

## ANALIZA JAKOŚCIOWA PŁOMIENIA SPALANEJ AKTYWOWANEJ MAGNETYCZNIE MIESZANKI LPG

### STRESZCZENIE

Znane są rozwiązania techniczne aktywacji magnetycznej przepływającego czynnika, jednak uzyskiwane rezultaty nie są w pełni powtarzalne.

W pracy przytoczono wyniki badań spalania gazu ziemnego i paliw płynnych aktywowanych magnetycznie odpowiednio dobranymi magnetyzerami. Wskazują one na istotną poprawę wskaźników energetycznych i środowiskowych procesu spalania paliw aktywowanych. Na podstawie wyników tych badań zdecydowano się na przeprowadzenie analizy jakościowej spalania aktywowanej mieszanki propan-butan. Uzyskano poprawę obrazu procesu spalania, która uzasadnia przeprowadzenie dalszych badań, także o charakterze ilościowym.

**Słowa kluczowe:** aktywacja magnetyczna, LPG, spalanie

### QUALITATIVE ANALYSIS OF THE FLAME OF MAGNETICAL ACTIVATED BURNT MIXTURE LPG

Technical solutions of magnetical activation of the flowing are known, however the obtained results aren't fully repeatable.

In this research there have been introduced results of analysis of earth gas and liquid fuels combustion activated magnetically by suitable magnetizers. They reveal a significant improvement of the energetic and environmental indicators of the activated fuels combustion process. Based on these results, the decision to carry the analysis of combustion of activated LPG mixture has been made. An improvement of the combustion process has been received, which substantiates the carriage of further analysis in the quantitative character as well.

**Keywords:** magnetic activation, LPG, combustion

### 1. WSTĘP

Badania przeprowadzone w różnych ośrodkach badawczych wskazują na pozytywne efekty energetyczne i środowiskowe spalania aktywowanego magnetycznie metanu, benzyny i oleju napędowego.

Metan ( $\text{CH}_4$ ) stanowiący główny składnik gazu ziemnego jest najprostszym węglowodorem. Badania wpływu aktywatorów magnetycznych stosowanych w układach zasilania gazem ziemnym, wykonane w instalacjach kotłów gazowych [1], dały wyniki oszczędności gazu sięgające 12%. Możliwe było zmniejszenie stosunku nadmiaru powietrza z 1,44 do 1,16. Istotne jest to, że uległa również obniżeniu emisja CO w spalinach, od 50 do 60%, przy równoczesnym wzroście temperatury spalin o 15%.

Stwierdzono ponadto, iż efekt aktywacji gazu nie zależał od prędkości przepływu gazu przez układ zasilania.

Benzyna, jako produkt destylacji ropy naftowej, stanowi mieszaninę węglowodorów od  $\text{C}_5$  do  $\text{C}_{10}$ .

W skład benzyn wchodzi węglowodory parafinowe ( $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ), naftenowe ( $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ ), aromatyczne ( $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ ) i olefinowe ( $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ ). Wpływ magnetyzerów na wydajność energetyczną spalania benzyny badano na silnikach z zapłonem iskrowym [2] i w tym przypadku uzyskano obniżenie zużycia paliwa rzędu 10%.

Ponadto w zależności od rodzaju silnika stwierdzono spadek zawartości toksycznych składników w spalinach:

- CO – średnio od 30% do 50%,
- $\text{CO}_2$  – średnio od 8,6% do 14,4%,
- $\text{NO}_x$  – średnio o 50%,
- HC – średnio od 53% do 77%.

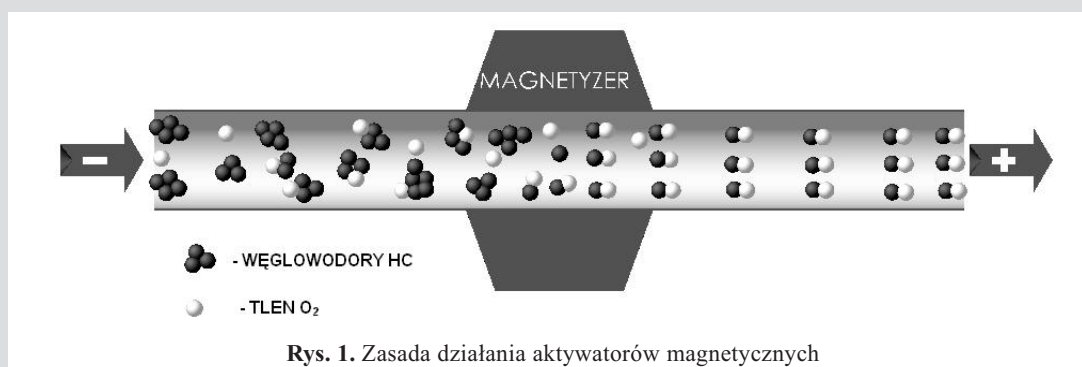
Olej napędowy podobnie jak benzyna stanowi efekt destylacji ropy naftowej i również jest mieszaniną węglowodorów parafinowych, naftenowych, aromatycznych i olefinowych. Jednak wchodzące w jego skład węglowodory są wyższych rzędów, od  $\text{C}_{11}$  do  $\text{C}_{18}$ . Badania dynamometryczne silnika z zapłonem samoczynnym [3] wykazały zmniejszenie zużycia paliwa średnio o 10,8%, wzrost mocy maksymalnej o 8,2%, wzrost momentu maksymalnego o 8,3%.

Stwierdzono również obniżenie temperatury spalin oraz spadek zawartości toksycznych składników w spalinach:

- CO – średnio o 25,3%,
- $\text{CO}_2$  – średnio o 30,2%,
- $\text{NO}_x$  – średnio o 33,1%.

Na podstawie przytoczonych powyżej wyników badań spalania metanu i paliw płynnych aktywowanych magnetycznie można stwierdzić istotną poprawę wskaźników energetycznych oraz środowiskowych (ekologicznych). Poprawa efektywności spalania umożliwia zmniejszenie zużycia paliwa, co prowadzi do redukcji składników toksycznych w spalinach. Brak jest natomiast pełnej i przeko-

\* Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Katedra Maszyn i Urządzeń Energetycznych, [worsztyrn@imr.agh.edu.pl](mailto:worsztyrn@imr.agh.edu.pl)



nującej teorii wyjaśniającej sam proces oddziaływania pola magnetycznego na przepływający czynnik i wynikające stąd efekty. Jak wiadomo, węglowodory mają „klatkopodobną” strukturę, co powoduje, że podczas procesu spalania utrudniony jest dostęp tlenu do wewnętrznych atomów węgla.

Co więcej, węglowodory łączą się w większe grupy pseudozwiązków, tworząc tzw. grona (asocjaty). Dostęp tlenu w odpowiedniej ilości do wnętrza asocjaty cząsteczek, niezależnie od nadmiaru powietrza w składzie mieszanki, jest utrudniony.

Dotychczasowe próby wyjaśnienia procesu aktywacji magnetycznej opierają się głównie na teorii van der Waalsa mówiącej, że atomy wodoru tworzą struktury typu klatkowego, które to struktury w połączeniu z węglem tworzą pseudozwiązki. Molekularne siły wzajemnego przyciągania i odpychania atomów wodoru i węgla oddziałując na siebie (siły van der Waalsa), kiedy są pobudzone polem magnetycznym, rozpraszają się i to umożliwia łączenie się atomów wodoru i węgla z dodatkowym tlenem (rys. 1).

