

Wpływ oleju rzepakowego jako dodatku do paliwa na emisję substancji toksycznych do atmosfery przez silnik ZS

Tomasz Osipowicz, Tomasz Stoeck

Streszczenie

Celem artykułu była analiza pracy silnika o zapłonie samoczynnym zasilanym mieszaniną oleju rzepakowego z olejem napędowym oraz samym olejem rzepakowym. Badania eksperymentalne zostały wykonane na silniku ZS z bezpośrednim wtryskiem paliwa. Podczas badań zostały wykreślone zewnętrzne charakterystyki prędkościowa i ekologiczna. Analiza przeprowadzonych badań wykazała, że podstawowe parametry robocze oraz emisję substancji toksycznych do atmosfery wpływa zawartość oleju pochodzenia rzepakowego w paliwie.

Słowa kluczowe: silnik o zapłonie samoczynnym, biopaliwa, olej napędowy, spalanie paliwa.

Wstęp

Silniki spalinowe będą jeszcze w najbliższych kilkudziesięciu latach stanowiły podstawowy napęd wszystkich naziemnych środków transportu. Obecnie na świecie produkowanych jest ich rocznie kilkadziesiąt milionów sztuk. Są one nadal przedmiotem prac badawczych dotyczących zachodzących w nich procesach spalania co związane, jest z paliwem jakim są zasilane. Podstawowe wymagania stawiane współczesnym silnikom spalinowym to niskie zużycie paliwa, niska toksyczność spalin oraz duża sprawność [3].

Przepisy dotyczące norm zawartości toksyn w spalinach zaostrzają się, dlatego inżynierowie zmuszeni są nie tylko do poszukiwań nowych rozwiązań konstrukcyjnych silników ale i również alternatywnych paliw. Głównym paliwem stosowanym w silnikach z zapłonem samoczynnym jest olej napędowy. Ze względu na bardzo szybki rozwój przemysłu, i ograniczone zasoby ropy naftowej na świecie prowadzone są badania nad zastosowaniem paliw alternatywnych różnego pochodzenia. Jednym ze źródeł energii są oleje roślinne. Referat zawiera analizę pracy silnika o zapłonie samoczynnym zasilanego mieszaniną oleju napędowego z olejem rzepakowym oraz samym olejem rzepakowym.

Główne toksyny wchodzące w skład spalin silnika z zapłonem samoczynnym to: tlenki azotu (NO_x), tlenek węgla (CO) oraz zadymienie spalin. Tlenki azotu (NO_x) są toksycznymi związkami gazów spalinowych [2]. Powstają podczas procesu spalania w wysokich temperaturach. Jest to gaz bezwonny, bezbarwny, który w nieznacznym stopniu rozpuszcza się w wodzie. Ich działanie wpływa na powstawanie smogu oraz kwaśnych deszczy. Kolejnym silnie toksycznym produktem ubocznym procesu spalania jest tlenek węgla (CO). Powstaje on w wyniku niepełnego spalania węgla, a więc w obszarach komory z niedostateczną ilością tlenu. Powstawaniu tlenku węgla sprzyja również niedostateczne rozpylenie, odparowanie paliwa, wymieszanie z powietrzem oraz zbyt niska temperatura spalania. Jest to gaz bezwonny, bezbarwny a zatrucia nim prowadzą nawet do śmierci. Zadymienie spalin jest ekologicznym wskaźnikiem silników ZS i zależy ono od

zawartości sadzy w gazach wylotowych. Sadza powstaje w wyniku termicznego rozpadu cząstek paliwa w wysokich temperaturach, a następnie ulega polimeryzacji produktów rozpadu. Sadza samo w sobie nie jest toksyczna, jednak wydzielana ze spalinami zawiera pochłonięte węglowodory, które powodują, że staje się substancją trującą [1].

1. Opis stanowiska badawczego

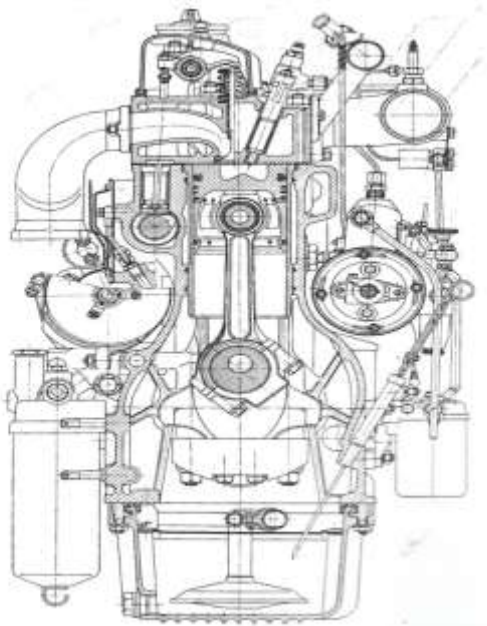
Badania eksperymentalne przeprowadzono na sześciocyndrowym silniku typu 359 z bezpośrednim wtryskiem paliwa. Na rysunku 1 przedstawiono przekrój poprzeczny silnika 359.

Na rysunku 2. przedstawiono schemat stanowiska eksperymentalnego wyposażonego w silnik 359 oraz hamulec hydrauliczny.

Do wyznaczenia charakterystyk jednostkowego zużycia paliwa niezbędne było określenie mocy użytecznej silnika. Z tego względu wykorzystano stanowisko hamowniane, wyposażone w przyrządy pomiarowe, w którego jego skład wchodziły: urządzenie dynamometryczne, zestaw aparatury kontrolno-pomiarowej oraz urządzenia pomocnicze takie jak termometr rtęciowy, barometr rtęciowy oraz higrometr włosowy. W celu zbadania toksyczności gazów wylotowych skorzystano z analizatora spalin IMR 1500 oraz dymomierza MDO.

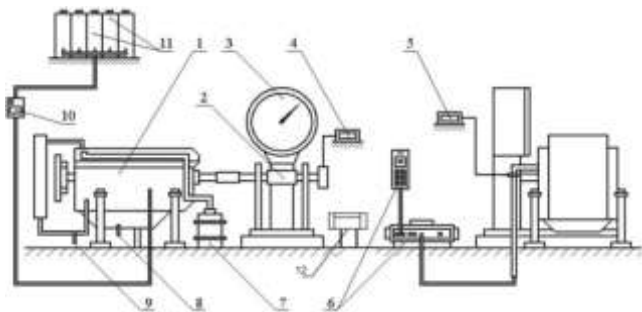
2. Cel badań

Celem przeprowadzonych badań była analiza zastosowania paliwa alternatywnego pochodzenia roślinnego (OR) do zasilania silnika z zapłonem samoczynnym. Niniejszy artykuł dotyczy badań emisji tlenków azotu, tlenku węgla, zadymienia spalin oraz emisji dwutlenku węgla silnika z zapłonem samoczynnym zasilanego olejem rzepakowym jako osobne paliwo i mieszaniną jego z olejem napędowym w proporcji 50%. Badania silnikowe zostały przeprowadzone na hamowni silnikowej. Podczas badań silnik pracował według zewnętrznej charakterystyki prędkościowej w zakresie częstotliwości obrotowej 1200 – 2700 obr/min.



Rys. 1. Przekrój poprzeczny silnika 359

Na rysunku 2. przedstawiono schemat stanowiska eksperymentalnego wyposażonego w silnik 359 oraz hamulec hydrauliczny.



Rys. 2. Schemat stanowiska badawczego: 1 – silnik, 2 – hamulec wodny, 3- dynamometr, 4 – obrotomierz, 5 – miernik temperatury spalin, dymomierz MDO, 7 – filtr powietrza G-57, 8 – miernik temperatury oleju, 9 – miernik temperatury wody na wylocie silnika, 10 – wagowa miernica elektroniczna, 11 – zbiorniki paliwowe, 12 – analizator spalin IMR 1500

Badania hamowniane zostały przeprowadzone przy następujących ustawieniach silnika:

