego oraz analizę ekonomiczną odniesioną do stosowania mikroemulsyjnych biopłynów zasilających lokalne źródła energii elektrycznej uzupełniające potrzeby sieci energetycznych.

Słowa kluczowe : biopłyn, mikroemulsja, ciekłe paliwo, energetyka

1. Wstęp

Zgodnie z zapisami dyrektywy 2009/28/WE biomasa może i powinna być wykorzystywana nie tylko do wytwarzania biopaliw dla transportu, ale również tzw. biopłynów – ciekłych paliw stosowanych w energetyce. Poniżej cytowane zapisy europejskich i polskich aktów prawnych uzasadniają podjęcie tematyki olejów opałowych zawierających biokomponenty. Biopłyny - zgodnie z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE, Art. 2 podpunkt „h”, niniejszej Dyrektywy: - „BIOPLYN” oznaczają ciekłe paliwa dla celów energetycznych, innych niż w transporcie, w tym do wytwarzania energii elektrycznej oraz energii ciepła i chłodu, produkowane z biomasy; Zgodnie z: Ustawą z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych Art. 2. „Użyte w ustawie określenia oznaczają: 2) biomasa; stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, przemysłu przetwarzającego ich produkty, a także części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji, a w szczególności surowce rolnicze;

Dyrektywa Unii 2009/28/WE zachęca do stosowania biopaliw i biopłynów z uwzględnieniem terenów, z których pochodzą surowce do ich produkcji. Pkt. 74 preambuły do Dyrektywy (fragment): „Zachęty przewidziane w niniejszej dyrektywie będą sprzyjać zwiększeniu produkcji biopaliw i biopłynów na całym świecie. W przypadku gdy biopaliwa i biopłyny są produkowane z surowców uprawianych na terytorium Wspólnoty, powinny one być także zgodne ze wspólnotowymi wymaganiami w zakresie ochrony środowiska w odniesieniu do rolnictwa, w tym wymaganiami dotyczącymi ochrony jakości wód gruntowych i powierzchniowych, oraz wymaganiami społecznymi”.

2. Koncepcja wykorzystania odpadów z przemysłu papierniczego i rolno-spożywczego.

Stosowanie biopaliw i biopłynów ma na celu ograniczenie emisji gazów cieplarnianych i rozwój zrównoważony przemysłu związanego z ich stosowaniem. Dyrektywa wprowadza system dla biopaliw i biopłynów mający zagwarantować zgodność polityki z zasadami zrównoważonego rozwoju środowiska naturalnego, gwarantując, między innymi, że biopaliwa liczące się do realizacji celów w transporcie i biopłyny liczące się do osiągnięcia celów w energetyce przyczynią się do osiągnięcia ograniczenia emisji gazów cieplarnianych.

Możliwości szerokiego wykorzystania biomasy na cele energetyczne są jednak ograniczone ze względu na ograniczone jej zasoby i konkurencyjność przemysłu elektroenergetycznego [1]. Biomasa stała, głównie odpady drewna i słoma wykorzystywana jest prawie w całości przez elektrownie zawodowe w procesie współspalania.

Sytuacja ta zmieni się po 2014 r. gdy zakłady energetyczne nie uzyskają „zielonych” certyfikatów za współspalanie. Wówczas znacząco wzrośnie atrakcyjność biopłynów.

Technologie wytwarzania biopłynów powinny być więc oparte na innych surowcach, do których należą: odpady przemysłu papierniczego, w tym tzw. czarny ług. Rozwinięty w Polsce przemysł papierniczy i rolno – spożywczy skłania do podjęcia tematyki wykorzystania organicznych odpadów z tego przemysłu, jako biokomponentów biopłynów.

Przykładem wykorzystania masy drzewnej do wytwarzania biopaliw i biopłynów jest Szwecja. Na stosunkowo dużą skalę wykorzystywane jest tam tzw. paliwo drzewne, które stanowią przede wszystkim zrębki i odpady po wycince lasu, tzn. gałęzie i czubki, ale również z celowej produkcji wierzby energetycznej. Energia zużywana w Szwecji w niecałych 29 % pochodzi z biopaliw takich jak paliwa drzewne, biopaliwa pochodzenia rolniczego, torf, odpady organiczne oraz czarny ług - produkt odpadowy z przemysłu papierniczego. Wymienione paliwa służą przede wszystkim do produkcji w skojarzeniu ciepła i prądu.