Niezależnie od braku teorii w pełni wyjaśniającej oddziaływania stałego pola magnetycznego na paliwa gazowe i płynne brak jest również miarodajnych informacji dotyczących zarówno sposobu, jak i efektów aktywowania magnetycznego mieszanki propan-butan (LPG). Analizując publikowane wyniki na temat gazu ziemnego oraz paliw płynnych, można wyrazić przypuszczenie, że zastosowanie aktywacji dla LPG powinno dać korzystne efekty. Mieszanka propanu ( $C_3H_8$ ) i butanu ( $C_4H_{10}$ ), podobnie jak benzyna i olej napędowy, jest paliwem ropopochodnym, którego szerokie zastosowanie do zasilania palników energetycznych i silników spalinowych skłania do podjęcia badań w tym kierunku.

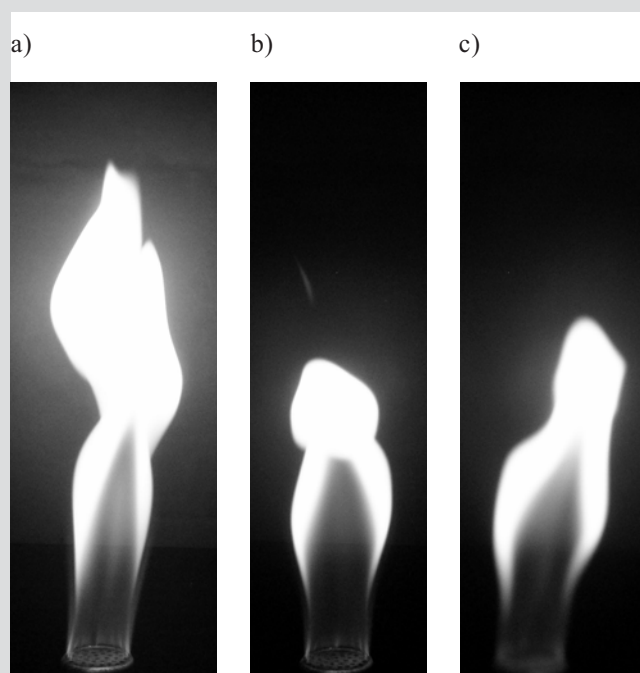
Wykonanie badań ilościowych w celu uzyskania kompletnych wyników zarówno dotyczących zużycia paliwa, jak i składu spalin, wymaga przygotowania instalacji oddzielnie dla spalania w silnikach i dla spalania w palnikach energetycznych.

Zbudowanie odpowiednich stanowisk badawczych jest związane z dużymi kosztami wynikającymi z konieczności wykonywania precyzyjnych pomiarów w szerokim zakresie. W związku z tym, słuszne wydaje się skupienie w pierwszym etapie badań jedynie na obserwacji płomienia nie poddawanego aktywacji magnetycznej oraz przy zastosowaniu różnych typów magnetyzerów. Chociaż tego typu badania będą miały charakter wstępny (rozpoznawczy), pozwolą określić celowość i zakres dalszych badań.

## 2. SPOSÓB PRZYGOTOWANIA BADAŃ I ICH WYNIKI

Do wykonania badań wstępnych wystarczającym wyposażeniem stanowiska jest układ do pomiaru ilości zużywanego gazu przez palnik gazowy oraz aparat rejestrujący obraz płomienia. W celu analizy jakościowej obrazu zdecydowano się na zastosowanie fotograficznego aparatu cyfrowego. Dla uzyskania lepszego obrazu, płomień fotografowano na tle czarnej matowej osłony. Na podstawie obserwacji zachowania się płomienia bez aktywowania i z aktywowaniem magnetycznym ustalono okres pełnej stabilizacji płomienia spalanego gazu na 30 minut. Ze względu na konieczność uzyskania wysokich temperatur, mieszanka powinna mieć skład zbliżony do stechiometrycznego, dlatego też palnik uregulowano na niewielki nadmiar powietrza.

Wyniki z przeprowadzonych badań są przedstawione w postaci reprezentatywnych obrazów cyfrowych (rys. 2).



Rys. 2. Wyniki obserwacji płomienia przy spalaniu w palniku mieszanki propan-butan: a) spalanie bez magnetyzera; b) spalanie z aktywacją magnetyzerem A; c) spalanie z aktywacją magnetyzerem B

Pierwsze zdjęcie (rys. 2a) przedstawia płomień spalającego gazu bez magnetyzera. Płomień jest bardzo wysoki, a jądro wąskie o kształcie zbliżonym do stożka. Druga strefa płomienia jest długa i niestabilna, a jej długość równa jest długości pierwszej strefy, tak więc duża ilość gazu spala się w obszarze niższych temperatur. Zdjęcia: drugie (rys. 2b) i trzecie (rys. 2c) przedstawiają obraz płomieni przy spalaniu z zastosowaniem magnetyzerów do aktywacji paliwa. Aktywacja magnetyczna spowodowała poprawę spalania gazu, co objawia się znacznym skróceniem płomienia. Strefa wysokich temperatur ma wprawdzie długość zbliżoną do strefy przy spalaniu bez magnetyzera, jednak jest znacznie szersza, a więc większa ilość gazu spala się w zakresie wyższych temperatur. Druga strefa płomienia stanowi około połowy długości jądra.

### 3. ANALIZA WYNIKÓW

Analizując obraz płomienia wykonany przy spalaniu bez aktywacji i z aktywacją magnetyczną, można wysunąć następujące wnioski.

- Spalanie nieaktywowanej mieszanki propan-butan, gdy współczynnik nadmiaru powietrza jest niski, powoduje powstawanie znacznej ilości produktów niezupełnego i niecałkowitego spalania, o czym świadczy zasięg strefy barw płomienia znamionujących jego niskie temperatury.
- Oddziaływanie na mieszanekę propan-butan skupionym jednobiegunowym dodatnim polem magnetycznym rozszerza strefę wysokich temperatur płomienia, ograniczając tym samym strefę niskich temperatur. Wyraźne

skrócenie płomienia może wskazywać na zwiększenie średniej prędkości spalania gazu. W związku z tym, bardzo prawdopodobne wydaje się, iż aktywacja spowodowała rozbitcie asocjacji utworzonych przez węglowodory. Ponieważ  $\text{NO}_x$  powstaje w miejscach szczytowych temperatur, ujednoczenie składu mieszanki paliwo-powietrze zmniejsza prawdopodobieństwo takiej sytuacji, czym można tłumaczyć mniejszą ilość  $\text{NO}_x$  w spalinach. Ponadto lepszy dostęp tlenu do cząstek węglowodorów wpływa na zmniejszenie stężenia CO w spalinach.

Przedstawiona analiza jakościowa daje podstawę do przeprowadzenia badań ilościowych, gdyż wyraźnie widać zmiany zachodzące w procesie spalania po zastosowaniu aktywacji magnetycznej gazu.

W dalszych badaniach nad tym problemem należy między innymi wykonać analizę termiczną obrazu płomienia oraz prędkości spalania cząstek, analizując kolejne klatki zarejestrowanego z odpowiednią częstotliwością obrazu procesu spalania.

Prace w tym kierunku będą kontynuowane.

### Literatura

- [1] Bień J., Szczypiorowski A.: *Magnetyzery – najtańsza inwestycja ekologiczna*. Zakład Urzędzeń Sanitarnych, Politechnika Częstochowska
- [2] Przemysłowy Instytut Motoryzacji PIMOT w Warszawie: *Badania magnetyzerów typu Multimag zgodnie z normami testu europejskiego 83 ECE na hamowni podwoziowej Schenck typu EMDY 48, wyposażonej w aparaturę pomiarową Horiba Mexa 720 D*
- [3] Kaźmierczak A.: *Analiza wyników badań silnikowych magnetyzerów w trakcie 75 godzinnej próby silnikowej*. AUTOPROGRES – KONMOT 2002