

Henryk GEBCZYŃSKI, Tomasz JANECZEK

BADANIE WPŁYWU MAGNETYZERÓW NA OGRANICZENIE ZANIECZYSZCZENIA ŚRODOWISKA PRZEZ LOKOMOTYWY TEM2

Streszczenie. W artykule przedstawiono ocenę zmian zawartości sadzy w spalinach w procesie spalania po zamontowaniu magnetyzerów metodą pośrednią przy wykorzystaniu dymomierza. Podczas badań analizowany był wpływ magnetyzerów zamontowanych w układzie zasilania lokomotywy spalinowej TEM2 na stopień zadymienia spalin. Praca zawiera opis układu pomiarowego oraz wyniki badań stopnia zadymienia.

RESEARCH INFLUENCE OF MAGNETIZERS ON LIMITATION POLLUTION BY DIESEL LOCOMOTIVE TEM2

Summary. In the article introduce estimation of changes of soot contents in exhaust gas in combustion process after installed magnetizers with indirect method at use of smokemeter. During research influence of magnetizers was analyzed installed in fuel system of diesel locomotive TEM2 on level of smoke of exhaust gas. This article contains description of measuring system and research results of level smoke.

1. WSTĘP

Rozwój transportu wymaga od konstruktorów poszukiwania nowych metod i sposobów zmniejszających zużycie paliwa oraz emisję substancji toksycznych powstających ze spalania paliwa. Transport posiada znaczny udział w globalnej emisji zanieczyszczeń do atmosfery. W wyniku spalania paliw węglowodorowych emitowany jest do atmosfery dwutlenek węgla, tlenek węgla, węglowodory, tlenki azotu, cząstki stałe oraz tlenki ołowiu i siarki. Trakcja spalinowa stwarza korzystne warunki do obsługi pociągów towarowych, ale ze względu na coraz większe zagrożenie środowiska naturalnego należy dążyć do poprawy jej ekologicznego oddziaływania na środowisko.

2. MOŻLIWOŚCI OGRANICZENIA EMISJI ZWIĄZKÓW TOKSYCZNYCH

Wcześniejszy rozwój silników zmierzał głównie do poprawy ich osiągnięć (momentu obrotowego, mocy). Obecnie coraz większy nacisk kładzie się na ochronę środowiska naturalnego przed zagrożeniami, jakie niosą ze sobą toksyczne składniki spalin silników.

Możliwości ograniczenia emitowanych do atmosfery przez silniki spalinowe ilości związków toksycznych wiążą się głównie z zabiegami konstrukcyjno-regulacyjnymi silników, rodzajem paliwa, zastosowaniem doładowania oraz układów wylotowych z filtrami i

układów dopalania ograniczającymi ilość związków toksycznych emitowanych do atmosfery. Ponieważ zmniejszenie emisji jednego związku występującego w spalinach może spowodować wzrost emisji spalin innego, niezbędne jest ustalenie takiego punktu pracy silnika, w którym sumaryczna emisja związków toksycznych będzie minimalna.

Wśród czynności techniczno-regulacyjnych ingerujących w parametry konstrukcyjne silnika należałoby wyróżnić takie, jak: recyrkulacja spalin, kształt komory spalania, stopień sprężania, sposób wtrysku paliwa, doładowanie. W celu ograniczenia emisji spalin stosowane są również układy do oczyszczania spalin poza silnikiem - są to filtry pasywne (ceramiczne i stalowe) oraz katalityczne. Zabiegiem nie ingerującym w parametry konstrukcyjne silników, a dającym możliwość obniżenia emisji HC i stopnia zadymienia jest stosowanie dodatków do paliw (opartych głównie na związkach baru). Dodatki te obniżają temperaturę zapłonu sadzy, stwarzając warunki do jej lepszego spalania [1].

Innym sposobem ograniczenia emisji związków toksycznych w spalinach jest zastosowanie magnetyzerów. Nie ingerując w zabiegi konstrukcyjno-regulacyjne skład paliw czy też układy do oczyszczania spalin poza silnikiem magnetyzery oddziałują bezpośrednio na paliwo polem magnetycznym intensyfikując proces spalania. Pole magnetyczne zmienia strukturę paliwa i jego własności (gęstość, lepkość, przewodność elektryczną, napięcie powierzchniowe). Zmiany te zależą od natężenia pola magnetycznego, prędkości przepływu, długości strefy oddziaływania, krotności przenikania linii sił pola magnetycznego oraz od rodzaju magnetyzera i zastosowanej konfiguracji pola magnetycznego [2,3].

