

Martynika Pałuchowska, Bogusława Danek

Institut Nafty i Gazu, Kraków

Specyfikacje jakościowe bioetanolu i biopaliw do silników o zapłonie iskrowym

We wstępie do artykułu zamieszczono informację o uczestnictwie Zakładu Paliw i Procesów Katalitycznych w krajowym i europejskim procesie normalizacyjnym produktu BIOETANOL PALIWOWY. Następnie dokonano przeglądu specyfikacji dla bioetanolu, jakie zostały wypracowane przez niektóre kraje świata, jak USA, Brazylia, Indie i kraje Unii Europejskiej, w tym Polska. Zamieszczono także informację o zawarciu trójstronnego porozumienia pomiędzy Komitetami normalizacyjnymi Brazylii (ABNT), Unii Europejskiej (CEN) i Stanów Zjednoczonych (ASTM), w celu wypracowania ujednoliconej, światowej normy jakościowej dla bioetanolu. W kolejnej części artykułu podano przegląd specyfikacji opracowanych dla biopaliw do silników o zapłonie iskrowym w Brazylii, USA, Chinach, Rosji i Unii Europejskiej. W podsumowaniu stwierdzono, że światowy rynek biopaliw do silników o zapłonie iskrowym rozwija się dynamicznie, a Unia Europejska dołącza do grona krajów wykorzystujących bioetanol, jako jedno ze źródeł energii odnawialnej w transporcie drogowym.

Bioethanol specifications and biofuels specifications for the spark ignition engines

In the beginning of the paper there was some information about Fuel and Catalytic Processes Department participation in domestic and European normalization process of Fuel Bioethanol product. Next, review of the bioethanol specifications, took place. These specifications were worked out in some countries of the world as USA, Brazil, India, UE including Poland. The following was information about the tri-partite project between ABNT, CEN, ASTM to work out one global bioethanol specification. In the second part of the article review of the biofuels specifications for the spark ignition engines in Brazil, USA, China, Russian and UE was presented. In the end of the paper it was found that world biofuel market increased, so UE was joined to the countries, which used bioethanol as renewable source energy in the road transport.

Wstęp

Zakład Paliw i Procesów Katalitycznych Instytutu Technologii Nafty, a obecnie Instytutu Nafty i Gazu w Krakowie, od przeszło dwudziestu pięciu lat obejmuje zakresem tematyki badawczej paliwa do silników o zapłonie iskrowym. Pierwsze technologie benzyn silnikowych z wykorzystaniem bioetanolu, jako komponentu benzyn silnikowych, powstały w związku z sukcesywnym obniżaniem zawartości ołowiu w benzynach silnikowych. Wykorzystanie do produkcji benzyn nowych komponentów, jakimi były związki tlenowe (w tym bioetanol), rekompensowało niedobór oktany spowodowany wycofaniem związków ołowiu. Dla potrzeb produkcji i stosowania bioetanolu jako komponentu benzyny silnikowej Zakład uczestniczył w opracowywaniu norm jakościowych ZN-96/MPiH/NF-217 na etanol paliwowy BIOETANOL B-80 i ZN/MGiPS/NF-214/2003 na etanol paliwowy BIOETANOL. Zakład Paliw i Procesów Katalitycznych uczestniczył także w opracowywaniu normy PN-92/C-96025 i dalszych jej wersji, która dawała możliwość stosowania w Polsce związków tlenowych do produkcji benzyn niskoołowiowych i bezołowiowych. Wdrażane do

produkcji u krajowych producentów paliw technologie benzyn silnikowych z bioetanolem były związane także z ustaleniem odpowiednich wymagań jakościowych, w randze normy. Stąd dla benzyny niskoołowiowej E94E została opracowana norma ZN-92/MPiH/NF-207, a dla benzyny bezołowiowej Super Plus 98 – norma ZN-94//MPiH/NF-212. Na podstawie normy ZN/MGiPS/NF-214/2003 zostały ustalone aktualnie obowiązujące w Polsce wymagania dla bioetanolu paliwowego, zawarte w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki i Pracy z 19 października 2005 roku w sprawie wymagań jakościowych dla biokomponentów oraz metod badań jakości biokomponentów. Warto w tym miejscu wspomnieć, że Zakład, we współpracy z krajowymi producentami paliw i bioetanolu, przyczynił się do ustanowienia jakości; zarówno bioetanolu, jak i benzyn silnikowych z jego udziałem, na kilkanaście lat przed opracowaniem w Unii Europejskiej normy jakościowej dla bioetanolu. Norma europejska określająca jakość bioetanolu – EN 15376, została wydana w 2007 roku, a przy jej ustanawianiu brano pod uwagę między innymi normę ZN/MGiPS/NF-214/2003.

W niniejszym artykule, będącym kontynuacją przeglądu dotyczącego sytuacji na świecie we wdrażaniu biopaliw do sektora transportu drogowego [7], zamieszczono informacje na temat specyfikacji jakościowych

wypracowanych w niektórych krajach dla bioetanolu jako komponentu benzyny silnikowej oraz specyfikacji biopaliw do silników o zapłonie iskrowym zawierających bioetanol.

Przegląd specyfikacji bioetanolu paliwowego

W 2007 roku zawiązane zostało trójstronne porozumienie pomiędzy Komitetami normalizacyjnymi Brazylii (ABNT), Unii Europejskiej (CEN) i Stanów Zjednoczonych (ASTM) w celu wypracowania ujednoczonych światowych norm jakościowych dla biopaliw, w tym między innymi dla bioetanolu. Światowy rynek biopaliw dynamicznie się rozwija i konieczna stała się jednolita specyfikacja jakościowa dla bioetanolu, jako przedmiotu ogólnoswiatowego handlu [10]. W związku z tym obecnie trwają prace przygotowawcze do wypracowania takiej specyfikacji. Tymczasem poszczególne kraje świata posiadają własne specyfikacje jakościowe dla etanolu. Niektóre z nich przytoczono poniżej.

Unia Europejska

W 2007 roku Komitet Techniczny CEN/TC 19 – Ethanol Task Force zakończył prace normalizacyjne nad specyfikacją dla bioetanolu paliwowego w postaci normy europejskiej EN 15376:2007. W związku z przyjętą specyfikacją bioetanolu paliwowego rewizji poddano także normę EN 228 na benzynę silnikową, gdzie między innymi włączono wypracowane wymagania na bioetanol stosowany do jej komponowania.

W tabelicy 1 podano europejskie wymagania dla bioetanolu, jako blendingowego komponentu benzyny silnikowej, w której udział bioetanolu może wynosić maksymalnie 5% (V/V).

Dopuszcza się stosowanie skaźników do bioetanolu, jeśli wymagają tego przepisy krajowe, jednak z zastrzeżeniem, że substancje te nie mogą powodować szkodliwych skutków dla silników pojazdów i urządzeń systemów dystrybucji paliwa.

W normie EN 15376 jako skaźniki rekomendowane są: benzyna silnikowa o właściwościach zgodnych z EN 228, eter etylowo-tert-butyłowy (ETBE), eter metylo-tert-butyłowy (MTBE), alkohol tert-butyłowy (TBA), alkohol izobutyłowy (IBA) oraz izopropanol (IPA). Wszystkie te skaźniki mogą być używane razem lub każdy z osobna, z wyjątkiem IBA i IPA, które należy stosować zawsze z innym skaźnikiem, ze względu na łatwość ich usuwania z bioetanolu. Zawartość skaźników w bioetanolu pozostawiono do decyzji w poszczególnych krajach.

W Polsce od wielu lat istnieje norma zakładowa ZN/MGiPS/NF-214/2003 na etanol paliwowy BIOETANOL, podająca specyfikację tego produktu fermentacyjnego, stosowanego jako komponent do produkcji benzyny silnikowej bezołowiowej.

Norma ta określa również skaźniki dla etanolu paliwowego BIOETANOL, którymi mogą być:

- bezołowiowa benzyna silnikowa o temperaturze końca destylacji nie wyższej niż 210°C w ilości 3-5% (V/V),
- bitrex (benzoosan denatonium) w ilości nie mniejszej niż 0,3 g na 100 litrów etanolu paliwowego.

Tabela 1. Wymagania dla bioetanolu jako blendingowego komponentu benzyny silnikowej według EN 15376:2007

Parametr	Wymagania	Metody badań według
1. Zawartość etanolu i wyższe alkohole nasycone [%] (m/m)	min. 98,7	EC/2870/2000 – Metoda I Appendix II, Metoda B
2. Zawartość wyższych (C ₂ -C ₃) monoalkoholi nasyconych [%] (m/m)	max. 2,0	EC/2870/2000 – Metoda III
3. Zawartość metanolu [%] (m/m)	max. 1,0	EC/2870/2000 – Metoda III
4. Zawartość wody [%] (m/m)	max. 0,300	EN 15489
5. Zawartość chlorków nieorganicznych [mg/l]	max. 20,0	EN 15484 lub EN 15492
6. Zawartość miedzi [mg/kg]	max. 0,100	EN 15488
7. Kwasowość (w przeliczeniu na kwas octowy) [%] (m/m)	max. 0,007	EN 15491
8. Wygląd	Jasny i przezroczysty	Wizualnie
9. Zawartość fosforu [mg/l]	max. 0,50	EN 15487
10. Zawartość substancji nielotnych [mg/100 ml]	max. 10	EC/2870/2000 – Metoda II
11. Zawartość siarki [mg/kg]	max. 10,0	EN 15485 lub EN 15486

Na podstawie powyższej normy zostały ustalone wymagania dla bioetanolu paliwowego, które podaje Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z 19 października 2005 roku w sprawie wymagań jakościowych dla biokomponentów oraz metod badań jakości biokomponentów. Wymagania te zamieszczono w tabelicy 2.

W związku z wypracowaniem normy europejskiej dla bioetanolu paliwowego zmianie ulegną w niedługim czasie również powyższe wymagania.

Brazylia

Narodowa Agencja ds. Ropy Naftowej (ANP) opublikowała w dokumencie Act 36/2005 wymagania dla

dwóch gatunków bioetanolu paliwowego: bezwodnego i zawierającego wodę. W tabelicy 3 podano wymagania dla obu gatunków [1, 3].

USA

Stany Zjednoczone Ameryki Północnej, gdzie podaż benzyny silnikowej przewyższa podaż oleju napędowego, na szeroką skalę stosują bioetanol, jako komponent benzyny silnikowej. Norma ASTM D 4806-03 podaje wymagania jakościowe na skażony bioetanol paliwowy, który może być stosowany jako komponent do benzyn stosowanych do silników z zapłonem iskrowym. Wymagania te przedstawiono w tabelicy 4.

Tabela 2. Wymagania jakościowe dla bioetanolu według Rozporządzenia Ministra Gospodarki i Pracy z 19 października 2005 r.

Parametr	Wymagania	Metody badań według
1. Moc w temp. 20°C [%] (V/V)	min. 99,6	PN-A-79528-3/A1:1995
2. Zawartość wody [%] (m/m)	max. 0,40	PN-81/C-04959
3. Zawartość chloru [mg/kg]	max. 40	PN-88/C-04005
4. Kwasowość (w przeliczeniu na kwas octowy) [g/l]	max. 0,03	PN-A-79528-7:2001
5. Zawartość aldehydów i ketonów (w przeliczeniu na CH ₃ CHO) [g/l]	max. 0,20	PN-A-79528-4:2000
6. Zawartość metanolu [%] (V/V)	max. 0,2	PN-A-79528-6:2000
7. Zawartość miedzi [mg/kg]	max. 0,1	PN-80/A-04012
8. Pozostałość po odparowaniu [g/l]	max. 0,02	PN-A-79528-12:2000
9. Zawartość alkoholi fuzlowych [%] (V/V)	max. 2	Według pkt. 3.4 normy

Tabela 3. Specyfikacja brazylijskich bioetanoli paliwowych

Parametr	Wymagania		Metody badań według
	Etanol bezwodny	Etanol zawierający wodę	
1. Wygląd	Jasny i wolny od zawieszonych zanieczyszczeń	Jasny i wolny od zawieszonych zanieczyszczeń	Wizualnie
2. Kolor	Bezbarwny lub żółty	Bezbarwny lub żółty	Wizualnie
3. Kwasowość w przeliczeniu na kwas octowy [mg/l]	max. 30	max. 30	NBR 9866 lub ASTM D 1613
4. Przewodność elektryczna [μS/m]	max. 500	max. 500	NBR 10547 lub ASTM D 1125
5. Gęstość w 20°C [kg/m ³]	max. 791,5	807,6-811,0	NBR 5992 lub ASTM D 4052
6. Zawartość alkoholu [INPM]	min. 99,3	92,6-93,8	NBR 5992
7. pH	-	6-8	NBR 10891
8. Pozostałość po odparowaniu [mg/100 ml]	-	max. 5	NBR 8644
9. Zawartość węglowodorów [%] (V/V)	max. 3,0	max. 3,0	NBR 13993
10. Zawartość chlorków [mg/kg]	-	max. 1	NBR 10894/10895 lub ASTM D 512
11. Zawartość etanolu [%] (V/V)	min. 99,3	min. 92,6	ASTM D 5501
12. Zawartość siarczanów [mg/kg]	-	max. 4	NBR 10894/12120
13. Zawartość żelaza Fe [mg/kg]	-	max. 5	NBR 11331
14. Zawartość sodu Na [mg/kg]	-	max. 2	NBR 10422
15. Zawartość miedzi Cu [mg/kg]	max. 0,07	-	NBR 10893

Indie

W Indiach do benzyny silnikowej stosuje się alkohol etylowy w ilości do 5% (V/V), jednak w fazie projektów

są już działania zmierzające do zwiększenia udziału bioetanolu do 10% (V/V) [8]. Indie posiadają specyfikację dla bioetanolu paliwowego, której wymagania przedstawiono w tabelicy 5.

Tablica 4. Wymagania dla bioetanolu paliwowego według ASTM D 4806-03

Parametr	Wymagania	Metody badań według
1. Zawartość etanolu (C ₂ H ₅ OH) w temp. 20°C [%] (V/V)	min. 92,1	ASTM D 5501
2. Zawartość metanolu [%] (V/V)	max. 0,5	ASTM D 5501
3. Zawartość żywic obecnych [mg/100ml]	max. 5	ASTM D 381
4. Zawartość wody [%] (V/V)	max. 1,0	ASTM E 203
5. Zawartość skaźnika [%] (V/V)	1,96-4,76	Zawartość określona przez BATE TD U.S.
6. Zawartość chlorków nieorganicznych [mg/l]	max. 32	ASTM D 512
7. Zawartość miedzi [mg/kg]	max. 0,1	ASTM D 1688
8. Kwasowość (w przeliczeniu na kwas octowy) [%] (m/m)	max. 0,007	ASTM D 1613
9. pH	6,5-9,0	ASTM D 6423
10. Wygląd	Bez widocznych osadów i zawieszonych zanieczyszczeń (jasny i przezroczysty)	Wizualnie

Tablica 5. Indyjska specyfikacja bioetanolu według IS 15464:2004

Parametr	Wymagania	Metody badań ¹⁾ według
1. Gęstość względna w 15,6/15,6°C	max. 0,7961	A
2. Zawartość etanolu w 15,6°C [%] (V/V) (bez skaźnika)	min. 99,5	B
3. Mieszalność z wodą	Mieszalny	C
4. Zasadowość	Brak	D
5. Kwasowość w przeliczeniu na kwas octowy [mg/l]	max. 30	D
6. Pozostałość po odparowaniu [%] (m/m)	max. 0,005	E
7. Zawartość aldehydów w przeliczeniu na aldehyd octowy [mg/l]	max. 60	F
8. Zawartość miedzi Cu [mg/kg]	max. 0,1	G
9. Przewodność elektryczna [μS/m]	max. 300	H
10. Zawartość metanolu [mg/l]	max. 300	J
11. Wygląd	Przezroczysty i jasny	Wizualnie

¹⁾ Metody badań określone przez Bureau of Indian Standards

Przegląd specyfikacji biopaliw do silników o zapłonie iskrowym

Poniżej podano przegląd wymagań jakościowych dla biopaliw, tj. paliw zawierających powyżej 5% (V/V) bioetanolu, stosowanych do silników o zapłonie iskrowym. Specyfikacje te posiada wiele krajów w różnych regionach świata.

Brazylia

W Brazylii, która już w 1970 roku aktywnie zaangażowała się w promowanie produkcji i stosowania bioetanolu do paliw silnikowych, obecnie aż 11% energii zużywanej w transporcie drogowym pochodzi z biokomponentów [2]. Obecnie w tym kraju stosuje się różne udziały bioetanolu w paliwie do silników z zapłonem iskrowym; począwszy od 25% (V/V), po-

przez 85% (V/V), aż do 100% (V/V). Paliwa E85 i E100 posiadają prawdopodobnie specyfikacje podobne do niżej przedstawionych. Benzyna silnikowa zawierająca 25% (V/V) etanolu posiada specyfikację PANP n.002-16/01/2002, którą przedstawiono w tabelicy 6 [6].

USA

Wymagania dla benzyn silnikowych podaje norma ASTM D 4814-03. Dla benzyn ze związkami tlenowymi, a szczególnie z alkoholami, niezwykle ważna jest ochrona przed zawodnieniem, które (niekontrolowane) może doprowadzić do wydzielenia fazy wodnej i tym samym degradacji jakościowej benzyny. Norma amerykańska, jako wymagany parametr podaje temperatury

Tablica 6. Wymagania dla benzyny silnikowej z udziałem etanolu według PANP n.002-16/01/2002

Parametr	Wymagania
1. Wygląd i kolor	Od naturalnego do żółtego
2. Zawartość etanolu [%] (V/V)	24±1
3. Skład frakcyjny: – 10% (V/V) odparowuje do temp. [°C] – 50% (V/V) odparowuje do temp. [°C] – 90% (V/V) odparowuje do temp. [°C] – temperatura końca wrzenia [°C] – pozostałość [%] (V/V)	max. 65,0 max. 80,0 max. 190,0 max. 220,0 max. 2,0
4. Liczba oktanowa motorowa (LOM)	min. 82,0
5. Indeks oktanowy AKI	min. 87,0
6. Prężność par [kPa]	max. 69,0
7. Zawartość żywie obecnych [mg/100ml]	max. 5
8. Okres indukcyny [min.]	min. 360
9. Zawartość siarki [%] (m/m)	max. 0,10
10. Zawartość benzenu [%] (V/V)	max. 1,0
11. Zawartość ołowiu [g/l]	max. 0,005
12. Gęstość w temp. 20°C [kg/m ³]	Podawać w atestach
13. Zawartość węglowodorów [%] (V/V): – aromaty – olefiny	max. 45 max. 30

rozdziału faz benzyny silnikowej w zależności od warunków klimatycznych; dla każdego miesiąca w roku i dla każdego stanu. Oprócz wrażliwości na wodę, dla benzyn zawierających etanol problem stanowi również zachowanie odpowiedniej prężności par paliwa, a także skłonność do występowania zjawiska korozji w systemie paliwowym

samochodu. W normie ASTM D 4814-03 dla benzyny zawierającej 9-10% (V/V) etanolu prężność par może być wyższa od przyjętych wymagań o maksimum 1 psi (6,7 kPa). Poza tym parametrem i tolerancją wodną, benzyna silnikowa z 10% (V/V) udziałem etanolu musi spełniać wszystkie inne parametry zgodne z ASTM D 4814-03. W informacjach dodatkowych w normie ASTM D 4814-03 podano, że zawartość związków tlenowych, w tym etanolu, w benzynie może przyczyniać się do występowania zjawiska korozji metali stosowanych w systemie paliwowym samochodu: cynku, magnezu, glinu, oraz stali i stopów ołowiu i cyny. Wyjaśniono, że obecnie brak jest odpowiednich metod testowych dla zjawiska korozji występującego na metalach innych niż miedź, niemniej jednak zaleca się stosowanie dodatkowych testów korozyjności.

W tabelicy 7 podano wymagania dla benzyn silnikowych według ASTM D 4814-03, które mogą zawierać do 10% (V/V) etanolu.

Oddzielną specyfikację – ASTM D 5798 posiada paliwo etanolowe Ed75-Ed85 przeznaczone do zasilania samochodowych silników o zapłonie iskrowym specjalnie zaprojektowanych dla tego rodzaju paliwa alternatywnego. W tabelicy 8 podano wymagania zamieszczone w tej normie.

Tablica 7. Wymagania dla benzyn silnikowych bezołowiowych według ASTM D 4814-03

Parametr	Wymagania dla klas benzyn w zależności od ich lotności					
	AA	A	B	C	D	E
1. Indeks oktanowy AKI* (LOB-LOM)/2	min. 87 min. 89 min. 91					
2. Prężność par [kPa]	max. 54	max. 62	max. 69	max. 79	max. 93	max. 103
3. Skład frakcyjny: – 10% (V/V) odparowuje do temp. [°C] (T ₁₀) – 50% (V/V) odparowuje do temp. [°C] (T ₅₀) – 90% (V/V) odparowuje do temp. [°C] (T ₉₀) – temp. końca destylacji [°C] – pozostałość [%] (V/V)	max. 70 77-121 max. 190 max. 225 max. 2	max. 70 77-121 max. 190 max. 225 max. 2	max. 65 77-118 max. 190 max. 225 max. 2	max. 60 77-116 max. 185 max. 225 max. 2	max. 55 66-113 max. 185 max. 225 max. 2	max. 50 66-110 max. 185 max. 225 max. 2
4. Indeks jezdny (DI) ¹¹	max. 597	max. 597	max. 591	max. 586	max. 580	max. 569
5. Zawartość ołowiu [g/l]	max. 0,013					
6. Badanie działania korodującego na płytec miedzianej	max. 1					
7. Zawartość żywie obecnych [mg/100 ml]	max. 5					
8. Zawartość siarki [%] (m/m)	max. 0,10					
9. Okres indukcyny [min.]	min. 240					
10. Tolerancja wodna	Według tabelicy 13 normy ASTM D 4814-03					
* Anti-Knock Index ¹¹ Indeks jezdny DI=1,5xT ₁₀ +3,0xT ₅₀ +1,0xT ₉₀						

Komponenty węglowodorowe mogą zawierać etery alifatyczne, powszechnie stosowane jako komponenty benzyn silnikowych. Temperatura końca wrzenia węglowodorów mieszanych ze skażonym etanolem paliwowym nie może przekraczać 225°C. Oznaczanie wykonuje się według ASTM D 86. Okres indukcyjny oznaczany metodą ASTM D 525 określono na minimum 240 minut. Korozyjność oznaczana na płycie miedzianej według metody ASTM D 130 nie może być wyższa niż 1.

Norma amerykańska ASTM D 5798-99 określa także specyfikację klas lotnościowych w zależności od warunków klimatycznych danego obszaru kraju, podobnie jak w przypadku konwencjonalnych paliw w normie ASTM D 4814-03, a ponadto w informacjach dodatkowych do normy podaje szczegółowe objaśnienia dla poszczególnych wymagań specyfikacji.

Chiny

Jakkolwiek w Chinach brak jest normy na etanol paliwowy, to istnieje norma na benzynę z udziałem etanolu, tzw. *gasohol*. Norma ta – GB 18351-2004,

wprowadzona od 30 kwietnia 2004 roku, ogranicza zawartość etanolu dodawanego do konwencjonalnej benzyny do max. 10±2% (V/V) [1, 5]. W tabelicy 9 podano wymagania chińskie na *gasohol*.

Rosja

W Federacji Rosyjskiej komitet techniczny TK 31 opracował dla bezołowiowej benzyny silnikowej normę GOST R 51866-2002, która jest oparta normie europejskiej EN 228:1999 i wdraża postanowienia Dyrektywy Europejskiej 98/70/EC. W związku z tym maksymalny udział etanolu w benzynie silnikowej według postanowień tej normy wynosi 5% (V/V). Dotyczy to gatunków Premium Euro-95, Super Euro-98 i Regular Euro-92.

Jednak oprócz wyżej wymienionej normy istnieje norma GOST R 52201-2004 na paliwo do silników z zapłonem iskrowym *benzanol*, o wyższej zawartości etanolu; maksymalnie do 10% (V/V). Gatunki benzyny, które mogą być produkowane z tą zawartością etanolu, to BI 80, BI 92, BI 95 i BI 98. W tabelicy 10 podano wymagania jakościowe dla tego paliwa.

Tablica 8. Wymagania według ASTM D 5798-99 dla paliwa etanolowego Ed75-Ed85 do silników samochodowych o zapłonie iskrowym

Wymagania	Klasa 1 [^]	Klasa 2	Klasa 3	Wymagania według
1. Zawartość etanolu i wyższych alkoholi [%] (V/V)	min. 79	min. 74	min. 70	D 5501
2. Węglowodory/eter alifatyczny [%] (V/V)	17-21	17-26	17-30	D 4815
3. Prężność par [kPa]	38-59	48-65	66-83	D 4953/5190/5191
4. Zawartość ołowiu [mg/l]	max. 2,6	max. 2,6	max. 3,9	D 5059
5. Zawartość fosforu [mg/l]	max. 0,2	max. 0,3	max. 0,4	D 3231
6. Zawartość siarki [mg/kg]	max. 210	max. 260	max. 300	D 1266/2622/3120/5453
7. Zawartość metanolu [%] (V/V)		max. 0,5		D 4815
8. Zawartość wyższych alkoholi (C ₇ -C ₈) [%] (V/V)		max. 2		D 4815
9. Kwasowość (w przeliczeniu na C ₁₁ H ₇ COO ₁₁) w [%] (m/m) lub [mg/l]		max. 0,005 lub 40		D 1613
10. Zawartość żywic obecnych [mg/100 ml]		max. 5		D381
11. pH ₂		6,5-9,0		D 6423
12. Zawartość żywic nieprzemysłowych [mg/10 ml]		max. 20		D 381
13. Całkowita zawartość chloru przeliczeniu na chlorki [mg/kg]		max. 2		D 4929 B
14. Zawartość chlorków nieorganicznych [mg/kg]		max. 1		D 512/2988
15. Zawartość miedzi [mg/l]		max. 0,07		D 1688 modyfikowana
16. Zawartość wody [%] (m/m)		max. 1,0		E 203/E 1064
17. Wygląd	Produkt powinien być wizualnie wolny od zawieszonych i wydzielonych zanieczyszczeń (czysty i jasny). Ocenę należy przeprowadzić w temp. otoczenia lub temp. 21°C, jeśli temperatura otoczenia jest wyższa			Wizualnie

[^]) Kryterium stosowania klas w zależności od położenia geograficznego podano w pkt. 4.1.1 normy ASTM D 5798-99

Tablica 9. Specyfikacja benzyny z udziałem etanolu według GB 18351-2004

Parametr	Wymagania	
	Gatunki paliwa E90/E93/E95/E97	Metody badań według
1. Liczba oktanowa badawcza (LOB)	min. 90/93/95/97	GB/T 5487
2. Indeks oktanowy AKI* (LOB+LOM)/2	min. 85/88/90/92	GB/T 503 lub GB/T 5487
3. Zawartość ołowiu [g/l]	max. 5	GB/T 8020
4. Zawartość siarki [mg/kg]	max. 500	GB/T 380 lub GB/T 11140 lub SH/T 0253
5. Zawartość manganu [g/l]	max. 0,018	ASTM D 4057
6. Zawartość benzenu [%] (V/V)	max. 2,5	SH/T 0693
7. Zawartość węglowodorów [%] (V/V)		
- olefiny	max. 35	GB/T 11132
- aromaty	max. 40	
8. Zawartość związków tlenowych [%] (V/V)		
- etanol	max. 10±2	SH/T 0663
- inne (jako zanieczyszczenia)	max. 0,5	
9. Prężność par [kPa]	Lato: max. 74 Zima: max. 88	GB/T 8017
10. Skład frakcyjny:		
- 10% (V/V) odparowuje do temp. [%] (V/V) [°C]	max. 70	GB/T 6536
- 50% (V/V) odparowuje do temp. [%] (V/V) [°C]	max. 120	
- 90% (V/V) odparowuje do temp. [%] (V/V) [°C]	max. 190	
- temp. końca dest. [°C]	max. 205	
- pozostałość [%] (V/V)	max. 2	
11. Okres indukcyjny [min.]	min. 480	GB/T 8018
12. Osad [mg/l]	Brak	Wizualnie
13. Zawartość żywic obecnych [mg/100 ml]	max. 5	GB/T 8019
14. Badanie działania korodującego na płytce miedzianej	1	GB/T 5096
15. Zawartość merkaptanów:		
- test Doctora lub	Brak	SH/T 0174 SH/T 1792
- SRSH [%] (m/m)	max. 0,001	
16. Kwasowość/alkaliczność	Brak	GB/T 259
17. Zawartość wody [%] (V/V)	max. 0,2	SH/T 0246
18. Zawartość żelaza (jako zanieczyszczenia) [g/l]	max. 0,01	GB/T 8018

* Anti-Knock Index

Unia Europejska

W Unii Europejskiej głosowanie nad finalnym kształtem rewidowanej dyrektywy dotyczącej jakości paliw 98/70/EC odbyło się 16 grudnia 2008 roku. Dyrektywa paliwowa przyjęta przez Parlament Europejski stanowi wypracowany konsensus co do parametrów jakościowych i ich limitów, jakie obowiązywać będą w krajach członkowskich UE od 2011 roku. Według zapisów zawartych w dyrektywie paliwowej, benzyna z 10% (V/V) udziałem bioetanolu będzie wprowadzona na rynek w okresie najbliższych 5 lat [4, 9].

Realizacja celu zastępowania energii ze źródeł kopalnych energią ze źródeł odnawialnych przez Unię

Europejską wymaga wdrożenia nowych technologii paliw alternatywnych i norm jakościowych dla tych paliw. Przykładem paliwa do silników o zapłonie iskrowym, opartym na bioetanolu, jest biopaliwo E85. Biopaliwo to coraz szerzej stosowane jest w Szwecji i przewiduje się powiększanie jego udziału w rynku europejskim; stąd w UE dla E85 uzgodniono już jego wytyczne specyfikacyjne. Od 2003 roku, w ramach CEN Workshop 15 – grupy roboczej do spraw tego rodzaju paliwa silnikowego, trwały prace, w czasie których wypracowano konsensus dotyczący jego specyfikacji. Jest to dokument CWA 15 293, oparty na normie amerykańskiej ASTM D 5798-99 i szwedzkiej SPSE-424/2002-02-01. Jego wymagania przedstawiono w tablicy 11.

Tablica 10. Wymagania dla benzanoli według GOST R 52201-2004

Parametr	Wymagania	Metody badań według
1. Liczba oktanowa badawcza	min. 80	GOST 8226 lub ASTM D 2699 lub EN 25164
2. Liczba oktanowa motorowa	min. 76	GOST 511 lub ASTM D 2700 lub EN 25163
3. Zawartość ołowiu [mg/l]	max. 5	GOST 28828 lub GOST 51942 lub EN 237
4. Zawartość etanolu [%] (V/V)	5,0-10,0	EN 13132, ASTM D 4815 ASTM D 5845, EN 1601
5. Zawartość tlenu [%] (m/m)	max. 3,5	EN 13132, ASTM D 4815 ASTM D 5845, EN 1601
6. Prężność par [kPa]	45-100	ASTM D 4953, EN 13016-1
7. Skład frakcyjny: – do 70°C odparowuje [%] (V/V) – do 100°C odparowuje [%] (V/V) – do 150°C odparowuje [%] (V/V) – temperatura końca wrzenia [°C] – pozostałość [%] (V/V)	20,0-50,0 46,0-71,0 min. 75,0 max. 210 max. 2	GOST 2177 lub ASTM D 86 lub EN ISO 3405
8. Zawartość siarki [mg/kg]	max. 500	GOST 19121 lub GOST 51859 lub GOST 51947 lub ASTM D 2622, EN ISO 8754, EN ISO 14596, EN 24260
9. Zawartość benzenu [%] (V/V)	max. 5,0	GOST 29040 lub GOST 51930 lub ASTM D 3606, ASTM D 6277, EN 238, EN 12177
10. Stopień korozji na stali	max. 1	GOST 19199 lub ASTM D 665
11. Temperatura mętnienia benzanolu [°C] – u producenta: lato/zima – w dystrybucji: lato/zima	min.: -10 / -30 min.: -5 / -25	GOST 5066

Tablica 11. Wymagania i metody badań dla paliwa etanolowego E85 według CWA 15 293

Parametr	Wymagania		Metody badań według
	Klasa A	Klasa B	
1. Liczba oktanowa badawcza (LOB)	min. 95,0		EN ISO 5164
2. Liczba oktanowa motorowa (LOM)	min. 85,0		EN ISO 5163
3. Zawartość siarki [mg/kg]	max. 20*		EN ISO 20848 EN ISO 20884
4. Okres indukcyjny [min.]	min. 360		EN ISO 7536
5. Zawartość żywic obcych [mg/100ml]	max. 5		EN ISO 6246
6. Wygląd	Jasny i czysty, bez widocznych zawieszonych zanieczyszczeń i osadów		Wizualnie
7. Zawartość wyższych alkoholi (C ₃ -C ₆) [%] (V/V)	max. 2,0		EN 1601 EN 13 132
8. Zawartość metanolu [%] (V/V)	max. 1,0		
9. Zawartość eterów (5 lub więcej atomów węgla) [%] (V/V)	max. 5,2		
10. Zawartość fosforu [mg/l]	Nic wykrywalny		ASTM D 3231
11. Zawartość wody [%] (V/V)	max. 0,3		ASTM E 1064
12. Zawartość chlorków nieorganicznych [mg/l]	max. 1		ISO 6227
13. pH ₂₅	6,5-9,0		ASTM D 6423
14. Badanie działania korodującego na płytce miedzianej (3 h w 50°C)	Klasa 1		EN ISO 2160
15. Kwasowość, (w przeliczeniu na CH ₃ COOH) w [%] (m/m) lub [mg/l]	max. 0,005 (max. 40)		ASTM D 1613
16. Zawartość etanolu i wyższych alkoholi [%] (V/V)	min. 75	min. 70	EN 1601 EN 13 132
17. Benzyna bezolowiowa premium o jakości według EN 228 [%] (V/V)	14-22	14-30	-
18. Prężność par [kPa]	35,0-60,0	50,0-100,0	EN 13016-1
19. Temperatura końca destylacji [°C]	max. 210		EN ISO 3405
20. Pozostałość po destylacji [%] (V/V)	max. 2		

* od 01.01.2009 r. zawartość siarki maksymalnie 10 mg/kg

Podsumowanie

Z danych przytoczonych w niniejszym przeglądzie wynika, że stosowanie biopaliw do silników o zapłonie iskrowym jest coraz powszechniejsze. Brazylia i USA przodują w tej dziedzinie. W krajach tych dostępne są biopaliwa (E25, E10, E85), dla których zbudowany został rynek pojazdów samochodowych. W wielu krajach świata rynki dla paliw o wysokiej zawartości bioetanolu, np. E85, są dopiero tworzone. Specyfikacje dla bioetanolu i biopaliwa o zawartości bioetanolu do 10% są dostępne w wielu krajach świata. Unia Europejska obecnie dołącza do grona tych krajów, które stosują bioetanol, jako jedno z alternatywnych źródeł energii wykorzystywanych w transporcie drogowym.

Literatura

- [1] Campbell E.: *Setting a Fuel Quality Standard for Fuel Ethanol*. Tender 18/2004; IFQC, June 2004.
- [2] Communication from the Commission to the Council and the European Parliament Biofuels Progress Report – Report on the progress made in the use of biofuels and other renewable fuels in the Member of the European Union, COM (2006) 845 z 10.01.2007.
- [3] Ethanol and biodiesel in Brazil, Standards, Technical regulations; CEN-EC International Conference on Biofuels Standards, Brussels, February 2007.
- [4] Flash Report Europe – Fuel Quality Directive-EU Institutions Debate, IFQC, 23 September 2008.
- [5] Flash Report – China: *Amendments to gasohol standard*. 21 December 2006.
- [6] Nogueira L.A.H.: *The evolution of Fuel quality in Brazil*. Rio de Janeiro; 05.09.2002, <http://www.anp.gov.br/palestras/evolution.pdf>.
- [7] Pałuchowska M.: *Wdrażanie biopaliw do silników o zapłonie iskrowym na rynki lokalne i rynek globalny*. Nafta-Gaz nr 6, 2008.
- [8] Quarterly Report – Policy and Market Overview, IFQC, October-December 2008.
- [9] Special Report IFQC, Top Policy Achievements of 2007, January 24, 2008.
- [10] White paper on internationally Compatible Biofuel Standards – Tripartite Task Force Brazil, European Union & United States of America, 31 December 2007.

Recenzent: doc. dr Michał Krasodowski



Mgr inż. Martynika PAŁUCHOWSKA – starszy specjalista badawczo-techniczny, lider kierunku „Paliwa do silników o zapłonie iskrowym” w Zakładzie Paliw i Procesów Katalitycznych INiG. Tematyką związaną z technologią i doskonaleniem jakości benzyn silnikowych zawierających związki tlenowe, w tym biokomponenty, zajmuje się od ponad 20 lat.



Mgr inż. Bogusława DANEK – starszy specjalista badawczo-techniczny w Zakładzie Paliw i Procesów Katalitycznych INiG. Od ponad 25 lat zajmuje się tematyką technologii benzyn silnikowych, w tym zawierających biokomponenty, a także tematyką związaną z biopaliwami.