

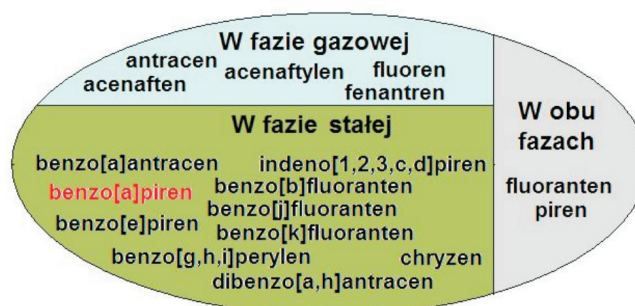
Xymena Mazur-Badura, Wojciech Krasodomski  
Instytut Nafty i Gazu, Kraków

## Analiza profili WWA w cząstkach stałych (PM) emitowanych przy zastosowaniu paliw z biokomponentami

### Wstęp

Wielopierścieniowe Węglowodory Aromatyczne (WWA) są związkami, które zawierają więcej niż jeden skondensowany pierścień aromatyczny. Powstają one przede wszystkim podczas procesów niecałkowitego spalania węglowodorów. Znanych jest już ponad 200 WWA, z czego najczęściej oznacza się 17 z nich, z uwagi na ich toksyczność i niekorzystny wpływ na zdrowie człowieka. Ważnym źródłem zanieczyszczenia atmosfery wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi są silniki wysokoprężne. Gazy wydechowe z silnika Diesla to mieszanina kilkuset związków chemicznych, które powstają w wyniku niepełnego spalania oleju napędowego i silnikowego oraz zawartych w nich dodatków uszlachetniających. Szkodliwe związki są wprowadzane do atmosfery w wysokiej temperaturze, w postaci gazów oraz cząstek stałych. W fazie gazowej można wykryć: niespalone węglowodory alifatyczne, produkty nitrooksydacji, węglowodory aromatyczne, tlenki azotu, siarki i węgla. Głównym składnikiem cząstek stałych (PM) jest węgiel elementarny (sadza), na którym zaadsorbowane są związki organiczne i nieorganiczne. WWA wykrywane w spalinach z silników wysokoprężnych mogą występować zarówno w fazie gazowej jak i stałej. WWA o niskim ciężarze cząsteczkowym – w granicach 157÷178 u – występują najczęściej w fazie gazowej. Związki o średnim ciężarze cząsteczkowym – bliskim 200 u – mogą występować zarówno w fazie gazowej, jak i stałej. W normalnych warunkach WWA łatwo sublimują, zatem ich przejście ze stanu stałego do gazowego nie następuje poprzez stan ciekły. Związki o wysokim ciężarze cząsteczkowym – w granicach 228÷278 u

– występują głównie w postaci stałej i są zaadsorbowane na cząstkach sadzy emitowanej z silników Diesla [7]. Na schemacie (rysunek 1) przypisano migrujące w atmosferze WWA; odpowiednio do grup obecnych w fazie gazowej, stałej lub obecnych w obu tych fazach.



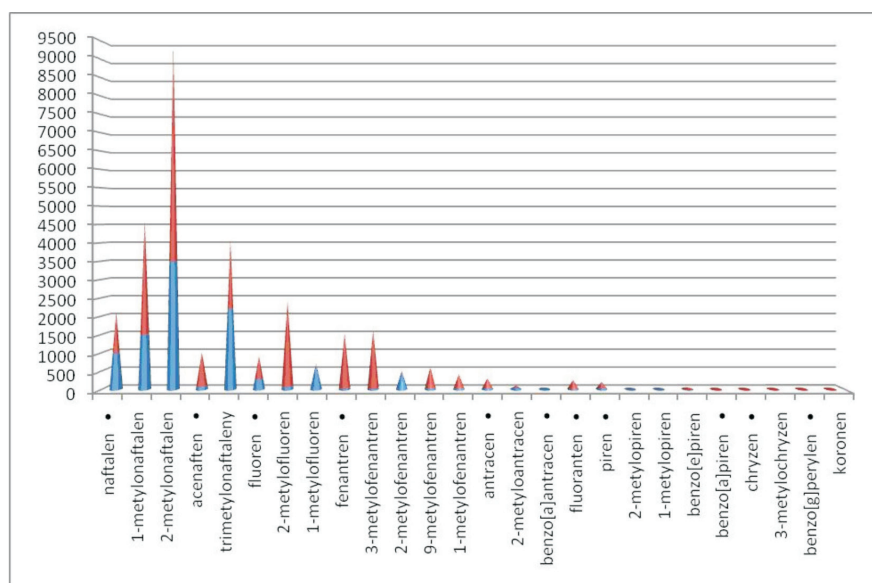
Rys. 1. Stan skupienia WWA, w którym występują one jako zanieczyszczenia atmosfery [7]