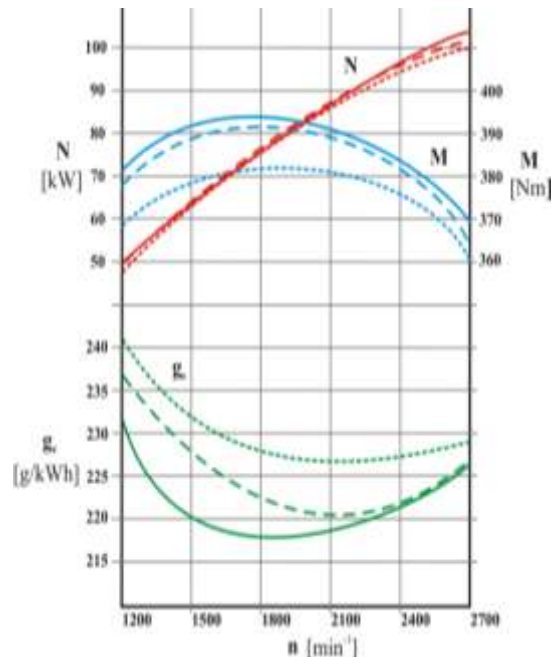
- kąt wyprzedzenia wtrysku $18,5^\circ$, ciśnienie wtrysku 22 MPa (parametry fabryczne),
- paliwa używane podczas badań: olej napędowy, olej rzepakowy, mieszanka oleju napędowego z olejem rzepakowym w proporcji 50%.

Pomiary dokonano w ustalonych warunkach pracy przy wybranych punktach na zewnętrznej charakterystyce prędkościowej. Wyniki badań pozwoliły odpowiedzieć na pytanie w jaki sposób mieszanka oleju rzepakowego z napędowym oraz sam olej rzepakowy jako paliwo wpływają na: moc i

moment obrotowy silnika, jednostkowe zużycie paliwa, emisję tlenku węgla, tlenków azotu, dwutlenku węgla oraz zadymienie spalin emitowane przez silnik z zapłonem samoczynnym.

3. Wyniki badań eksperymentalnych

Na rysunku 3 przedstawiono wyniki badań silnika 359 pracującego na trzech paliwach (ON, OR, OR50) w postaci zewnętrznej charakterystyki prędkościowej. Podczas badań odczytano moc silnika (N), moment obrotowy silnika (M) oraz jednostkowe zużycie paliwa (g_e).

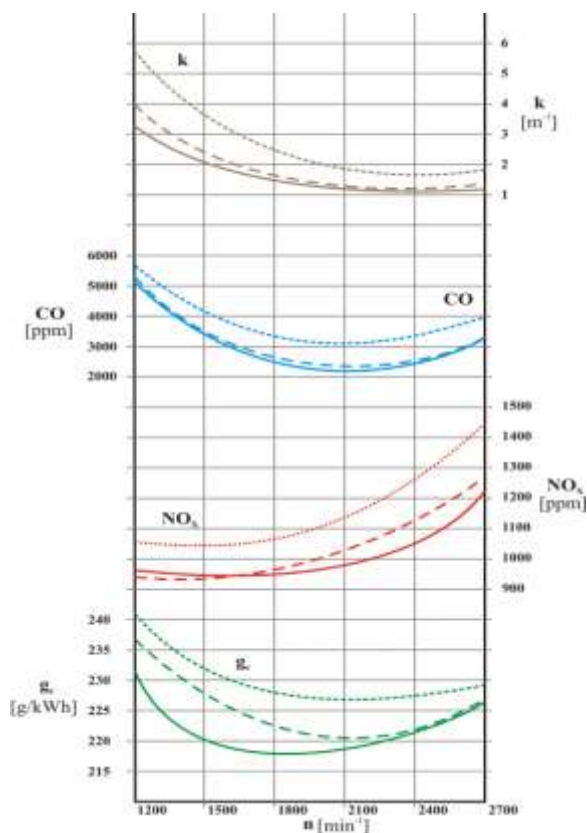


Rys. 3. Charakterystyka zewnętrzna silnika 359 pracującego na różnych paliwach: — olej napędowy (ON), - - - mieszanka oleju napędowego z olejem rzepakowym w proporcji 50% (OR50), olej rzepakowy (OR)

Na rysunku 4 przedstawiono wyniki badań silnika 359 pracującego na trzech paliwach (ON, OR, OR50) w postaci zewnętrznej charakterystyki prędkościowej. Podczas badań odczytano emisję tlenków azotu (NO_x), tlenku węgla (CO), dwutlenku węgla (CO_2), oraz zadymienie spalin (k).