3. RODZAJE MAGNETYZERÓW

Podstawowymi wymaganiami, które powinny spełniać magnetyzery, to prostota konstrukcji, wysoka efektywność oraz ekonomiczność. Można je klasyfikować według różnych kryteriów, np.:

- sposobu wytwarzania pola magnetycznego;
- liczby biegunów;
- położenia cewek wzbudzenia (dotyczy magnetyzerów, w których pole magnetyczne wytwarzane jest przez elektromagnesy).

Według pierwszego kryterium rozróżniamy magnetyzery z magnesami stałymi oraz z elektromagnesami. Magnes stały, który sam jest nośnikiem pola magnetycznego, odznacza się dużą prostotą użytkowania – nie wymaga źródła zasilania i nadzoru technicznego, jest łatwy w zastosowaniu oraz niezawodny w pracy. Jednocześnie umożliwia regulację natężenia pola magnetycznego poprzez zmianę wielkości szczeliny powietrznej. Magnesy stałe tracą swoje własności tylko w miarę upływu czasu lub w trudnych warunkach eksploatacji (uderzenia, przegrzania) [13].

Dla elektromagnesów charakterystyczne jest wykorzystanie uzwojeń, w których płynie stały lub przemienny prąd generujący pole magnetyczne w żelaznych rdzeniach i przerwach powietrznych. Magnesy takie wymagają źródeł zasilania, ciągłego dozoru stanu technicznego uzwojeń, lecz w odróżnieniu od magnesów stałych do ich wykonania nie są potrzebne wysoko wyspecjalizowane zakłady.

Biorąc pod uwagę liczbę biegunów, rozróżnia się unipolarnie magnesy z jednokrotnym przenikaniem obrabianego medium oraz magnesy wielobiegunowe, kiedy przenikanie realizowane jest więcej niż jeden raz. Najczęściej spotykane konstrukcje magnetyzerów posiadają od 2 do 7 par biegunów. W magnetyzerach elektromagnetycznych cewki prądowe mogą być usytuowane wewnątrz i wtedy rdzeń z cewkami umieszcza się w specjalnej obudowie (i jest wówczas obmywany obrabianym medium) oraz na zewnątrz przewodu z medium. Zewnętrzne usytuowanie cewek z punktu widzenia eksploatacji jest bardziej korzystne, ale konstrukcja

takiego elektromagnesu jest konstrukcją bardzo złożoną. Dlatego też w większości przypadków stosuje się magnetyzery z wewnętrznym usytuowaniem cewek.

4. EFEKTY STOSOWANIA MAGNETYZERÓW

Korzyści związane ze stosowania magnetycznych aktywatorów paliwa związane są nie tylko z ograniczeniem ilości wydalanych w spalinach związków toksycznych, lecz również obejmują zmniejszenie zużycia paliwa, zwiększenie mocy silnika czy też oczyszczenie silnika z powstałego nagaru i zapobieganie powstawania nowego. Badania przeprowadzone przez instytucje związane z branżą motoryzacyjną oraz inne wykorzystujące napęd spalinowy w różnych dziedzinach potwierdziły i udokumentowały skuteczność działania magnetycznych aktywatorów paliwa. Z materiałów firmy „Mundimex” wynika, że na testowanych w Europie i USA samochodach wyposażonych w magnetyzery zmniejsza się zużycie paliwa w miarę upływu okresu stabilizacyjnego. Okres stabilizacji, czyli stopniowego usuwania powstałego nagaru i całkowitego nasycenia magnetycznego wszystkich ferromagnetycznych elementów systemu zasilania może trwać od 30 do 90 dni. W początkowym okresie mogą wystąpić zakłócenia w pracy silnika i niestabilne zużycie paliwa wynikające z chwilowego zatykania dysz przez likwidowane osady. W celu optymalizacji warunków spalania można jednocześnie z magnetyzerami paliwowymi stosować magnetyzery powietrza nadające cząstkom powietrza ładunek ujemny – powstają wtedy warunki do lepszego łączenia tlenu z cząstkami paliwa.

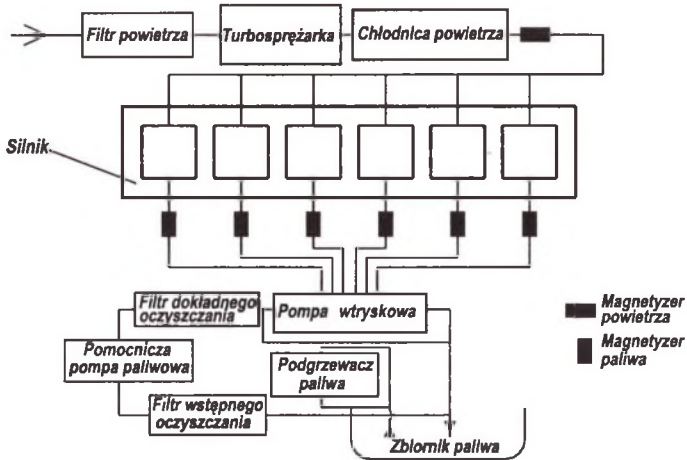
Należy się spodziewać, że magnetyzery paliwa zamontowane w układach paliwowych silników lokomotywy spalinowych spowodują ograniczenie emisji związków toksycznych w spalinach oraz zmniejszenie zużycia paliwa. Oczyszczenie silnika z powstałego nagaru i zapobieganie tworzenia się nowych osadów poprawia warunki pracy silnika, zwiększając przebiegi między remontami silnika. Powinno nastąpić przedłużenie czasu pracy pomp wtryskowych, rozpylaczy wtrysków, filtrów paliwa (magnetyzery „De-Bug”) bez konieczności ich naprawy lub wymiany. Magnetyzery paliwa mogą być również stosowane do układów paliwowych silników w transporcie lotniczym oraz morskim [4,8,9].

5. METODYKA BADAŃ

Przeprowadzone badania dotyczyły wpływu magnetyzerów na stopień zadymienia spalin. Magnetyzery paliwa i powietrza zamontowano w układzie paliwowym i powietrznym na lokomotywie spalinowej TEM2 (SM48), przeznaczonej do wykonywania ciężkich prac manewrowych oraz do pracy pociągowej na magistralach kolejowych. Stopień zadymienia określano metodą pośrednią, oceniając zadymienie spalin stopniem zaciemnienia bibuły filtracyjnej.

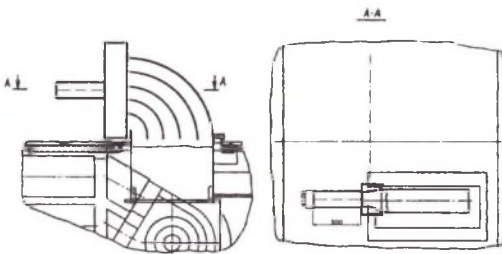
W badaniach wykorzystano dymomierz DE-400 przeznaczony do kontroli i pomiarów zadymienia spalin silników wysokoprężnych. Stopień zadymienia ocenia się w nim metodą fotooptyczną na podstawie zawartości cząstek sadzy zatrzymanych na wkładzie bibuły filtracyjnej wg BN-67/7327 [5].

Lokomotywa TEM2 wyposażona jest w czterosuwowy sześciocyldrowy silnik rządowy z turbodoładowaniem i międzystopniowym chłodzeniem powietrza doładowania. Układ paliwowy składa się z pompy podającej paliwo, filtrów paliwa wstępnego i dokładnego oczyszczania, podgrzewacza paliwa, pompy paliwowej wysokociśnieniowej, wtryskiwaczy, przewodów z armaturą, zbiornika paliwa oraz układu awaryjnego zasilania [6]. Schemat zamontowania magnetyzerów w układzie zasilania przedstawiono na rysunku 1.



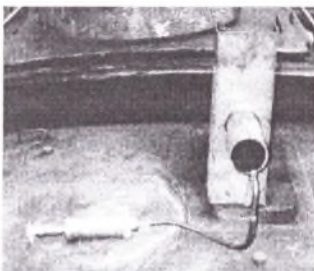
Rys. 1. Schemat układu zasilania z zamontowanymi magnetyzernami
Fig. 1. Diagram of fuel system with installed magnetizers

Wyniki pomiarów stopnia zadymienia w dużym stopniu są zależne od miejsca i sposobu poboru próbki gazów spalinowych z układu wydechowego silnika. W miarę zbliżania się układu pomiarowego do miejsca połączenia odgałęzień kolektora wydechowego silnika zwiększa się nierównomierność rozkładu gęstości dymu pochodząca z niejednakowego zadymienia spalin poszczególnych cylindrów. Różny stopień zadymienia spalin w poszczególnych cylindrach jest spowodowany różnymi współczynnikami nadmiaru powietrza wynikającymi z różnic dawkowania paliwa, różnicami w stopniu rozpylenia paliwa oraz niejednakowymi warunkami chłodzenia poszczególnych cylindrów, jak również rozrzutami wykonawczymi stopnia sprężania [7].



Rys. 2. Układ wydechowy lokomotywy zmodyfikowany do pomiarów stopnia zadymienia

Fig. 2. Expiratory engines system modified to measurements



Fot.1. Zmodyfikowany układ wydechowy z sondą pomiarową i urządzeniem zasysającym
Fot.1. Modified expiratory system with search measuring and with device sucking in

6. WYNIKI POMIARÓW

Zrealizowano trzy serie pomiarów stopnia zadymienia spalin dla:

- układu dotychczasowego,
- układu z magnetyzerami w układzie paliwowym,
- układu z magnetyzerami w układzie paliwa i powietrza.

W każdej serii pomiary dokonywane były przy prędkościach charakterystycznych dla biegu jałowego oraz czwartej, szóstej i ósmej pozycji nastawnika jazdy (tabela 1). Ponadto mierzony był stopień zadymienia spalin w czasie zmian liczby obrotów silnika spalinowego wywołanych przejściem na inną, kolejną pozycję nastawnika jazdy w układzie 3/4, 5/6, 7/8 (tabela 2).

Tabela 1

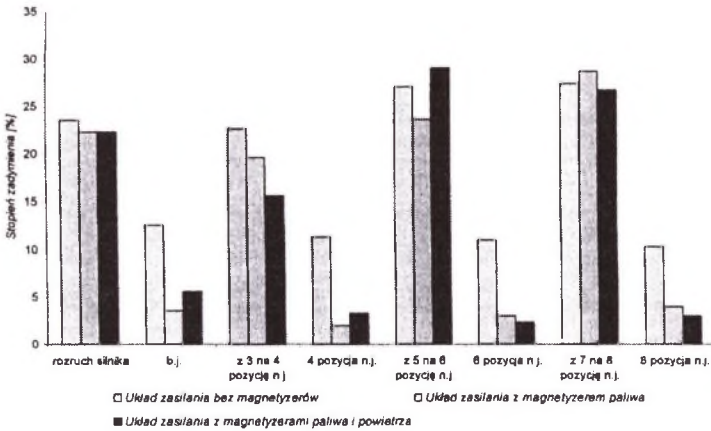
Pozycja nastawnika jazdy – prędkość obrotowa [obr/min]	Układ zasilania bez magnetyzerów		Układ zasilania z magnetyzerem paliwa		Układ zasilania z magnetyzerami paliwa i powietrza	
	Stopień zadymienia spalin [%]					
	D_I	$D_{I\bar{s}} = \frac{\sum_{i=1}^3 D_{Ii}}{n}$	D_{II}	$D_{II\bar{s}} = \frac{\sum_{i=1}^3 D_{IIi}}{n}$	D_{III}	$D_{III\bar{s}} = \frac{\sum_{i=1}^3 D_{IIIi}}{n}$
b.j. – 300	15;11;12	12,6	4;2;5	3,6	6;4;7	5,6
4 – 400	12;11;11	11,3	4;1;1	2	4;2;4	3,3
6 – 570	10;12;11	11	4;2;3	3	2;3;2	2,3
8 – 750	13;10;8	10,3	6;3;3	4	5;3;4	3

Tabela 2

Pozycja nastawnika jazdy – prędkość obrotowa [obr/min]	Układ zasilania bez magnetyzerów		Układ zasilania z magnetyzerem paliwa		Układ zasilania z magnetyzerami paliwa i powietrza	
	Stopień zadymienia spalin [%]					
	D_I	$D_{I\bar{s}} = \frac{\sum_{i=1}^3 D_{Ii}}{n}$	D_{II}	$D_{II\bar{s}} = \frac{\sum_{i=1}^3 D_{IIi}}{n}$	D_{III}	$D_{III\bar{s}} = \frac{\sum_{i=1}^3 D_{IIIi}}{n}$
Rozruch silnika	22;25;24	23,6	20;24;23	22,3	22;24;21	22,3
z 3 na 4	23;22;23	22,6	18;21;20	19,6	16;14;17	15,6
z 5 na 6	27;28;26	27	24;26;21	23,6	30;28;29	29
z 7 na 8	28;27;27	27,3	31;28;27	28,6	28;28;24	26,6

7. ANALIZA WYNIKÓW

Przeprowadzone pomiary wskazują na zmniejszenie stopnia zadymienia po zamontowaniu magnetyzerów (rys.3). Zadymienie mało praktycznie w całym zakresie prędkości obrotowych silnika, a największe różnice w stopniu zadymienia spalin odnotowano na 4 i 6 pozycji nastawnika jazdy (zmniejszenie zadymienia o około 80%). Niewielkie obniżenie zadymienia przy zmiennych prędkościach obrotowych wału korbowego (tzn. przy rozruchu silnika i przy przejściach z kolejnych pozycji nastawnika jazdy), a nawet wzrost zadymienia przy przejściu z 5 na 6 oraz z 7 na 8 pozycję nastawnika jazdy mogło być spowodowane różnymi momentami zassania spalin podczas wykonywania pomiarów.



Rys. 3. Stopień zadymienia spalin
Fig. 3. Level of smog exhaust gas

Znaczne różnice pomiędzy stopniem zadymienia mierzonym w ustalonych prędkościach obrotowych a zadymieniem przy przejściach z poszczególnych pozycji nastawnika jazdy wynikają z charakteru pracy układu doładowania. Przy zmianach pozycji nastawnika jazdy turbosprężarka doładowuje aparaty ssące silnika ładunkiem świeżego powietrza w ilości nie wystarczającej do poprawnego przebiegu procesu spalania. Występuje wtedy zmniejszenie współczynnika nadmiaru powietrza λ i w efekcie chwilowy wzrost zadymienia spalin.

8. WNIOSKI

1. Biorąc pod uwagę trwałość magnetyzerów, ich niewielką masę oraz łatwość montażu w układzie zasilania silnika wydaje się, że są one najprostszą oraz najtańszą (w porównaniu z katalitycznymi układami oczyszczania spalin) inwestycją mającą na celu ochronę środowiska i oszczędność energii bardzo istotną w obecnych czasach.

2. Przeprowadzone badania wykazały, że obróbka paliw polem magnetycznym daje efekty w formie spadku stopnia zadymienia. Poprawa procesu spalania to wzrost efektywności jego wykorzystania. Ze względu na krótki okres badań oraz stosowany system rozliczeń zużycia paliwa nie uzyskano miarodajnych informacji w tym zakresie.

3. Wyciągnięcie wniosków ilościowych będzie możliwe po przeprowadzeniu usystematyzowanego cyklu rozszerzonych badań. W chwili obecnej zainteresowanie tym tematem ze strony tak producentów jak i eksploatorów jest praktycznie żadne z braku rzetelnej informacji na temat ich doboru i montażu dla konkretnej instalacji paliwowej.

4. Z punktu widzenia techniki montażu bardziej przydatne wydają się być magnetyzery „zewnętrzne”, które nie wymagają ingerowania w układ paliwowy.

Stosowanie magnetycznych aktywatorów paliwa może przynieść nie tylko korzyści z zakresu ochrony środowiska, ograniczające znacznie emisję związków toksycznych, ale również korzyści ekonomiczne przez zmniejszenie zużycia paliwa i zwiększenie mocy i trwałości jednostki napędowej pojazdu.

Literatura

1. Szwaja S.: Czystość spalin silnika wysokoprężnego. Auto-Technika Motoryzacyjna 1992, nr 9, s.4-7.
2. Stukałow P.S.: Magnitnaja obrabotka wody. Izd. Sudastrojenie, St.Petersburg 1969.
3. Szczypiorowski A.: Wykorzystanie pola magnetycznego do poprawy procesów spalania. Gospodarka Paliwami i Energią, 1994, nr 10, s.2-6.
4. Szczypiorowski A.: Analiza możliwości wykorzystania magnetohydrodynamicznej metody uaktywniania paliwa w napędach spalinowych. Gospodarka Paliwami i Energią, 1995, nr 3, s.2-6.
5. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa Dymomierza DE-400.
6. Instrukcja eksploatacji i obsługi lokomotywy spalinowej TEM2.
7. Merkisz J.: Emisja związków toksycznych przez silniki spalinowe w świetle obowiązujących przepisów i perspektyw ich zmian. Silniki Spalinowe, 1992, nr 1 s.60-71.
8. Materiały reklamowe firmy „Mundimex”.
9. Materiały reklamowe firmy „DeBug”.

Recenzent: Dr hab. Alina Lipińska-Słota

Abstract

Usage magnetizers of fuels can bring not only advantages from range protection environment by considerably reduce emission of toxic compounds but also economic advantages by diminution waste of fuel and enlargement of power engine and persistence of individual driving vehicle. From point view of assembly technics more useful appear to be magnetizers external which will not demand interfering in fuel system. Effected researches showed that magnetic treatment of fuels gives effects in form fall of level of smog. Drawing quantitative conclusions will be possible after execution systematized of cycle widen researches. Taking under attention persistence magnetizers, heir not large mass and easy of assembly on fuel system engine, appears that they are most easy (straight) and cheapest (in comparison with catalytic system of cleaning exhaust gas) investment in matter protection environment and saving energy very essential in present times.