Wchodzące w skład spalin silników Diesla wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne stanowią liczną grupę związków (występuje ich ponad 100), wśród których znajdują się związki o udowodnionym i prawdopodobnym działaniu rakotwórczym na ludzi. Wykonywanie rutynowych badań wszystkich zidentyfikowanych składników mieszanin emitowanych z silników Diesla jest bardzo trudne, a ocena uzyskanych wyników pod względem stwarzanego zagrożenia – w związku z brakiem ustalonych wartości dopuszczalnych stężeń – jest niemożliwa. Z tego też względu wytypowano substancje, które (w związku z ich potencjalną lub udowodnioną kancerogennością)

powinny być oznaczane w powietrzu. EPA (Environmental Protection Agency), CONCAWE (The Oil Companies' European Organisation for Environment, Health and Safety) oraz IARC (International Agency for Research on Cancer) do rutynowych badań zakwalifikowały 17 WWA: naftalen, acenaften, acenaftylen, antracenen, benzo[a]antracenen, benzo[a]piren, benzo[b]fluoranten, benzo[j]fluoranten, benzo[k]fluoranten, benzo[g,h,i]perylene, chryzen, dibenzo[a,h]antracenen, fluoranten, fluoreny, fenantren, piren oraz indeno[1,2,3-c,d]piren.

Emisja WWA z silnika Diesla zależy głównie od konstrukcji silnika i zawartości frakcji aromatycznej w paliwie. Skład chemiczny paliwa do silników Diesla jest zmienny i zależy przede wszystkim od produktów mieszanych w celu uzyskania paliwa odpowiedniej jakości. Jest on zatem zależny od konfiguracji instalacji w rafinerii, rodzaju pochodzenia przerabianej ropy naftowej i sposobu komponowania paliwa.

Przybliżoną zawartość WWA i alkilowanych pochodnych WWA w paliwie do silników Diesla przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Węglowodory wielopierścieniowe obecne w paliwie do silników wysokoprężnych – zaznaczono ich zawartość minimalną (kolor niebieski) i maksymalną (kolor czerwony), a związki kancerogenne oznaczono znakiem „•”

Mechanizmy, według których WWA mogą tworzyć się podczas pracy silnika i być emitowane w spalinach są mało poznane i stosunkowo skomplikowane, dlatego też brak jest jednolitego poglądu na ten problem. Ogólnie wskazuje się dwa główne źródła tworzenia WWA, to jest:

- WWA pochodzące z niespalonej pozostałości paliwa w cylindrze. Ich wzajemne stosunki powinny zależeć

od konstrukcji silnika, jego obciążenia oraz doboru paliwa i środka smarowego,

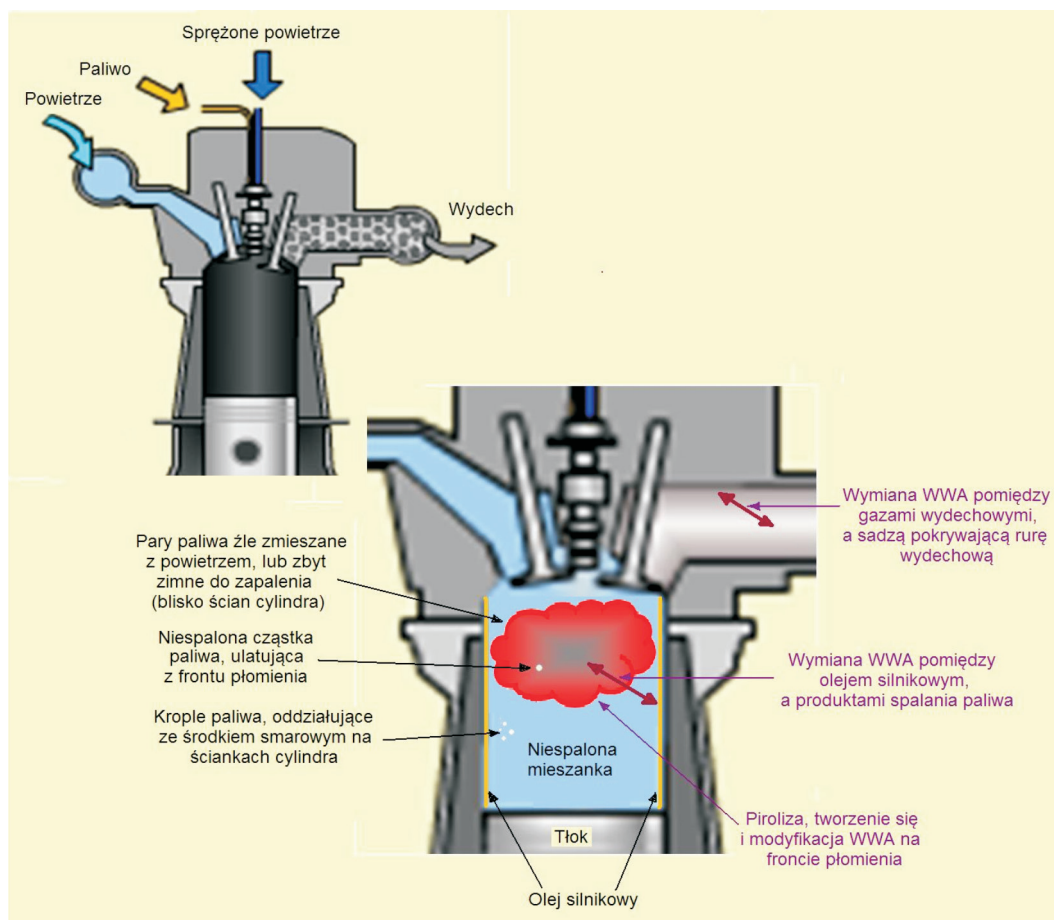
- WWA tworzące się podczas procesu pirosyntezy. W ten sposób WWA mogą powstawać z obecnych w paliwie związków aromatycznych i innych komponentów paliwa.

Prace doświadczalne wskazują na to, że w sprzyjających warunkach kinetyczno-termodynamicznych WWA mogą formować się ze związków niezaliczanych do grupy WWA. Przemiany strukturalne WWA nie są dotychczas poznane – wynika to ze słabo zbadanych i trudnych do eksperymentalnego potwierdzenia interakcji pomiędzy niespaloną pozostałością paliwa i WWA, tworzącymi się podczas pirosyntezy [1].

Udział oleju smarującego w powstawaniu WWA – podobnie jak modyfikacja tworzonych struktur – to zagadnienia bardzo trudne do zbadania. Oleje smarowe mogą działać albo jako inicjator tworzenia aromatycznych struktur wielopierścieniowych w gazach spalinowych o wysokich temperaturach, albo stanowić ich osłonę przed dostępem tlenu i dopaleniem do ditlenku węgla. Należy tu dodatkowo zwrócić uwagę na problem analityczny,

związany z poborem próbek do oznaczania. Zarówno układ wydechowy silnika jak i elementy stanowiska badawczego mogą być źródłem wnoszącym zanieczyszczenie badanych gazów spalinowych węglowodarami pochodzącymi z innego źródła, lub też mogą pochłaniać utworzone WWA, co stawia pod znakiem wątpliwości wiarygodność uzyskiwanych wyników [1]. Typowe źródła zakłóceń pomiarów WWA, wynikające z wpływu elementów silnika na zanieczyszczenie gazów produktami wydechowymi, które niekoniecznie związane są z procesem pracy silnika (np. pochodzącymi z poprzednich testów silnikowych), przedstawiono na rysunku 3.

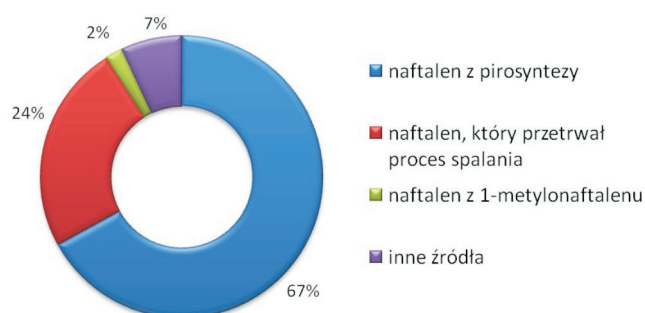
Pomimo przedstawionych trudności, mechanizm tworzenia WWA został częściowo poznany [5] – na podstawie analizy wyników przemian wzorców WWA znaczących izotopem węgla <sup>14</sup>C, dodawanych do paliwa. Na podstawie tego eksperymentu zostały zaproponowane dwa podstawowe mechanizmy tworzenia emitowanych ze spalinami WWA. Z jednej strony, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne pochodzące z paliwa mogą „przetwierać” podczas procesu spalania – przechodząc do



Rys. 3. Przemiany zachodzące w komorze silnika, wpływające na emisję WWA w gazach wydechowych [2]

spalin w niezmienionej formie. Z drugiej jednak strony, WWA – izolowane od dostępu powietrza w komorze spalania – mogą ulegać przemianom, w których częściowo zniszczone podczas spalania fragmenty cząsteczek mogą ulegać rekombinacji i tworzyć inne WWA. Aby dostrzec różnice pomiędzy tymi dwoma mechanizmami, do paliwa dodawano wzorce WWA znaczone izotopem węgla  $^{14}\text{C}$ . Oznaczenie składu izotopowego emitowanych węglowodorów pozwoliło na dokładne obliczenie proporcji węglowodorów pochodzących z procesu pirosyntezy oraz zidentyfikowanie tych węglowodorów, które „przetrwały” podczas procesu spalania. Oznaczenie emitowanych podczas wydechu WWA – mających wyraźnie niższą zawartość izotopu – może wskazywać na to, że niektóre WWA zostały utworzone podczas procesu spalania z fragmentów, które nie były znaczone izotopem węgla. Stopień rozcieńczenia WWA znaczonego izotopem węgla, związkami, które go nie zawierały, pozwolił na ocenę części pochodzącej z procesu spalania. Dotychczas żadna inna technika nie pozwoliła na tak jednoznaczne określenie źródeł emisji WWA w gazach wydechowych. Do badań użyto takich wzorców, jak:  $[1,4,5,8-^{14}\text{C}]$ -naftalen,  $[3-^{14}\text{C}]$ -piren,  $[3-^{14}\text{C}]$ -

fluoranten oraz  $[9-^{14}\text{C}]$ fluoren. Analizę przeprowadzono technikami HPLC oraz GC-MS. Wykazano, że spalanie w silniku Diesla nie jest całkowite i że niewielka część obecnych w paliwie WWA może przetrwać. Dodatkowo stwierdzono, że podczas emisji niektóre WWA mogą ulegać resyntezie i podczas procesu spalania formować się na nowo. Na rysunku 4 przedstawiono poglądowo udział różnych źródeł pochodzenia stosunkowo prostego węglowodoru aromatycznego – dwupierscieniowego naftalenu, w wydechu silnika.



Rys. 4. Źródła pochodzenia naftalenu w wydechu silnika spalinowego [3]

W przypadku emitowanych z silników związków toksycznych, badania substancji wpływających negatywnie na środowisko są – jak wskazano wcześniej – stosunkowo trudne. Zmienność warunków ich powstawania oraz przebieg reakcji wtórnych w kontakcie z atmosferą, światłem słonecznym, a także innymi zanieczyszczeniami środowiska powoduje istotne problemy związane z oceną ich ilości, a w efekcie – szkodliwości. Klasyczne podejście statystyczne; polegające na określeniu stężeń poszczególnych analitów i oszacowaniu niepewności ich oznaczeń, nie daje pełnego obrazu stanu środowiska. Z tego względu pojawiło się pojęcie oznaczania profili określonych zanie-

czyszczeń, przez co rozumie się tworzenie (na podstawie szeroko prowadzonych analiz) map zagrożeń, łączących okres, czy też obszar ich występowania. Ogólnie mówiąc, profilami są zwykle graficzne przedstawienia zmian stężeń zanieczyszczeń atmosferycznych w funkcji czasu i miejsca [2].

W przedstawianej pracy, przez profile substancji kancerogennych emitowanych podczas pracy silnika spalinyowego będą rozumiane obrazy zależności ilości i rodzaju WWA, uzyskane podczas badań składu zabsorbowanych na emitowanych cząstkach stałych SOF, w zależności od warunków pracy silnika i rodzaju zastosowanego paliwa.

### Część eksperymentalna

Istotnym zagadnieniem ekologicznym jest powiązanie formacji paliwa i trybu pracy silnika Diesla zarówno z wielkością emisji PM, jak i najbardziej toksycznych ich składników, czyli wielopierścieniowych węglodorów aromatycznych. Zatem w pracy podjęto z jednej strony badania wpływu warunków pracy silnika, z drugiej zaś biokomponentów (FAME – estry metylowe kwasów tłuszczowych) – wprowadzanych do paliwa konwencjonalnego na różnych poziomach stężeń – na zawartość WWA w PM. Uwagę skupiono na biokomponentach; w związku z wprowadzaniem coraz bardziej restrykcyjnych norm emisji, a także w związku z coraz większą popularnością biopaliw, wynikającą z wytwarzania ich ze źródeł odnawialnych. Skoncentrowano się na badaniach poznawczo-rozwojowych, weryfikujących dotychczasową wiedzę w zakresie wpływu biopaliw na ilość i skład tworzonych cząstek stałych, które następnie są emitowane wraz z gazami wydechowymi, z nowoczesnego silnika z zapłonem samoczynnym.

Badania silnikowe prowadzono na hamownianym stanowisku badawczo-testowym, w którym do masowego pomiaru wielkości emisji cząstek stałych zastosowano mini tunel firmy AVL typu Smart Sampler SPC 472. Jako silnik badawczy wykorzystywano turbodoładowany, nowoczesny silnik wysokoprężny, z bezpośrednim, wysokociśnieniowym wtryskiem paliwa typu *Common Rail* – FORD 2.0i 16V Duratorq TDCi, spełniający normy emisji EURO IV. Poboru PM z silnika dokonywano na znormalizowanych sączkach PALLFLEX TX40HI20, wykonanych z pokrytej teflonem włókniny szklanej. Pomiar masowej emisji cząstek stałych w danych warunkach pracy silnika powtarzano trzykrotnie, w dwóch – różniących się parametrami – warunkach pracy silnika, scharakteryzowanych jego obciążeniem i prędkością obrotową. Fazy pracy silnika

w eksperymencie dobrano w ten sposób, aby odzwierciedlały najbardziej charakterystyczne stany działania silnika z punktu widzenia ekologii. Faza I (20 Nm, 3800 obr/min) to parametry odzwierciedlające pracę nisko obciążonego silnika przy wysokiej prędkości obrotowej, a faza II (120 Nm, 1000 obr/min) to parametry odzwierciedlające pracę silnika na wysokich (ale nie maksymalnych) obciążeniach przy niskich prędkościach obrotowych. Do zasilania silnika używano w pierwszej serii pomiarowej konwencjonalnego oleju napędowego Ekodiesel Ultra F, a w serii drugiej – dwóch biopaliw, składających się z oleju napędowego Ekodiesel Ultra F z dodatkiem 10% (V/V) i 20% (V/V) FAME. Silnik smarowano dostępnym w handlu i dostosowanym do wybranego silnika badawczego olejem silnikowym FORD Formula E SAE30 (5W/30).

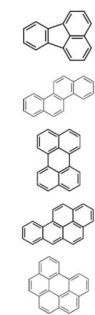
Obiektem badań były substancje ekstrahowane rozpuszczalnikami organicznymi (*Soluble Organic Fraction* – SOF) z zatrzymanych na filtrach pomiarowych cząstek stałych PM; w szczególności zawarte w SOF WWA. Tok analityczny obejmował ekstrakcję PM, oczyszczanie ekstraktu, zateżanie go i oznaczenie WWA techniką GC/MS. Przed ekstrakcją, do próbek PM zebranych na filtrach, a także do ślepej próby, dodawano mieszaninę wzorców – deuterowanych WWA, w celu wyznaczenia odzysku WWA emitowanych w PM. Ekstrakcję prowadzono w aparacie Soxhleta, natomiast ekstrakt oczyszczano techniką SPE i zateżano do stałej objętości w aparacie Kuderna-Danish. Do analiz instrumentalnych wykorzystywano chromatograf gazowy Clarus 500, sprzężony ze spektrometrem masowym Clarus 560 firmy PerkinElmer.

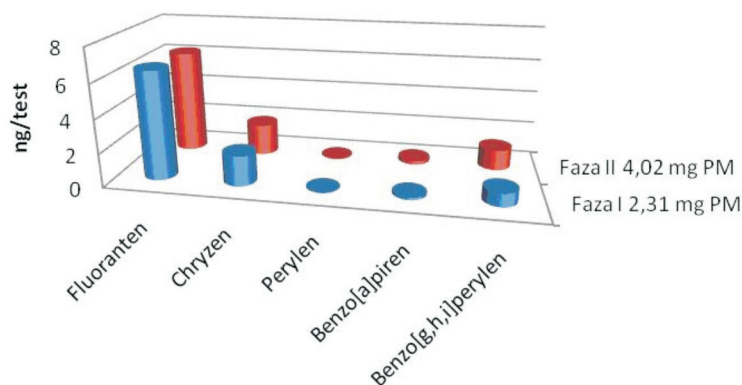
W pierwszym etapie badań zarejestrowano widma masowe i wyznaczono stężenia WWA w PM, zbieranych w warunkach pracy silnika odpowiadających obciążeniom i prędkości obrotowej dla fazy I (20 Nm, 3800 obr/min)

i II (120 Nm, 1000 obr/min). Widma rejestrowano przy zastosowaniu techniki SIR (*Selected Ion Recording*), która umożliwia znaczne podniesienie czułości detekcji poszukiwanych jonów, ponieważ skanowanie widma masowego jest prowadzone dla wybranych mas cząsteczkowych, charakterystycznych dla analizowanych substancji. Silnik testowy był zasilany konwencjonalnym olejem napędowym Ekodiesel Ultra F oraz smarowany olejem silnikowym FORD Formula E SAE30 (5W/30). Masa PM zebranych w trakcie pracy silnika w fazie I wynosiła 2,31 mg, a w fazie II – 4,02 mg. Wyniki oznaczonych stężeń WWA w ekstraktach z PM, zebranych w I i II fazie pracy silnika, zestawiono w tabelicy 1 {dla: fluorantenu (3+ pierścieni w cząsteczce), chryzenu (reprezentant 4 pierścieni w cząsteczce), perylen (reprezentant 4+ pierścieniowych WWA), benzo[a]pirenu (reprezentant 5 pierścieniowych WWA) i benzo[ghi]perylenu (reprezentant 5+ pierścieniowych WWA)}. Oznaczone stężenie WWA w PM w fazie I jest wyższe niż w fazie II. W fazie II zauważalna jest tendencja do spadku zawartości cięższych WWA w PM – w tym benzo[a]piranu. Na rysunku 5 przedstawiono profile zmian stężeń WWA w wydzielonych ekstraktach, wyrażone w [ng] poszczególnego związku, emitowanego na cząstkach stałych podczas pojedynczego testu silnikowego w warunkach fazy I i II.

Podjęto próbę zbadania wpływu biokomponentów na profil WWA w PM. W tym celu przeprowadzono nową serię pomiarów emisji PM, przy zasilaniu silnika paliwami o różnym stężeniu biokomponentu (FAME) – jako paliwo odniesienia przyjmując badany wcześniej konwencjonalny olej napędowy. Takie założenie miało na celu ułatwienie porównań uzyskanych wyników zawartości WWA w emitowanych cząstkach stałych. Ze względu na pilotażowy charakter badań, ograniczono się tylko do badań ekstraktów z próbek pobranych w warunkach testu w fazie I (20 Nm, 3800 obr/min), a do oceny wpływu obecności biokomponentów na profil WWA w PM wybrano warunki pracy silnika w fazie I, w których uzyskuje się mniejszą ilość PM (zatem oznaczanie WWA jest trudniejsze do przeprowadzenia). Należy jednak zauważyć (tablica 1, rysunek 5), że zawartość WWA zaadsorbowanych na PM w fazie I jest wyższa niż w fazie II. Zarejestrowano widma masowe i oznaczono stężenia

wybranych WWA w ekstraktach z PM, zbieranych przy zasilaniu silnika konwencjonalnym olejem napędowym i biopaliwami zawierającymi 10% FAME i 20% FAME. Wyniki oznaczonych w warunkach eksperymentu stężeń WWA przedstawiono w tabelicy 2. W miarę wzrostu ilości biokomponentu w paliwie, zaobserwowano pewne zmniejszenie ilości emitowanych cząstek stałych: dla konwencjonalnego ON masa PM wynosiła 2,41 mg, dla ON z dodatkiem 10% FAME – 2,05 mg, a dla ON z dodatkiem 20% FAME – 1,83 mg. Efekt ten związany jest z rozcieńczeniem oleju napędowego związkiem tlenowym i wynikającym z tego faktu zwiększeniem udziału tlenu w procesie spalania paliwa. Biorąc pod uwagę, że przeprowadzone zostały dopiero wstępne badania zmian stężeń WWA zaadsorbowanych na emitowanych cząstkach stałych, uzyskane wyniki należy traktować z dużą ostrożnością, czego przyczyny wskazano we wstępie niniejszej pracy; jednak można wyraźnie zauważyć pewne tendencje do zmian składu emitowanych węglowodorów wielopierścieniowych – jakkolwiek przedwczesną byłaby ich interpretacja ilościowa. Wprowadzenie do paliwa estrów metylowych

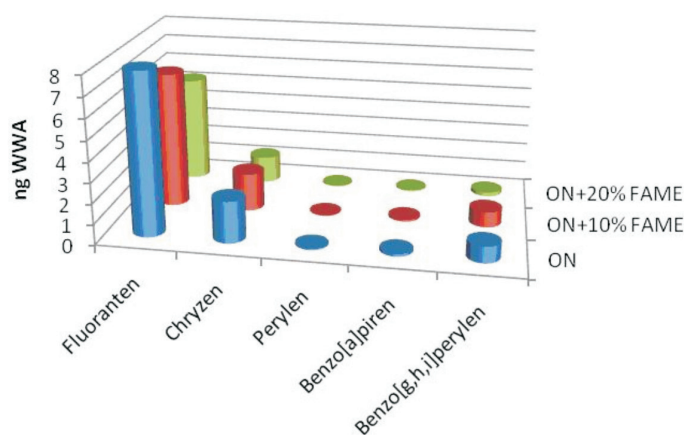
Tablica 1. Stężenia wybranych WWA wyznaczone dla PM zbieranych w warunkach pracy silnika w fazie I (20 Nm, 3800 obr/min) i w fazie II (120 Nm, 1000 obr/min), przy zasilaniu silnika konwencjonalnym ON			
WWA	Zawartość WWA w PM [mg/kg]		
	faza I	faza II	
Fluoranten	2,80	1,55	Fluoranten
Chryzen	0,79	0,47	Chryzen
Perylen	0,02	0,01	Perylen
Benzo[a]piren	0,07	0,06	Benzo[a]piren
Benzo[g,h,i]perylene	0,35	0,31	Benzo[g,h,i]perylene



Rys. 5. Porównanie ilości wybranych WWA zaadsorbowanych na PM emitowanych w teście: w warunkach pracy silnika w fazie I (20 Nm, 3800 obr/min) i II (120 Nm, 1000 obr/min)

Tablica 2. Zawartość WWA w PM w zależności od rodzaju zastosowanego paliwa, w warunkach pracy silnika w fazie I (20 Nm, 3800 obr/min)

WWA	Zawartość WWA w PM [mg/kg]		
	ON	ON + 10% FAME	ON + 20% FAME
Fluoranten	3,31	3,27	2,88
Chryzen	0,86	0,92	0,72
Perylen	0,03	0,02	0,02
Benzo[a]piren	0,06	0,05	0,03
Benzo[ghi]perylene	0,34	0,38	0,11



Rys. 6. Wpływ dodatku FAME na ilość WWA zaadsorbowanych na PM w teście, w fazie I (20 Nm, 3800 obr/min)

### Podsumowanie

Przedstawiona praca jest wynikiem wstępnych badań wpływu dodatku biokomponentów na emisję szkodliwych, rakotwórczych WWA z silników wysokoprężnych. Jej podstawowym celem było sprawdzenie możliwości identyfikacji i oznaczenia ilościowego wybranych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w ekstraktach uzyskiwanych z emitowanych z silnika Diesla cząstek stałych, zbieranych w miligramowych ilościach podczas znormalizowanego pomiaru emisji. Wyniki badań

potwierdziły możliwość prowadzenia takich oznaczeń. Jednocześnie zaobserwowano obniżenie emisji WWA przy stosowaniu paliw zawierających biokomponenty (FAME) – w miarę wzrostu zawartości FAME w paliwie redukcja emisji jest coraz większa. Na podstawie zebranego materiału doświadczalnego jednak trudno jednoznacznie określić oddziaływanie biokomponentów na zmiany profilu wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w emitowanych z silnika cząstkach stałych.

#### Podziękowanie

Autorzy składają podziękowanie Panu dr inż. Zbigniewowi Stepniowi za udostępnienie do prowadzonych badań filtrów z cząstkami stałymi, zebranymi w różnych warunkach pracy silnika oraz przy zasilaniu go różnymi paliwami.

Artykuł nadesłano do Redakcji 18.10.2010 r. Przyjęto do druku 9.11.2010 r.

Recenzent: prof. dr Michał Krasodomski

#### Literatura

- [1] CONCAWE: *Polycyclic aromatic hydrocarbons in automotive exhaust emissions and fuels*. Brussels, November 1998.
- [2] Hsi-Hsien Yanga, Shu-Mei Chiena, Mei-Yu Loa, John

Chi-Wei Lanb, Wen-Chang Luc, Yong-Yuan Kud: *Effects of biodiesel on emissions of regulated air pollutants and polycyclic aromatic hydrocarbons under engine durability testing*. Atmospheric Environment, 41, 7232–7240, 2007.

- [3] Khillare P.S., Balachandran S., Raza Razfiqul Hoque: *Profile of PAHs in the Diesel Vehicle Exhaust in Delhi*. Environmental Monitoring and Assessment, 105, 411–417, 2005.
- [4] Mayer J., Czerwinski M., Wyser P., Mattrel A. Heitzer: *Impact of RME/Diesel Blends on Particulate Filtration and PAH Emission*. SAE Paper 2005-01-1728.
- [5] Rhead M.M., Hardy S.A.: *The sources of polycyclic aromatic compounds in diesel engine emissions*. Fuel, vol. 82, no. 4, pp. 385–393(9), March 2003.
- [6] Shu-Mei Chien, Yuh-Jeen Huang, Shunn-Cheng Chuang, Hsi-Hsien Yang: *Effect of Biodiesel Blending on particulate and Polycyclic Aromatic Hydrocarbon emissions in Nano/ Ultrafine/Fine/Coarse Ranges from Diesel Engine*. Aerosol and Air Quality Research, vol. 9, no. 1, pp. 18–31, 2009.
- [7] Wen-Jhy Lee, Ya-Fen Wang, Ta-Chang Lin, Ying-Yuan Chen, Weng-Chang-Lin, Chin-Chuen Ku, Juei-Tang Cheng: *PAH characteristics in the ambient air of traffic-source*. The Science of the Total Environment, 159, 185–200, 1995.



Mgr Xymena MAZUR-BADURA – absolwentka Wydziału Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Asystent w Zakładzie Analiz Naftowych Pionu Technologii Nafty INiG. Zajmuje się realizacją prac naukowo-badawczych z zakresu mikroanalizy chemicznej.



Dr Wojciech KRASODOMSKI – Lider Kierunku Badania Identyfikacyjne w Zakładzie Analiz Naftowych Pionu Technologii Nafty Instytutu Nafty i Gazu. Zajmuje się badaniami eksperckimi.

## Oferta



### ZAKŁAD ANALIZ NAFTOWYCH (TA)

Kierownik: dr inż. Beata Altkorn

31-429 Kraków, ul. Łukasiewicza 1  
tel.: +48 12 617 76 00  
fax: +48 12 617 76 80, +48 12 617 75 22  
e-mail: beata.altkorn@inig.pl

#### Zakres działania:

- kompleksowa analiza rop naftowych;
- usługi:
  - pobieranie próbek produktów naftowych, LPG, biokomponentów i biopaliw,
  - monitorowanie jakości paliw ciekłych i biopaliw,
  - monitorowanie jakości LPG,
  - monitorowanie stopnia zużycia olejów silnikowych w pojazdach;
- badanie składu chemicznego i ocena jakości produktów naftowych, biokomponentów, biopaliw, paliw alternatywnych;
- usługi eksperckie i rzeczoznawcze w zakresie: orzecznictwa o jakości paliw silnikowych, analityki produktów naftowych, metod pobierania próbek produktów naftowych, biokomponentów, biopaliw i LPG, nielegalnego proceduru przerobu znakowanego oleju opałowego, problemów związanych z eksploatacją produktów naftowych i produktów pokrewnych;
- ocena potencjalnej kancerogenności produktów naftowych, w tym test DAB-10;
- oznaczanie metali ciężkich w produktach naftowych świeżych i zużytych oraz w odpadach;
- identyfikacja substancji pochodzących z degradacji produktów naftowych;
- opracowywanie nowych metod analitycznych dla produktów naftowych i pokrewnych: świeżych, w eksploatacji i zużytych;
- identyfikacja i oznaczanie toksycznych związków emitowanych z silników wysokoprężnych (WWA w cząstkach stałych PM);
- badania i doradztwo w zakresie klasyfikacji surowców i produktów naftowych w odniesieniu do Nomenklatury Scalonej (CN);
- wytwarzanie testerów do jakościowego oznaczenia obecności znacznika Solvent Yellow 124 w paliwie.

#### INSTYTUT NAFTY I GAZU

ul. Lubicz 25A, 31-503 Kraków  
tel.: +48 12 421 00 33 fax: +48 12 430 38 85  
www.inig.pl office@inig.pl

KRS 0000075478, REGON 000023136, NIP 675-000-12-77