

OCENA MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA GAZU BROWNA DO WSPÓŁZASILANIA SILNIKA O ZAPŁONIE SAMOCZYNNYM

Zmniejszenie zanieczyszczeń wynikających ze spalania paliw w środkach transportu jest obecnie wymogiem prawnym w skali globalnej. Gaz Browna jest gazem należącym do alternatywnych źródeł czystej energii, przegląd literatury pokazuje, że mieszanina tego gazu wraz z powietrzem zasilającym silnik, pozwala zwiększyć wydajność spalania i ograniczyć wskaźniki emisji. W artykule przeprowadzona została synteza wiedzy w zakresie zastosowanie gazu Browna jako dodatku do powietrza zasilającego silnik. Omówione zostały główne informacje dotyczące wykorzystania wodoru jako paliwa, a także wskazano dotychczasowe sposoby wykorzystania generatora wodorowego.

WSTĘP

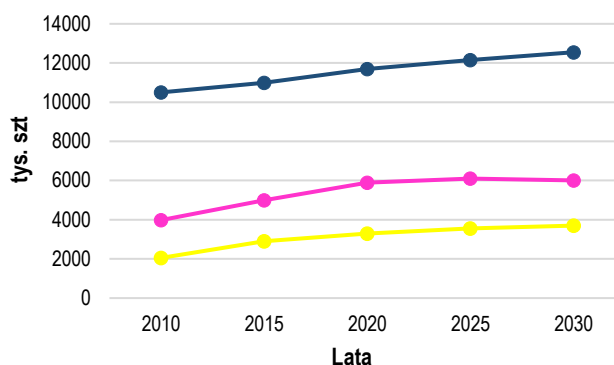
Transport samochodowy jest najpowszechniejszą, najbardziej zauważalną i dominującą gałęzią transportu. Według prognoz liczba pojazdów osobowych w Polsce w latach 2010 – 2030 powinna wzrosnąć z 17,2 mln szt. nawet do prawie 23 mln szt [2]. Zakłada się, że rozwój motoryzacji indywidualnej wciąż będzie dynamiczny, ze względu na to iż możliwa jest odnowa parku bazująca w dużej mierze na używanych samochodach sprowadzanych głównie z innych krajów UE [1]. Jednak niesie to za sobą również niejako negatywne skutki, bowiem auta importowane przyczyniają się do starzenie parku samochodów co z kolei wiąże się z tym iż pojazdy takie są mniej ekologiczne, a ich silniki emitują więcej szkodliwych spalin. Czynnikiem ten świadczy o konieczności zagłębienia się w poruszoną w niniejszym artykule tematykę związaną z emisyjnością pojazdów.

Obecnie wśród paliw zużywanych przez samochody osobowe w Polsce dominuje benzyna ale samochody z silnikami zasilanymi olejem napędowym stanowiące około 23 proc. (rys. 1). W ostatnich latach zaobserwowano ich dynamiczny wzrost i udział w strukturze parku samochodów osobowych, według prognoz do 2030r. mają stanowić około 26 proc. [1,2].

Postęp techniczny, rosnąca liczba pojazdów mająca tendencję wzrostową, wysokie ceny tradycyjnych paliw, wyczerpujące się złoża ropy naftowej, a przede wszystkim wymagania dotyczące emisji zanieczyszczeń powstających w trakcie eksploatacji pojazdów samochodowych, zmuszają do poszukiwań nowych, alternatywnych i proekologicznych źródeł energii. Zakłada się, że do 2020 r. minimum 20 proc. paliw zużywanych na cele transportowe będą stanowiły właśnie paliwa alternatywne. Jedną z możliwości stymulujących wzrost osiągnięć silnika, a także zmniejszenie emisji spalin jest użycie nowych rodzajów paliw, takich jak: gaz ziemny, propan – butan, wodór, biopaliwa oraz gazy bogate w wodór. Zakłada się, że pomimo wszelkich trudności technicznych wynikających z zastosowania to właśnie wodór (H) będzie paliwem przyszłości, bowiem w zakresie energii cieplnej, elektrycznej i mechanicznej może on zaspokoić on wszelkie potrzeby ludzkości.