4. Podsumowanie

Na podstawie analizy przeprowadzonych badań można stwierdzić, że na parametry pracy silnika z zapłonem samoczynnym istotny wpływ ma rodzaj zastosowanego paliwa. Zastosowanie nie przetworzonego oleju rzepakowego ze względu na jego właściwości fizyko – chemiczne wpływa niekorzystnie na jego eksploatację (zapiekanie się rozpylaczy, odkładanie nagaru na denku tłoka, gniazdach zaworów, końcówkach wtryskiwaczy i pozostałych elementach komory spalania). Spalanie czystego oleju rzepakowego zwiększa temperaturę w komorze spalania, co sprzyja powstawaniu tlenków azotu. Analizując wyniki przeprowadzonych badań można stwierdzić, że silnik pracujący na paliwach pochodzenia roślinnego charakteryzował się niższą mocą i momentem obrotowym w całym zakresie prędkości obrotowej. Jednostkowe zużycie paliwa było znacznie podwyższone zarówno dla paliwa OR jak i OR50.



Rys. 4. Charakterystyka ekologiczna silnika 359 pracującego na różnych paliwach: —olej napędowy (ON), - - -mieszanka oleju napędowego z olejem rzepakowym w proporcji 50% (OR50), olej rzepakowy (OR)

Wynik ten podyktowany był tym, że silnik na paliwach pochodzenia roślinnego osiągał niższą moc. Rozpatrując

zewnątrzną charakterystykę ekologiczną silnika stwierdzono, że zadymienie spalin oraz emisja tlenku węgla zostały znacznie obniżone dla paliwa OR50. Spowodowane jest to zawartością w nim tlenu. Olej rzepakowy zawiera grupę trój glicerydów, co wpływa niekorzystnie na zawartość sadzy i tlenku węgla w spalinach. Analizując zawartość tlenków azotu w gazach wylotowych można stwierdzić, że silnik pracujący na oleju rzepakowym w znacznym stopniu emitował dużo mniej tej toksyny w całym zakresie prędkości obrotowej. Zawartość dwutlenku węgla była obniżona również dla silnika pracującego na paliwach ON oraz OR50 w całym zakresie prędkości obrotowej.

Olej rzepakowy można poddać procesowi estryfikacji w wyniku, którego otrzymujemy ester metylowy oleju rzepakowego (B100). Proces ten polega na wymianie trój glicerydów zawartych w oleju rzepakowym na grupę alkoholową (transestryfikacja) w obecności katalizatorów kwaśnych lub zasadowych. Zawartość organicznych cząstek stałych w paliwie B100 wynosi około 46% natomiast w oleju napędowym około 84%. Mniejszą ich ilość tłumaczy fakt zawartości tlenu w paliwie estrowym (około 10% masy). Dostępność większej ilości tlenu powoduje podwyższenie temperatury spalania, co sprzyja zwiększonej emisji tlenków azotu i zmniejsza zadymienie spalin.

Rozpatrując wyniki przeprowadzonych badań oraz właściwości eksploatacyjne poszczególnych paliw można stwierdzić, że 50-cio procentową mieszaninę oleju rzepakowego z olejem napędowym można stosować jako paliwo alternatywne dla silnika z zapłonem samoczynnym.

Bibliografia

1. Knefel T., Ocena techniczna wtryskiwaczy Common Rail na podstawie doświadczalnych badań przelewów. Eksploatacja i Niezawodność, Vol. 14, No. 1/2012.
2. Merksiz J.: Ekologiczne problemy silników spalinowych. Tom II. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1999.
3. Michałowska J.: Paliwa, oleje, smary. WKiŁ Warszawa 1973.

Influence rape oil as addition to the fuel on toxic substance emission to atmosphere through Diesel engine

Abstract

The aim of article was analysis Diesel engine work powered by rape oil mix with Diesel oil and only rape oil. The experimental researches have been carried out by using Diesel engine with direct fuel injection. The engine operated in the external speed regime and external ecological speed regime. The researches revealed that the sort of fuel affected on toxic substances emission and individual fuel consumption. The analysis of carried out researches demonstrated that rape oil fuels having an influence on Diesel engine working parameters.

Key words: diesel engine, bio fuels, diesel oil, fuel combustion.

Autorzy:

Dr inż. **Tomasz Osipowicz** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Dr inż. **Tomasz Stoeck** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie