

# APARATURA BADAWCZA I DYDAKTYCZNA

## Wpływ rodzaju aktywatora paliwa na skład chemiczny spalin emitowanych przez samochodowe silniki spalinowe

*PIOTR GUSTOF, ANDRZEJ WIECZOREK*  
POLITECHNIKA ŚLĄSKA, GLIWICE

### STRESZCZENIE

W niniejszej pracy przedstawiono doświadczalne wyniki analizy spalin silników benzynowych o zasilaniu gaźnikowym Renault 19 Chamade 1.4 i wtryskowym Volkswagen Polo 6N 1.4 eksploatowanych w układach: bez aktywatora paliwa, z trójpolowym aktywatorem paliwa Power oraz z jednopolowymi aktywatorami paliwa Dynamic Fuel GTM i Dynamic Fuel Reference. Wykazały one dwie różne zależności. Dla przypadku silnika gaźnikowego Renault 19 Chamade 1.4 stwierdzono wzrost emisji toksycznych gazów, natomiast dla przypadku silnika wtryskowego Volkswagena Polo 6N 1.4 zaobserwowano spadek zawartości szkodliwych gazów. W przypadku tego drugiego silnika, najkorzystniejszymi własnościami w zakresie zmniejszenia toksyczności spalin wykazał się jednopolowy aktywator paliwa Dynamic Fuel Reference.

### Influence of the kind of automotive fuel activators on the chemical composition emitted by combustion engines

### ABSTRACT

At present work the experimental analyses of combustion products gasoline engines about carburettor admission Renault 19 Chamade 1.4 and injection Volkswagen Polo 6N 1.4 worked in configuration: without fuel activator, with three magnetic fields Power and one magnetic fields activators Dynamic Fuel GTM and Dynamic Fuel Reference was introduced. Different dependences were demonstrated. For carburattor engine Renault 19 Chamade 1.4 was affirmed the increase of release of toxic gases, however for case the injection's engine Volkswagen Polo 6N 1.4 was observed the decrease of content of harmful combustion products. In case of the second engine the most advantageous properties in range of decrease of toxicity of combustion products the fuel activator Dynamic Fuel Reference was displayed.

## 1. WPROWADZENIE

Sprawność silnika uzależniona jest od wielu czynników, między innymi od energii wyzwalonej przy spalaniu paliwa. Oszczędności, jakie przynosi magnetyczna aktywacja paliw bezpośrednio przed ich spalaniem, spowodowane są zwiększeniem wydajności energetycznej (większa energia chemiczna) suwów roboczych silnika [1]. Magnetyczne aktywatory paliwa przyczyniając się do lepszego spalania w komorze silnika, eliminują z niego oraz z jego układu wydechowego nagar (osad) i ograniczają tworzenie się nowego. Powodują zmniejszenie powstania nagaru na elektrodach świec zapłonowych i wtryskiwaczy, który wpływa niekorzystnie na ekonomikę eksploatacji i trwałości silnika [2].

Przepływające przez przewody paliwo płynne posiada chaotycznie i przypadkowo rozłożone molekuly z domieszką skłonnych do krystalizacji minerałów tworzących osad. Efektywność procesu spalania paliw zależy głównie od stopnia wymieszania ich z powietrzem. Głównym składnikiem paliw płynnych są węglowodory. Połączenia węgla z wodorem mają zasadniczo „klatkopodobną” strukturę (np. CH<sub>4</sub>, C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>), dlatego też utlenianie ich wewnętrznych atomów węgla w procesie spalania jest znacznie utrudnione. Ponadto łączą się one w większe zespoły pseudozwiązków, a te z kolei tworzą asocjaty. Do ich wnętrza utrudniony jest dopływ tlenu w odpowiedniej ilości, a niedomiar tlenu w asocjacie uniemożliwia pełny proces spalania. Stal jest materiałem jonogennym, toteż paliwa, które przepływają przez stalowe przewody oraz linie technologiczne, ładują się ujemnie. W wyniku tego w strefie spalania cząsteczki paliwa i utleniacza mają ładunek takiego samego znaku, a więc odpychają się wzajemnie, co wpływa niekorzystnie na proces spalania.

Do spalania paliwa konieczna jest odpowiednia ilość tlenu z powietrza, który utlenia składniki palne, np. w celu całkowitego i zupełnego spalania 1 kg benzyny jest potrzebne około 15 kg powietrza. Spaliny powinny wtedy zawierać: dwutlenek węgla, parę wodną oraz nie uczestniczący w spalaniu azot z powietrza. Jednak gazy spalinowe zawierają ponadto: CO, H<sub>2</sub>, HC, NO<sub>x</sub>, SO i O<sub>2</sub>. Obecność tych składników obniża sprawność energetyczną i sprawia, że silnik staje się nieprzyjazny ekologicznie.

Wiele prac naukowo-badawczych miało na celu przeciwdziałanie efektowi asocjacji paliw węglowodorowych oraz poprawę warunków ich spalania, poprzez doskonalenie kanałów przepływowych, elektronicznego wtrysku i urządzeń dozujących mieszkankę paliwowo-powietrzną. Lecz nie dały one

zadowalających rezultatów, silniki wciąż spalają tylko część doprowadzonego paliwa, natomiast resztę wydają w postaci szkodliwych spalin. Zawartość CO i HC w spalinach jest nadal duża, dlatego ze względu na ochronę środowiska, do stosowania w układach wydechowych zalecane są drogie katalizatory, i mimo to spaliny po wyjściu z katalizatora nie są w pełni czyste.

## 2. CEL I ZAKRES PRACY

Celem podjętych badań było określenie możliwości ograniczenia emisji zanieczyszczeń przez silniki spalinowe poprzez zastosowanie aktywatorów paliwa. Badaniom zostały poddane silniki benzynowe o zasilaniu gaźnikowym Renault 19 Chamade 1.4 [3] i wtryskowym Volkswagen Polo 6N 1.4 [4]:

- bez aktywatora paliwa,
- z trójpolowym aktywatorem paliwa Power [5],
- z jedнопolowymi aktywatorami paliwa Dynamic fuel GTM i Dynamic fuel Reference [6].

## 3. CHARAKTERYSTYKA BADAŃ

Pomiary emisji zanieczyszczeń gazowych zostały wykonane za pomocą aparatury pomiarowej, w której skład wchodził analizator spalin MGT 5 firmy MAHA wraz z układem poboru spalin. Dokładność analizatora spalin MAHA MGT 5 to 5% wartości mierzonej lub bezwzględna przedstawiona w Tabeli 1 [7].

**Tabela 1.** Dokładność bezwzględna wskazań analizatora spalin MAHA MGT 5

Parametr	Dokładność bezwzględna
CO [% obj]	0,03
CO <sub>2</sub> [% obj]	0,5
HC [ppm obj]	10
O <sub>2</sub> [% obj]	0,1
NO <sub>x</sub> <sup>1)</sup> [ppm obj]	32÷120

Pomiar emisji zanieczyszczeń gazowych wykonano przy różnych prędkościach obrotowych silnika bez jego obciążenia (w położeniu neutralnym dźwigni zmiany biegów) oraz z obciążeniem na czwartym biegu.

Badania zostały podzielone na cztery etapy. W pierwszym etapie przebadano samochody bez aktywatorów paliwa, w drugim z aktywatorem trójpolowym Power, w trzecim i czwartym z jedнопolowymi aktywatorami paliwa Dynamic fuel GTM i Dynamic fuel Reference.

Analiza spalin odbywała się na rozgrzanym silniku

(temperatura oleju w misce olejowej min. 70°C) w położeniu neutralnym dźwigni zmiany biegów przy różnych prędkościach obrotowych silnika. Analiza spalin rozpoczynała się od najwyższych prędkości obrotowych silnika do najniższych, odczyt wyników następował po ich stabilizacji. Pomiar emisji toksycznych składników spalin przy obciążeniu silnika odbywał się na hamowni za pomocą funkcji programu – symulacja obciążenia przy stałej prędkości w km/h.

Metodologia pomiaru polegała na wprowadzeniu do programu prędkości pojazdu, którą podczas pomiaru utrzymywał hamulec elektrowirowy hamowni. Wraz ze wzrostem obciążenia pojazdu pedałem przyspieszenia wzrastała siła regulowana hamul-

cem elektrowirowym. W ten sposób można było obciążyć silnik dowolną siłą F regulując pedałem przyspieszenia pojazdu.

#### 4. WYNIKI BADAŃ

Wyniki analizy spalin, bez obciążenia silnika dla Renault 19 Chamade bez aktywatora paliwa przy różnych prędkościach obrotowych silnika, zostały przedstawione w Tabeli 3, a dla silnika Volkswagen Polo 6N 1.4 w Tabeli 5.

Wyniki analizy spalin z obciążeniem silnika dla Renault 19 Chamade zostały przedstawione w Tabeli 4, natomiast dla silnika Volkswagen Polo 6N 1.4 w Tabeli 6.

**Tabela 2.** Parametry jakości benzyny stosowanej do badań

Parametry	Benzyna bezołowiowa 95
Gęstość w 15°C [kg/m <sup>3</sup> ]	740,4
Liczba oktanowa badawcza	95,3
Liczba oktanowa motorowa	85,5
Koniec destylacji [oC]	200,0
Pozostałość [% obj]	1
Prężność par w 38°C [kPa]	74,0
Indeks lotności	95,0
Zawartość ołowiu [gPb/l]	0,001
Zawartość siarki [ppm]	<10
Zawartość żywic [mg/100ml]	1
Okres indukcyjny [min]	>360
Badania na płytce z Cu Kl.	1
Zawartość benzenu [% obj]	0,7
Aromaty [% obj]	33,0
Olefiny [% obj]	6,0
Skład frakcyjny	
– do temp. 70oC destyluje [% obj]	30,0
– do temp. 100oC destyluje [% obj]	51,0
– do temp. 150oC destyluje [% obj]	82,0
Zawartość organicznych związków tlenowych	
– alkohol metylowy [% obj]	0
– alkohol etylowy [% obj]	0
– alkohol izo-propylowy [% obj]	0
– alkohol tert-butylowy [% obj]	0
– alkohol izo-butylowy [% obj]	0
– etery zaw. 5 atomów węgla [% obj]	4,0

**Tabela 3.** Wyniki analizy spalin dla silnika Renault 19 Chamade pracującego bez obciążenia przy różnych prędkościach obrotowych silnika

Wyznaczany parametr	Aktywator	1200 obr/min	2500 obr/min	3000 obr/min	4000 obr/min
CO [% obj]	Bez aktywatora	0,65	1,34	0,92	0,81
HC [ppm obj]		204	132	110	74
CO <sub>2</sub> [% obj]		14,2	14,2	14,2	14,2
O <sub>2</sub> [% obj]		0,8	0,4	0,4	0,5
NO <sub>x</sub> [ppm obj]		110	233	397	528
λ		1,011	0,974	0,987	0,995
CO [% obj]	Trójpolowy Power	0,73	1,92	1,46	1,45
HC [ppm obj]		269	221	185	125
CO <sub>2</sub> [% obj]		14,2	13,7	13,8	14,0
O <sub>2</sub> [% obj]		0,8	0,5	0,5	0,5
NO <sub>x</sub> [ppm obj]		112	199	375	461
λ		1,004	0,960	0,975	0,976
CO [% obj]	Jednopolowy Dynamic fuel GTM	0,74	2,32	1,71	1,54
HC [ppm obj]		282	306	220	144
CO <sub>2</sub> [% obj]		14,2	13,3	13,8	14,0
O <sub>2</sub> [% obj]		0,8	0,6	0,6	0,5
NO <sub>x</sub> [ppm obj]		114	199	469	485
λ		1,003	0,948	0,967	0,973
CO [% obj]	Jednopolowy Dynamic fuel Reference <sup>1)</sup>	0,68	1,98	1,54	1,11
HC [ppm obj]		373	291	228	165
CO <sub>2</sub> [% obj]		14,3	13,6	13,9	14,1
O <sub>2</sub> [% obj]		0,6	0,4	0,3	0,4
NO <sub>x</sub> [ppm obj]		140	227	459	462
λ		0,995	0,948	0,962	0,980

**Tabela 4.** Wyniki analizy spalin dla silnika Renault 19 Chamade pracującego pod obciążeniem (bieg IV)

Parametry	Bez aktywatora paliwa	Trójpolowy Power	Jednopolowy Dynamic Fuel GTM	Jednopolowy Dynamic Fuel Reference <sup>1)</sup>
F [N]	660	660	660	660
Prędkość obrotowa <sup>1)</sup> [obr/min]	2000	2000	2000	2000
Prędkość pojazdu [km/h]	50	50	50	50
CO [% obj]	0,15	0,19	0,13	0,12
HC [ppm obj]	163	187	219	236
CO <sub>2</sub> [% obj]	14,6	14,2	14,1	14,0
O <sub>2</sub> [% obj]	1,3	1,2	1,3	1,2
NO <sub>x</sub> [ppm obj]	4102	4157	4266	4193
λ	1,060	1,042	1,051	1,044

**Tabela 5.** Wyniki analizy spalin dla silnika Volkswagen Polo 6N 1.4 pracującego bez obciążenia przy różnych prędkościach obrotowych silnika

Prędkość obrotowa <sup>1)</sup> [obr/min]	Aktywator	1200	2500	3000	4000
CO [% obj]	Bez aktywatora	0,02	0,10	0,17	0,06
HC [ppm obj]		37	34	17	10
CO <sub>2</sub> [% obj]		14,9	15,1	15,0	15,1
O <sub>2</sub> [% obj]		0,3	0,1	0,0	0,0
NO <sub>x</sub> [ppm obj]		1	4	3	3
λ		1,012	0,999	0,996	0,998
CO [% obj]	Trójpolowy Power	0,03	0,08	0,09	0,02
HC [ppm obj]		13	33	16	11
CO <sub>2</sub> [% obj]		14,8	14,9	15,0	15,0
O <sub>2</sub> [% obj]		0,6	0,4	0,3	0,3
NO <sub>x</sub> [ppm obj]		0	0	0	0
λ		1,028	1,014	1,009	1,010
CO [% obj]	Jednopolowy Dynamic fuel GTM	0,02	0,23	0,11	0,01
HC [ppm obj]		21	38	14	14
CO <sub>2</sub> [% obj]		14,7	14,8	15,0	15,0
O <sub>2</sub> [% obj]		0,8	0,5	0,3	0,3
NO <sub>x</sub> [ppm obj]		0	0	0	0
λ		1,034	1,014	1,009	1,011
CO [% obj]	Jednopolowy Dynamic fuel Reference <sup>1)</sup>	0,01	0,07	0,06	0,02
HC [ppm obj]		1	7	7	6
CO <sub>2</sub> [% obj]		15,0	15,1	15,0	15,1
O <sub>2</sub> [% obj]		0,3	0,1	0,0	0,0
NO <sub>x</sub> [ppm obj]		1	1	1	1
λ		1,013	1,001	0,999	1,001

**Tabela 6.** Wyniki analizy spalin dla silnika Volkswagen Polo 6N 1.4 pracującego pod obciążeniem (bieg IV)

Parametry	Bez aktywatora paliwa	Trójpolowy Power	Jednopolowy Dynamic Fuel GTM	Jednopolowy Dynamic Fuel Reference <sup>1)</sup>
F <sup>1)</sup> [N]	1350	1350	1350	1350
Prędkość obrotowa <sup>1)</sup> [obr/min]	3000	3000	3000	3000
Prędkość pojazdu [km/h]	60	60	60	60
CO [% obj]	0,05	0,02	0,02	0,05
HC [ppm obj]	13	6	14	5
CO <sub>2</sub> [% obj]	15,0	15,0	15,1	15,1
O <sub>2</sub> [% obj]	0,1	0,3	0,2	0,1
NO <sub>x</sub> [ppm obj]	51	20	29	8
λ	1,002	1,010	1,007	1,000

## 5. ANALIZA WYNIKÓW

Wyniki przeprowadzonych badań aktywatorów paliwa wykazały (Rys. 1) dla Renault 19 Chamade o zasilaniu gaźnikowym wzrost emisji węglowodorów na biegu jałowym w porównaniu z analizą spalin silnika bez aktywatora paliwa:

- z trójpolowym aktywatorem paliwa Power wzrost o 32%,
- z jednopolewym aktywatorem paliwa Dynamic Fuel GTM wzrost o 38%,
- z jednopolewym aktywatorem paliwa Dynamic Fuel Reference wzrost o 83%.

Natomiast w przypadku pracy silnika pod obciążeniem (Rys. 2) analiza wykazała wzrost emisji węglowodorów:

- z trójpolowym aktywatorem paliwa Power o 15%,
- z jednopolewym aktywatorem paliwa Dynamic Fuel GTM o 34%,
- z jednopolewym aktywatorem paliwa Dynamic Fuel Reference o 45%.

Wyniki przeprowadzonych badań aktywatorów paliwa wykazały dla Volkswagena Polo 6N o zasilaniu wtryskowym spadek emisji węglowodorów na biegu jałowym (Rys. 3) w porównaniu z analizą spalin silnika bez aktywatora paliwa:

- z trójpolowym aktywatorem paliwa Power o 65%,
- z jednopolewym aktywatorem paliwa Dynamic Fuel GTM o 43%,
- z jednopolewym aktywatorem paliwa Dynamic Fuel Reference o 97%.

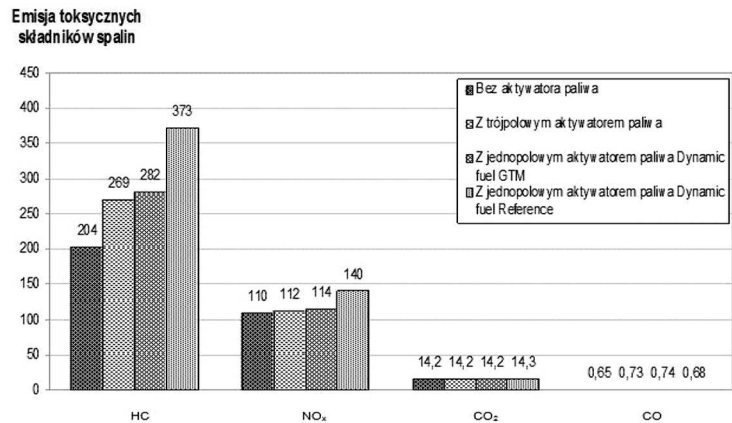
W przypadku obciążenia silnika (Rys. 4) zaobserwowano spadek emisji toksycznych tlenków azotu NOx:

- z trójpolowym aktywatorem paliwa Power o 61%,
- z jednopolewym aktywatorem paliwa Dynamic Fuel GTM o 43%,
- z jednopolewym aktywatorem paliwa Dynamic Fuel Reference o 84%.

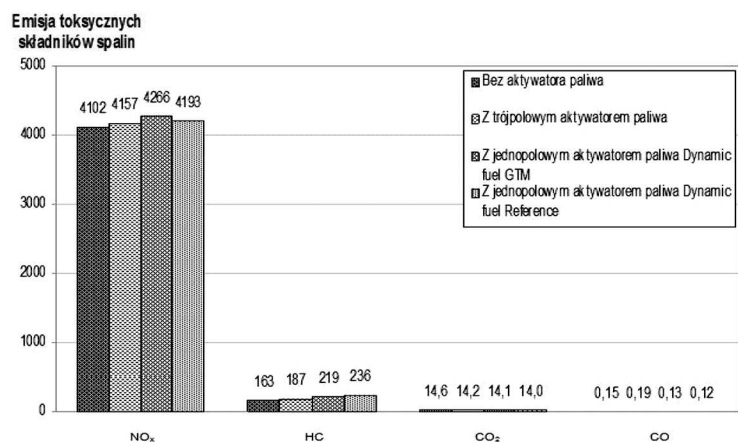
## 6. WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wyników analizy spalin 4 wariantów aktywacji paliwa rozpatrywanych silników spalinowych można sformułować następujący wniosek o charakterze ogólnym:

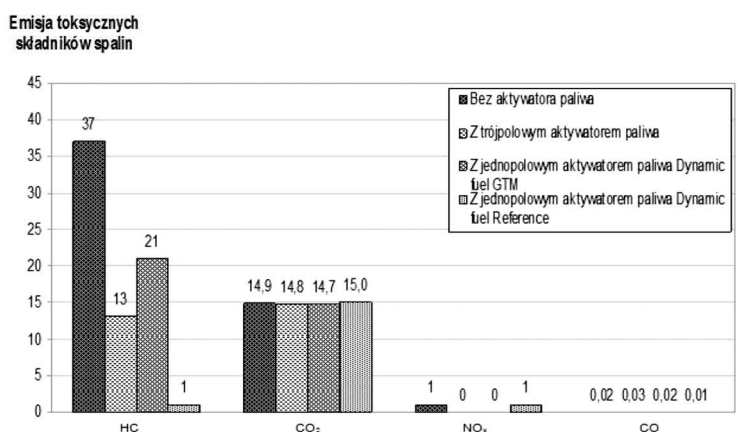
- w przypadku zastosowania aktywatora paliwa możliwe jest uzyskanie zmniejszenia emisji toksycznych gazów w przypadku silników o zasilaniu wtryskowym.



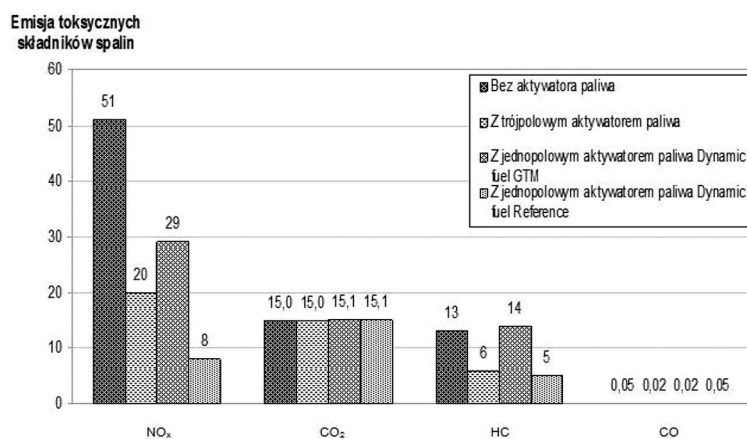
Rysunek 1. Zestawienie wyników analizy spalin dla Renault 19 Chamade na biegu jałowym bez i z aktywatorami paliwa



Rysunek 2. Zestawienie wyników analizy spalin dla Renault 19 Chamade z obciążeniem silnika bez i z aktywatorami paliwa



Rysunek 3. Zestawienie wyników analizy spalin dla Volkswagena Polo 6N na biegu jałowym bez i z aktywatorami paliwa



**Rysunek 4.** Zestawienie wyników analizy spalin dla Volkswagena Polo 6N z obciążeniem silnika bez i z aktywatorami paliwa

## LITERATURA

- [1] Bień J., Szczypiorowski A.: Magnetyzery – najtańsza inwestycja ekologiczna Zakłady Urzędzeń Sanitarnych, Politechnika Częstochowska.
- [2] Szczypiorowski A., Nowak W.: Analiza możliwości wykorzystania magnetohydrodynamicznej metody uaktywniania paliw w napędach spalinowych Gospodarka Paliwami i Energią 1995, nr 3 i 5.
- [3] Renault 19. Obsługa i naprawa Wydawnictwo AUTO, Warszawa 1993.
- [4] Volkswagen Polo. Obsługa i naprawa Wydawnictwo AUTO, Warszawa 1997.
- [5] Dane z Internetu: [www.magnetyzery3w.pl](http://www.magnetyzery3w.pl) – strona internetowa producenta trójpolowych aktywatorów paliwa firmy Zatel (24.01.2008).
- [6] Dane z Internetu: [www.maskor.pl](http://www.maskor.pl) – strona internetowa producenta jednopolowych aktywatorów paliwa Dynamic fuel GTM i Dynamic fuel Reference firmy Maksor (24.01.2008).
- [7] MAHA MGT 5 – instrukcja obsługi.