Szwecja posiada ok. 27 milionów hektarów porośniętych lasami, a Polska 9,4 milionów hektarów. Mimo tego, rocznie wycina się w Szwecji tylko 2 razy więcej areałów leśnych niż w Polsce. Jeśli chodzi natomiast o areał rolniczy to Polska posiada 6-ciokrotną ilość (18 mln ha) areału szwedzkiego (3,1 mln ha). Polska gleba rolnicza nadaje się znakomicie do uprawy roślin energetycznych i lasu energetycznego (wierzba). Dlatego też należy podkreślić, że w Polsce istnieją znakomite – chyba jedne z najlepszych w Europie - warunki do produkcji biopaliw i biopłynów opartych na drewnie (celulozie). Dlatego skupiono się na zbadaniu możliwości wykorzystania odpadów z przemysłu papierniczego do wytwarzania mikroemulsyjnego biopłynu.

3. Koncepcja bezpośredniej energetycznej konwersji odpadów z przemysłu papierniczego i rolno-spożywczego.

Znane i wdrażane za granicą technologie zakładają głębokie przetworzenie chemiczne odpadów, np. do DME [2]. Takie rozwiązanie pociąga za sobą znaczący wzrost kosztów przetwarzania odpadów, znaczący wzrost konsumpcji energii, a co za tym idzie znaczący wzrost emisji CO₂. W rezultacie skomplikowane, energochłonne technologie w znaczącym stopniu niweczą ideę wdrażania biopłynów, jako paliw redukujących emisję gazów cieplarnianych.

Powyższy wniosek skłania do opracowania technologii bezpośredniej konwersji odpadów, bez konieczności głębokiego ich przetwarzania chemicznego, np. w procesach zgazowania lub pirolizy.

Czarny ług i/lub inne odpady organiczne z przemysłu papierniczego i rolno – spożywczego zwane dalej biokomponentami są mieszaniną polarnych związków organicznych, rozpuszczalnych w wodzie, nierozpuszczalnych w węglowodorach. Stwierdzono, że rozpuszczanie biokomponentów w wodzie i wprowadzanie wodnego roztworu do mineralnego oleju opałowego w postaci mikroemulsji znacznie uprości technologię wytwarzania biopłynów, a co najważniejsze znacznie zredukuje energochłonność technologii.

Utworzenie mikroemulsji wymaga stosowania pakietu dodatków emulgujących. ITWL współpracując z firmą INWEX rozpoczął badania nad modyfikacją składu pakietu dodatków emulgujących, opracowanego wcześniej dla potrzeb wytwarzania mikroemulsyjnych paliw do silników wysokoprężnych.

Odrębnym problemem jest przygotowanie odpadu do stosowania go jako składnika biopłyynu mikroemulsyjnego. Technologia wstępnego przygotowania odpadu powinna być dostosowana do jego składu chemicznego i właściwości. Czarny ług jest mieszaniną polarnych związków organicznych typu alkoholi, aldehydów, ketonów i kwasów, wody i wodorotlenku sodu. Wykorzystanie czarnego ługu jako składnika mikroemulsyjnego biopłyynu wymaga więc wstępnego usunięcia zasadowych, nieorganicznych składników.

Odpady z przemysłu rolno – spożywczego, głównie z mleczarni i gorzelni nie wymagają wstępnego przygotowywania surowca do wytwarzania mikroemulsji.

Rys. 1. Koncepcja technologii wykorzystania odpadów przemysłu papierniczego i rolno – spożywczego do wytwarzania energii elektrycznej i ciepła.

4. Techniczne i ekonomiczne możliwości wykorzystania biopłynów mikroemulsyjnych w energetyce

Przeważająca liczba elektrowni i elektrociepłowni w Polsce zasilana jest węglem. Skutkiem tego jest jedna z najwyższych w Europie emisji CO₂ przypisanej do 1 kWh energii elektrycznej i 1 kJ ciepła. Tzw. współspalanie, mające na celu redukcję emisji CO₂ jest wykorzystaniem biomasy stałej, głównie drzewnej i słomy do zasilania pieców w elektrowniach i ciepłowniach, przystosowanych do spalania paliw stałych (węgiel kamienny, węgiel brunatny). Ciekłe paliwa – oleje opałowe są stosowane głównie w małych instalacjach energetycznych, w tym przydomowych systemach ogrzewania. Zastosowanie ciekłych paliw – biopłynów w energetyce zawodowej wymaga więc przebudowy systemów konwersji energii zawartej w paliwach w energię elektryczną i ciepło. W miejsce instalacji do spalania paliw stałych zainstalowane powinny być silniki wysokoprężne lub turbinowe. Wymaga to modernizacji lub całkowitej przebudowy zakładu energetycznego. Z tego powodu duże elektrownie zawodowe nie będą chciały stosować biopłynów, natomiast zainteresowanie biopłynami wykazują elektrociepłownie i przemysłowe zakłady energetyczne. Przykładem takiego zakładu energetycznego jest EC Rzeszów, która zlikwidowała piece węglowe i w to miejsce zainstalowała dwa silniki wysokoprężne o mocy 13,5 MW każdy. Paliwem dla takich silników może być olej napędowy, lekki olej opałowy oraz biopłyn, takie jak FAME, oleje roślinne, a także biopłyn mikroemulsyjny. Opierając się na doświadczeniach EC Rzeszów poniżej zanalizowano uwarunkowania ekonomiczne takiego rozwiązania.

Koszty inwestycyjne wynoszą 140 000 000 zł. Instalacja wyposażona jest w dwa silniki wysokoprężne o mocy 13,5 MWe każdy oraz system kogeneracyjny. Silniki te w roku wytwarzać będą:

- 230 GWh energii elektrycznej
- 480 TJ ciepła

Konsumpcja biopłynów mikroemulsyjnych: 50 000 Mg/rok.

Przychody ze sprzedaży energii elektrycznej i ciepła są następujące:

- Przychody ze sprzedaży energii elektrycznej – 230 GWh/rok x 194 000 zł/GWh = 44 620 000 zł/rok
- Przychody ze sprzedaży ciepła – 480 TJ/rok x 29 000 zł/TJ = 13 920 000 zł/rok
- Suma = 121 790 000 zł/rok

Koszty stałe bez paliwa wynoszą 2 400 tys. zł. Cena paliwa decyduje więc o opłacalności przedsięwzięcia. W przypadku paliw mineralnych instalacja corocznie przynosiłaby stratę, zastosowanie FAME lub olejów roślinnych również nie pozwala na osiągnięcie akceptowalnego tempa zwrotu nakładów inwestycyjnych. Jedynym opłacalnym paliwem jest natomiast mikroemulsyjny

biopłyn, zawierający w swym składzie odpady z przemysłu papierniczego lub rolno – spożywczego.

5. Efekty ekologiczne stosowania biopłynów mikroemulsyjnych

Efekt ekologiczny stosowania biopłynu mikroemulsyjnego sprowadzony może być do dwóch obszarów. Jednym jest redukcja ilości odpadów poprzez ich wykorzystanie jako surowca do wytwarzania mikroemulsyjnego paliwa, przeznaczonego do zasilania agregatu generującego energię elektryczną i ciepło w kogeneracji.

Drugim obszarem dającym wymierny efekt ekologiczny jest redukcja emisji NO_x i PM z małych i średnich instalacji energetycznych/grzewczych, wynikająca z wprowadzenia paliwa mikroemulsyjnego [3], [4]. Ma to szczególne znaczenie w obszarach zurbanizowanych. Zastosowanie paliwa mikroemulsyjnego do zasilania silnika agregatu prądotwórczego pozwoli na redukcję emisji NO_x o około 25%, a cząstek stałych PM o 40 – 50 % w stosunku do konwencjonalnego paliwa mineralnego.

Jak poważnym problemem dla środowiska i warunków życia w miastach jest zanieczyszczenie powietrza tlenkami azotu i cząstkami stałymi pokazuje raport GIOŚ za 2011r [3]. Według raportu GIOŚ za 2011 rok, w ocenie na podstawie stężeń średnich rocznych NO_x, do klasy A zaliczono 41 stref. W 4 strefach-aglomeracjach oraz w jednej strefie-mieście dla stężenia średniego rocznego NO_x stwierdzono przekroczenie poziomu dopuszczalnego. Raport GIOŚ w odniesieniu do stężeń 24-godzinnych pyłu PM₁₀ w 2011 roku spośród 46 stref w kraju, 4 zaliczono do klasy A (ok. 9%) i aż 42 do klasy C (ok. 91%). Przekroczenia dopuszczalnych poziomów 24-godz. stężeń PM₁₀ najczęściej występują w okresie zimowym. W odniesieniu do pyłu PM_{2,5} klasę A przypisano 19 spośród 46 stref (ok. 41%). Tak więc stosowanie i rozpowszechnienie instalacji energetycznych zasilanych paliwem mikroemulsyjnym w znaczącym stopniu wpłynie na redukcję emisji NO_x i PM.

6. Działania ITWL w zakresie rozwoju biopłynów mikroemulsyjnych w Polsce.

Przedstawiona powyżej analiza prawna, techniczna, ekologiczna i ekonomiczna skłaniają ITWL do prowadzenia szeregu prac badawczych w zakresie biopłynów mikroemulsyjnych. ITWL nawiązał współpracę z firmą INWEX w zakresie wspólnych badań nad dostosowaniem składu pakietu dodatków emulgujących do składu chemicznego i właściwości różnych, dostępnych lokalnie ciekłych odpadów. Przeprowadzono wstępne badania zmodyfikowanego pakietu emulgującego wytwarzając w skali laboratoryjnej mikroemulsję Instytut nawiązał

również współpracę z podmiotami sektorów: papierniczego i mleczarskiego w celu pozyskiwania surowca do wytwarzania biopłynów mikroemulsyjnych.

Wykonując prace eksperckie z zakresu zrównoważonego rozwoju, w tym dla Ministerstwa Gospodarki oraz dla wytwórców biopaliw ITWL przedstawił jako jedno z najbardziej korzystnych rozwiązań, pozwalających spełnić emisyjne wymogi na lata 2017 i 2018 wdrożenie technologii zasilania wewnętrznych instalacji energetycznych biopłynami mikroemulsyjnymi.

Kolejnym obszarem zastosowania mikroemulsyjnych biopłynów są instalacje zasilające lokalne sieci energetyczne. W ostatnich latach w Europie, w tym w Polsce coraz wyraźniej widoczna jest potrzeba uniezależniania lokalnych odbiorców energii elektrycznej od dostaw z sieci przesyłowych. Celem tych działań jest odciążenie przestarzałych sieci przesyłowych, ograniczenie strat przesyłane na duże odległości energii elektrycznej oraz zwiększenie lokalnego bezpieczeństwa energetycznego. Powyższe argumenty są już obecnie analizowane na poziomie samorządów gmin i powiatów.

Wymienione wyżej argumenty wskazują również na możliwość zastosowania lokalnych instalacji energetycznych zasilanych biopłynami mikroemulsyjnymi w infrastrukturze lotniskowej.

7. Podsumowanie

- 1) Biopłyny będą opłacalnym paliwem dla energetyki po 2014 r. gdy przestanie być opłacalne współspalanie
- 2) Stosowanie odpadów z przemysłu papierniczego i rolno – spożywczego:
 - upraszcza system potwierdzania spełnienia kryteriów zrównoważonego rozwoju;
 - pozwala na redukcję kosztów wytwarzania paliwa do poziomu konkurencyjnego z paliwami konwencjonalnymi, dzięki czemu inwestycje w systemy energetyczne zasilane paliwami ciekłymi uzyskują akceptowalne tempo zwrotu.
- 3) Przy zastosowaniu silników wysokoprężnych dodatek 20 % V/V wody w postaci mikroemulsji zwiększa zużycie paliwa o około 2 % przy zachowaniu oczekiwanej mocy silnika.
- 4) ITWL podjął działania w zakresie opracowania i przygotowywania do wdrożenia w Polsce biopłynów mikroemulsyjnych, współpracując w tym zakresie z wieloma ośrodkami badawczymi i naukowymi (np. ITR, UKSW), samorządowymi (woj. Mazowieckie i Świętokrzyskie) oraz podmiotami przemysłu papierniczego i rolno - spożywczego.

8. Literatura

- [1] Biernat K., Kulczycki A. – Trends in biofuel market development in relation to regulations of European Union; *Przemysł Chemiczny*, V. 88 pp. 214 – 221, 2009, 7.
- [2] Górski W., Kulczycki A. – Dimethyl ether. A future fuel for diesel engine?; *Przemysł Chemiczny*, V. 88, pp. 222 – 227, 2009,
- [3] Merkisz J.: *Ekologiczne problemy silników spalinowych*. Wyd. Politechniki Poznańskiej. Poznań 1999. Tom 2.
- [4] Leszek Piaseczny Ryszard Zadrag INFLUENCE OF WATER-FUEL EMULSION SUPPLY ON SMOKING OF SHIP'S COMBUSTION ENGINE; *Journal of KONES Internal Combustion Engines* 2003, vol. 10, 3-4