Wodór charakteryzuje się dużą prędkością spalania w stosunku do innych paliw (tab. 1), brakiem obecności węgla co wiąże się natomiast z czystym spalaniem (produktem spalania jest woda) oraz wy-

soką wartością energii w odniesieniu do jednostki masy. Istnieją możliwości w zakresie wytworzenia wodoru. Otrzymuje się go najczęściej na drodze elektrolitycznego rozpadu wody [3, 4, 5].



Legenda:

- - z siln. benzynowymi
- - z siln. zasilanymi ON
- - z siln. zasilanymi LPG

Rys. 1. Prognoza liczebności samochodów osobowych w Polsce do 2030 r. według rodzaju paliwa [2]

Tab.1. Prędkość spalania wybranych paliw [4]

Mieszanka	Prędkość spalania [m/s]
Wodór z powietrzem	2,65 – 3,25
Benzyna z powietrze	0,37 – 0,43
Metan z powietrzem	0,37 – 0,45

Dolna granica palności dla wodoru wynosi 4%, a dla oparów oleju napędowego tylko 0,6% zaś dla benzyny 1%, co oznacza że wodór przy małych stężeniach jest bezpieczniejszy. Liczba oktanowa określająca odporność mieszanki paliwowo – powietrznej na samozapłon i spalanie detonacyjne podczas sprężania mieszanki wynosi 130 (badawcza) lub 70 (motorowa). Pozostałe własności fizykochemiczne przedstawiono w tabeli poniżej (tab.2) [4].

Tab.2. Charakterystyka wybranych rodzajów nośników energii [4]

Właściwości	Ben- zyna	Olej napę- dowy	Wodór
Gęstość [kg/m ³]	721-785	840	82
Wartość opałowa	44	42,3	119,8
Temp. Samozapłonu	260-460	280	585
Pozostałość po koksowaniu	0,1	0,3	0,0

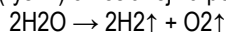
W silnikach o zapłonie samoczynnym sprawność cieplna wynosi 43-46 proc. i jest znacznie wyższa w porównaniu do silników o zapłonie iskrowym, dla których wartość sprawności osiąga 23-25 proc. Obecnie w silnikach o ZS wyposażonych w zasobnikowy układach zasilania typu Common Rail, uzyskujemy znaczne mniejsze zużycia paliwa w stosunku do silników o zapłonie iskrowym. Sprawność i funkcjonalność silników o zapłonie samoczynnym zależy w zasadniczym stopniu od rodzaju i właściwości zastosowanego paliwa. Podstawowym paliwem do silników o zapłonie samoczynnym jest olej napędowy, będący mieszaniną węglowodorów. Skład węglowodorowy olejów napędowych zależy od parametrów ropy naftowej, z której je wytworzono, a także od zastosowanego procesu technologicznego. Potwierdzono przydatność dodawania do silników o ZS suplementów np. wodoru w celu poprawy wskaźników emisji spalin.

Wodór ze względu na wysoką temperaturę samozapłonu tj. 585 °C nie powinien być wykorzystywany bezpośrednio do silników ZS bez świecy zapłonowej lub żarowej. Ponadto konieczne jest zastosowanie zbiornika magazynującego gaz. Problemy te da się wyeliminować poprzez wykorzystanie gazu Browna zamiast wodoru, gdyż nie potrzebuje on zewnętrznego źródła zapłonu, a dodatkowo może być produkowany i spożytkowany przez silnik jednocześnie z olejem napędowym [5].

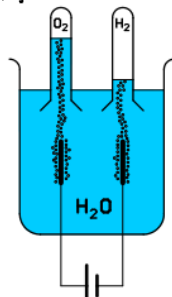
1. GAZ BROWNA JAKO DODATEK DO PALIWA

1.1. Informacje ogólne

Gaz Browna zwany inaczej HHO to piorunująca, bezbarwna, bezwonna, a co najważniejsze nietrująca mieszanina wodoru i tlenu w stosunku objętościowym 2:1 zaś wagowym 8:1. Dodanie gazu Browna do procesu spalania ma na celu poprawę sprawności silnika, równiejszą i cichszą pracę silnika, redukcję zużycia paliwa, poprawę efektywności procesu spalania oraz znaczne zmniejszenie zawartości toksycznych związków w spalinach. Gaz Browna uzyskuje się na drodze elektrolizy wody (rys. 2) określanej za pomocą wzoru:



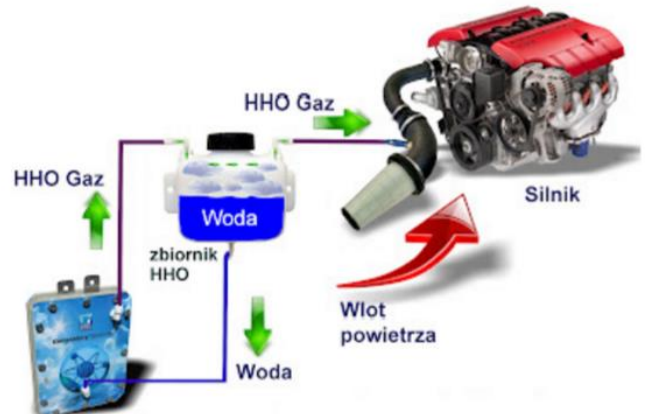
Wodór wydziela się na anodzie generatora, a tlen – na katodzie. Wartość opałowa wodoru wynosi od 10,8 do 12,75 MJ/Nm³, dzięki czemu mieszanina ma silne właściwości palne. W trakcie reakcji spalania wytwarza się 241,8 kJ energii na każdy dostarczony mol wodoru i powstaje para wodna [5,6,7].



Rys.2. Proces elektrolizy wody [7]

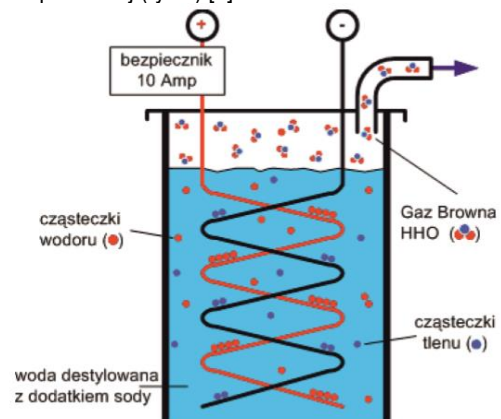
Obecnie gaz Browna wytwarzany jest w tzw. generatorach HHO (rys.3). Zastosowanie gazu w instalacjach samochodowych polega

na przystosowaniu pojazdu do użycia wody jako źródła uzupełniającego. Silnik zasilany jest mieszaniną wodoru i tlenu uzyskaną na etapie elektrolizy powstałą pod wpływem prądu elektrycznego. Produktem ubocznym spalania jest para wodna, ponieważ system wprowadza niewyczerpywalny zasób tj. wodę, która usuwa wszelkie zanieczyszczenia podczas spalania, a także redukuje nagar powstający w silniku. Woda jednak ze względu na małą przewodność właściwą musi być wzbogacona odpowiednimi kwasami lub solami. Najczęściej spotykanymi roztworami są 16–18% NaOH i 25–29% KOH. Wówczas proces elektrolizy zachodzi zdecydowanie szybciej [7,8]



Rys.3. Schemat budowy układu generatora HHO [8]

Mieszanina jest doprowadzana do układu dolotowego silnika, następnie wraz z zassanym powietrzem trafia do komory spalania, gdzie ulega spalaniu z głównym paliwem, wydajność reguluje się natężeniem prądu. W procesie wytwarzania i spalania gazu HHO, można spodziewać się oszczędności paliwa rzędu 10 do 30%, w zależności od sposobu jazdy i stanu technicznego pojazdu, oszczędności wynikają z dodatku HHO do paliwa, ale także całkowitego spalania mieszanki paliwowej (rys.4) [8].



Rys.4. Zasada działania generatora gazu Browna [7]

1.2. Dotychczasowe zastosowania gazu Browna do zasilania pojazdów samochodowych

W 1860 roku Etienne Lenoir francuski wynalazca i konstruktor spalinowych silników zbudował urządzenie do wytwarzania wodoru. W 1918 roku w Stanach Zjednoczonych opatentowano urządzenie Hydrogen Booster, które doprowadzało dodatkowo wodór do zasysanej przez silnik mieszaniny paliwowo-powietrznej. W 1935 roku Henry Garrett wynalazł i opatentował wytwarzający wodór gaźnik elektrolityczny. Pierwsze silniki użytkowe wyposażone w generatory HHO w porównaniu ze standardowymi zapewniały lepszą efektywność zużycia paliwa, zwiększoną żywotność części mechanicznych, a przede wszystkim wyższą odporność na przegrzanie. Powstały w czasach

drugiej wojny światowej i były wykorzystywane w czołgach, samochodach wojskowych, a także lotnictwie tzw. "mgiełki wodne", które opierały się na dostarczeniu pary wodnej do komory spalania, gdzie ulegała rozpadowi na wodór i tlen i ostatecznie spalana z paliwem [6]. Yull Brown w 1974r. opatentował generator HHO, precyzyjnie utrzymujący jego skład chemiczny. Następnie pomysł na aparat do hydrolyzy wody w celu pozyskania gazu Browna rozwinął Stanley Meyers [6,7].

Aktualnie na całym świecie są prowadzone badania nad zastosowaniem gazu HHO, istnieje bowiem wiele rozwiązań zastosowania generatora w samochodach osobowych.

Wodór jako paliwo wykorzystywany jest się w trzech wariantach. Po pierwsze może być stosowany jako ogniwo paliwowe wytwarzające energię elektryczną następnie wykorzystywaną w samochodowym silniku elektrycznym. Jako wyłączne paliwo napędzające silnik spalinowy a przede wszystkim jako dodatek do powszechnie stosowanej benzyny i oleju napędowego [4]. Główne znaczenie gazu HHO to nośnik energii, który jest elementem procesu spalania, a nie jego głównym składnikiem. W pracy skupiono się zatem na trzeciej możliwości zastosowanie wodoru jako suplementu do dotychczas stosowanych paliw.

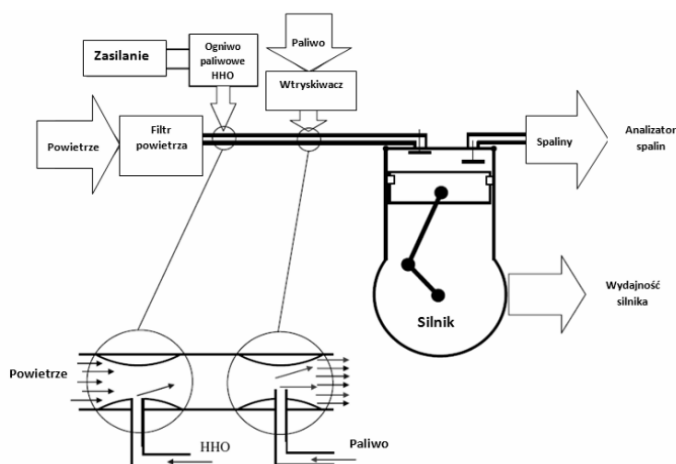
W Instytucie Pojazdów Samochodowych i Silników Spalinowych Politechniki Krakowskiej zajmowano się badaniem benzyny z dodatkiem gazu HHO w pojeździe samochodowym VW Passat B3, silnik 2.0. wykorzystując do tego hamownię podwoziową (tab.3). Pomiar przeprowadzono na benzynie, a następnie na benzynie z dodatkiem HHO stanowiącym ok. 0,4-0,5 l/min [6].

Tab.3. Wyniki testów na hamowni podwoziowej [6]

Rodzaj paliwa/test	Maksymalna moc [KM]	Maksymalny moment obrotowy [Nm]
Benzyna/bezwładnościowy	101,2	157
Benzyna /obciążenie 10%	100,9	160
Benzyna + HHO / bezwładnościowy	99,6	153
Benzyna + HHO / obciążenie 10%	99,1	160
Benzyna + HHO + EFIE / bezwładnościowy	98,3	153
Benzyna + HHO + EFIE / obciążenie 10%	98,9	154

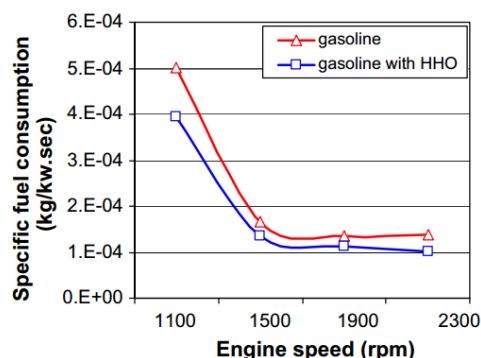
Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że wykorzystanie gazu Browna może wskazywać na oszczędności paliwa, a tym samym chronić środowisko poprzez zmniejszenie ilości szkodliwych związków wytwarzanych podczas procesu spalania mieszaniny benzyny i powietrza. Ponadto stwierdzono, że gaz Browna wydłuża żywotność silnika poprzez zmniejszenia tworzenia zwęglonego nagaru w rotorze [6].

Sa'ed A. Musmar 1, Ammar A. Al-Rousan z Uniwersytetu Mutha zajmowali się badaniem wpływu HHO w silniku jednocyldrowym chłodzonym powietrzem o zapłonie iskrowym. Pojemność skokowa silnika wynosiła 197 cm³, a moment obrotowy 10,4 Nm przy 2500 obr/min. Zestaw doświadczalny zaprojektowany przez autorów przedstawia rys.5. Gaz Browna otrzymano poprzez elektrolizę ze stopniowym dodawaniem elektrolitu (wodorowęglan sodu), w celu przyspieszenia rozkładu wody destylowanej. Wytworzony HHO połączono z powietrzem, następnie z paliwem i tak utworzoną mieszaninę podawano do karburatora. Stwierdzono w całym zakresie prędkości obrotowych spadek zawartości składników toksycznych: stężenie NO zostało zmniejszone o 50 proc. stężenie NO_x o 54 proc., a stężenie CO zredukowane do ok. 20 proc [9].



Rys.5. Schemat stanowiska pomiarowego użytego podczas badań na Uniwersytecie Mutha [9].

Ogólna sprawność spalania została zwiększona poprzez wprowadzenie dodatku HHO (zwiększenie liczby oktanowej paliwa) co w konsekwencji doprowadziło do zmniejszenia zużycia paliwa w granicach 20 proc (rys.6). Wyjątek stanowi CO₂ którego wartość emisji spalin dla wyższych wartości obrotowych silnika jest większa o 16 proc.[9].



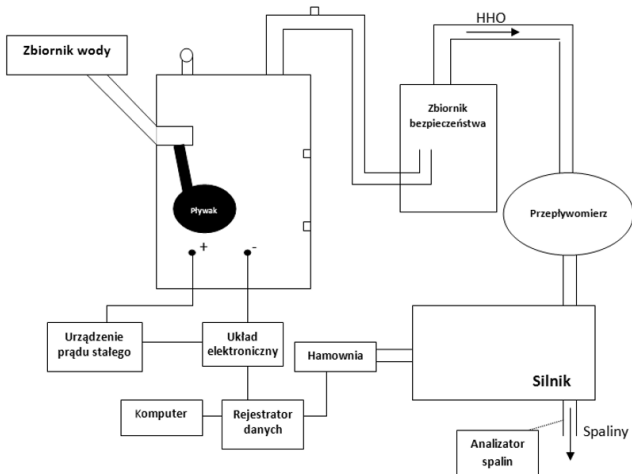
Rys.6. Wykres jednostkowego zużycia paliwa w funkcji prędkości obrotowej [9]

Mustafa Kaan Baltacıoğlu, Hüseyin Turan Arat, Mustafa Özcanlı, Kadir Aydın przeprowadzili badania wykorzystując jako główne paliwo olej napędowy. Badano czysty olej napędowy, wzbogacony H₂ + B10 oraz HHO + B10. Silnik poddano stałym prędkościom i pełnemu obciążeniu w zakresie 1200-2600 obr/min. Jako elektrolit podczas elektrolizy wody destylowanej zastosowano KOH (wodorotlenek potasu). Dla gazu HHO, który zawiera więcej tlenu, otrzymano większą wydajność spalania w porównaniu do wydajności spalania czystego wodoru jako paliwa dodatkowego. Wszystkie emisje uległy zmniejszeniu, za wyjątkiem emisji spalin NO_x. Zmniejszenie emisji CO w przypadku HHO + B10 wynosiło 22 proc. Dla CO₂ zanotowano spadek o 8,72 proc. dla suplementu H₂ + B10, zaś o 22,3 proc. dla HHO+B10 [10].

Naukowcy z Uniwersytetu Hanoi dodatek gazu Browna przebadali na silniku jednocyldrowym z zapłonie iskrowym, podając gaz do wlotu kolektora. Pojemność skokowa badanego silnika wynosiła 97 cm³ próby przeprowadzono w zakresie prędkości obrotowych od 3600 do 7200 obr/min. Gaz HHO wytwarzany w procesie elektrolizy wody i przekazywany do zbiornika o ciśnieniu 3,5 bara. Stwierdzono na podstawie analizy składu spalin, że wartość NO_x wzrasta o 47 proc. oraz CO o 1 proc. zaś wartość węglowodoru zmniejszyła się o 6 proc, a tlenek węgla zniknął. Ogólna wartość mocy silnika

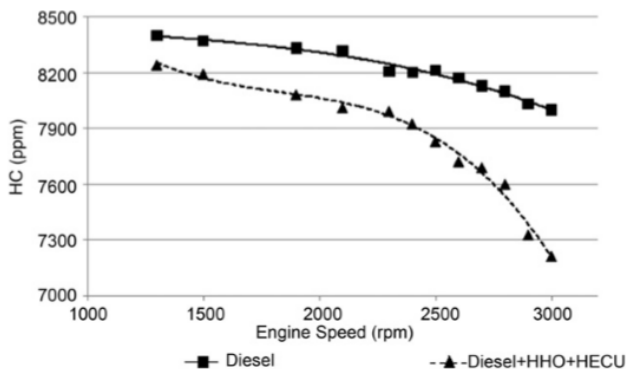
w przypadku zastosowania mieszanki paliwo –powietrze- HHO wzrosła o 2,78 proc. w stosunku do tradycyjnej mieszanki [11].

Przy średnich i wysokich prędkościach obrotowych silnika zastosowanie dodatkowo systemu HHO zwiększa moment obrotowy (nawet o 20 proc.), a także zmniejsza jednostkowe zużycie paliwa (nawet o 14 proc.). Stwierdzono tak na Uniwersytecie Cukurova w Turcji, gdzie badano dodatek gazu Browna w silniku o zapłonie samoczynnym, napędzanym olejem napędowym o pojemności skokowej 3567 cm³. Gaz podawany był do wlotu kolektora z pojemnika generatora HHO, aby zapobiec gwałtownej reakcji. Schemat układu pomiarowego przedstawia rys.7 [12].



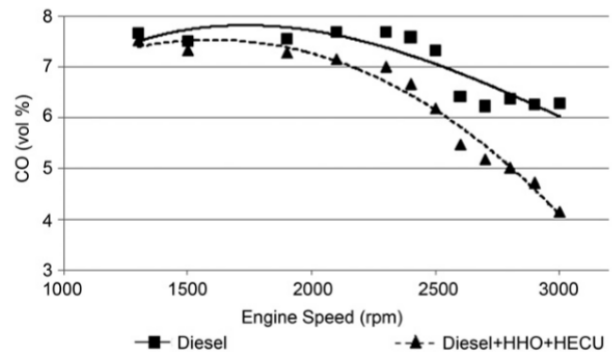
Rys.7. Schemat układu pomiarowego wykorzystany na Uniwersytecie Cukurova w Turcji [12]

Ponadto zauważono spadek emisji węglowodoru (HC) o 10 proc. (rys.8) oraz spadek tlenku węgla (CO) o 30 proc.(rys.9) przy większych prędkościach obrotowych silnika (3000 obr/min).



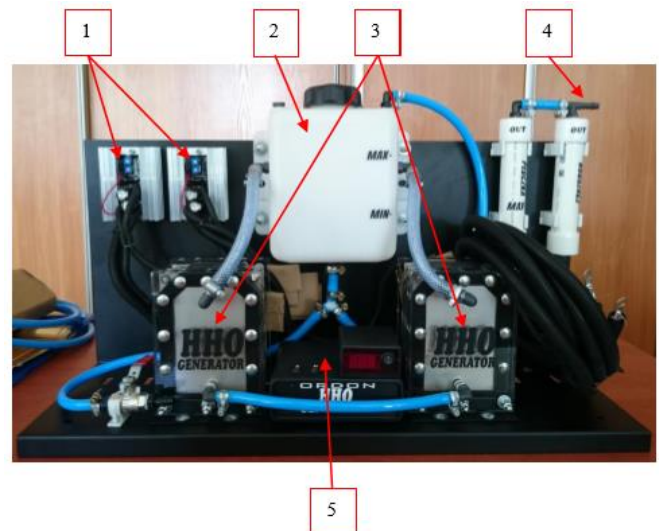
Rys.8. Spadek HC w silniku

Autorzy zaobserwowali problem w zakresie przebiegu procesu spalania. Przy niskich prędkościach obrotowych kiedy zawór dolotowy jest za długo otwarty następuje spadek współczynnika napełnienia cylindra i pogorszenie parametrów pracy silnika. Inną sytuacją jest możliwość wystąpienia zbyt wczesnego zapłonu, wynikająca z dużej prędkości spalania wodoru [12].



Rys.9. Spadek CO w silniku [12]

W Instytucie Techniki Górniczej obiektem badań był silnik spalinowy Volvo Penta typu D5A T, z górniczym układem dolotowo-wydotowym, współpracujący z generatorem HHO. Badania parametrów pracy silnika spalinowego przeprowadzono w dwóch wariantach: bez generatora HHO, a także z generatorem HHO. Pomiary prowadzono przy obciążeniach silnika momentem obrotowym 100%, 75%, 50%, 25%, 10% oraz na biegu luzem. Wytwarzanie gazu, stanowiącego dodatek do zasysanego powietrza, odbywało się automatycznie, po uruchomieniu silnika. Układ pomiarowy przedstawiono na rys.10. Generator podłączony do układu dolotowego silnika, zasilano napięciem 12 V DC z zasilacza laboratoryjnego. Stężenie elektrolitu oraz regulację układów CCPWM generatora dobrano tak, by natężenie prądu elektrolizy wyniosło około $I_{celi}=25$ [A] [13].



Rys. 10. Generator wodoru typu 2X21 EL 12V wykorzystany podczas badań w Instytucie Techniki Górniczej; 1-regulatory CCPWM, 2- zbiornik elektrolitu, 3-generatory, 4-wylot gazu do silnika, 5- układ elektryczny generatora [13]

Stwierdzono że zawartość CO w spalinach podczas pracy silnika spalinowego z generatorem była niższa w stosunku do wyników badań bez zastosowania generatora HHO, redukcja wynosiła prawie 50%. Zawartość CO₂ podczas pracy silnika spalinowego z generatorem HHO utrzymywała się na nieznacznie niższym poziomie w stosunku do układu bez generatora. Zawartość NO w spalinach w większości punktów cyklu pomiarowego była większa podczas pracy z generatorem HHO. W trakcie badań podczas pracy silnika z generatorem HHO, jak i bez niego nie stwierdzono wzrostu mocy oraz momentu obrotowego silnika, a zużycie jednostkowe paliwa utrzymywało się na zbliżonym poziomie [13].

PODSUMOWANIE

Badania wykazały, że stosowanie gazu Browna niesie ze sobą wiele zalet, do których można zaliczyć zwiększoną szybkość spalania mieszanki, efektywniejsze spalanie wynikające z małej energii zapłonu i łatwiejszy rozruch silnika. Uzyskuje się lepszą homogeniczność mieszanki paliwo – powietrze – HHO. Wymienione wyżej przykłady z literatury pokazują, że dodatek paliwa w postaci gazu wpływa na ograniczenie emisji spalin w szczególności tlenku węgla i węglowodorów oraz na zadymienie spalin, a także na nieznaczny spadek zużycia paliwa. W przypadku emisji NO_x wyniki są niejednoznaczne. Ponadto gaz Browna wydłuża żywotność silnika poprzez zmniejszenia tworzenia zwęglonego nagaru. Z zastosowania generatora gazu Browna wynikają też problemy, chociażby przedwczesny zapłon, wywołany niską energią zapłonu wodoru oraz szerokim zakresem jego palności. Skutkiem przedwczesnego zapłonu jest spadek sprawności i nierównomierna praca silnika. W przypadku niskich prędkości obrotowych silnika następuje zachwianie równowagi między odpowiednimi ilościami powietrza i gazu Browna, co prowadzi do pogorszenia wszystkich parametrów pracy silnika. Przy niskich prędkościach obrotowych silnika zwiększony jest również udział w spalinach CO₂ [4]. W przypadku silników o zapłonie samoczynnym przy średnich prędkościach obrotowych silnika zastosowanie dodatkowo systemu HHO zwiększa moment obrotowy (nawet o 20 proc.), a także zmniejsza jednostkowe zużycie paliwa (nawet o 14 proc.). Należy również dokonać analizy w zakresie bilansu energetycznego pojazdu wyposażonego w generator gazu Browna.

BIBLIOGRAFIA

1. Burnewicz J. „Prognozy popytu na transport w Polsce do roku 2020 i 2030 (rok bazowy 2010)”; załącznik nr 2 do „Strategii rozwoju transportu”; Ministerstwo Infrastruktury; luty 2012
2. Waśkiewicz Jerzy, Chłopek Zdzisław „Projekcja zapotrzebowania nośników energii przez polski park samochodów osobowych w latach 2015-2030”
3. Tuan Le Anh, Khanh Nguyen Duc, Huong Tran Thi Thu, Tai Cao Van, „Improving Performance and Reducing Pollution Emissions of a Carburetor Gasoline Engine by Adding HHO Gas into the Intake Manifold” SAE International, 2013, TSAE-13AP-0104.
4. Deczyński J., Żółtowski B., „Wodór jako paliwo alternatywne do zasilania silników ze spalaniem wewnętrznym” Polskie Towarzystwo Zarządzania Wiedzą, seria: Studia i Materiały, 2014
5. Malinowska M. „Ocena możliwości zastosowanie gazu Browna w okrężnictwie”
6. Skrzyniowski A., „Gaz Browna – HHO jako dodatek do paliw zasilających silniki spalinowe”, „Czasopismo Techniczne Politechniki Krakowskiej. Mechanika”, 5-M/2012, s. 281–290.
7. Kardasz P. Włostowski R. . „Ekologiczny gaz Browna. Auto naprawa 75 (2013)
8. Projekty AVT „Regulator HHO” Elektronika dla wszystkich (Grudzień 2015)
9. Musmar Sa’ed A., Al-Rousan Ammar A., „Effect of HHO gas on combustion emissions in gasoline engines”, „Fuel”, 2011, Vol. 90, s. 3066–3070.
10. Mustafa Kaan Baltacıoğlu, Hüseyin Turan Arat, Mustafa Özcanlı, Kadir Aydın; „Experimental comparison of pure hydrogen and HHO enriched biodiesel fuel in a commercial diesel engine” 6th International Conference on Hydrogen Production May 3-6, 2015 UOIT—Oshawa, Ontario, Canada
11. Tuan Le Anh, Khanh Nguyen Duc, Huong Tran Thi Thu, Tai Cao Van, „Improving Performance and Reducing Pollution Emissions of a Carburetor Gasoline Engine by Adding HHO Gas into the Intake Manifold”, SAE International, 2013, TSAE-13AP-0104
12. Yilmaz A.C., Uludamar E., Aydın K., „Effect of hydroxy (HHO) gas addition on performance and exhaust emissions in compression ignition engines”, International Journal of Hydrogen Energy, 2010, 35(19), s.1–7.
13. Dobrzaniecki P., Kaczmarczyk K.: „Badania stanowiskowe instalacji HHO w układzie z silnikiem spalinowym Volvo Penta D5A T” Maszyny Górnicze 01/2016 s. 11-21

Assessment of the possibility of use of gas brown as addition to fuel

Pollution reduction resulting from the emission of fuel combustion is becoming more and more popular all over the world. Brown’s gas is an alternative source of clean energy, the literature review shows that a mixture of this gas and fuel enables to improve efficiency of combustion and reduce emission factors, and only water, which is widely available renewable resource, is necessary for its production. The synthesis of knowledge within the scope of using Brown’s gas as fuel additive was conducted in this article. The main information concerning the use of hydrogen as fuel and the use of hydrogen generator were discussed.

Autorzy:

mgr inż. **Gracjana Woźniak** – doktorantka, Katedra Pojazdów Samochodowych, Politechniki Lubelskiej
dr hab. inż. **Rafał Longwic**, prof.PL – Politechnika Lubelska
dr hab. inż. **Krzysztof Górski**, prof. nadzw. - Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu