

Feliks RAWSKI¹

**PROTOTYPOWY WYSOKOCIŚNIENIOWY UKŁAD WTRYSKOWY TYPU
COMMON RAIL DO SILNIKÓW A8C22, SŁUŻĄCYCH DO NAPĘDU
LOKOMOTYW SM42**

W prezentowanej pracy, przedstawiono w zarysie modernizację silnika a8C22, polegającą na zainstalowaniu w nim wysokociśnieniowego układu wtryskowego typu common rail. Wyniki oraz doświadczenie z tej pracy mogą być wykorzystane bezpośrednio do modyfikacji silników lokomotyw SM42 oraz podobnych. Natomiast opracowane i wykonane stanowisko laboratoryjne, które jest formalnie uniwersalnym osprzętem common rail, umożliwia prowadzenie dalszych badań rozwojowych, badawczych oraz wdrożeniowych w przedmiotowym zakresie.

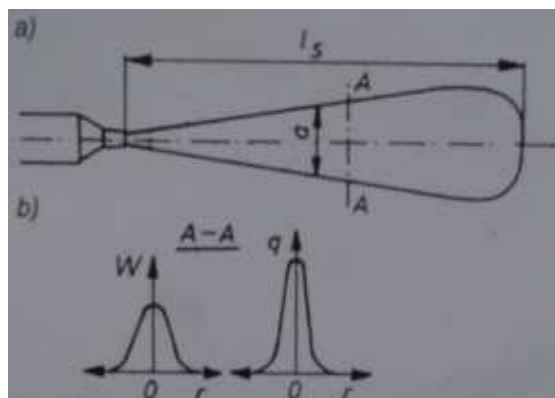
Powyższy układ wtryskowy powstał podczas realizacji Projektu badawczego własnego NN509352434, który był realizowany w Instytucie Pojazdów Politechniki Warszawskiej, przy współpracy z Katedrą silników lotniczych Instytutu Techniki Ciepłej Politechniki Warszawskiej. W powyższym projekcie podstawowym zadaniem było opracowanie wysokociśnieniowego układu wtrysku paliwa do silników a8C22 lokomotyw spalinowych SM42. Silnik ten był opracowany przez zespół doświadczonych konstruktorów, wywodzących się z tradycji Państwowych Zakładów Inżynierii (PZ Inż.). Silnik o mocy 800KM (588kW), przy n=1000obr/min napędza prądnicę prądu stałego. Wytworzony prąd napędza z kolei cztery silniki trakcyjne. Silnik ten przedstawiono na rys.1.

¹ Prof. dr hab. inż. Feliks Rawski Politechnika Warszawska/Instytut Pojazdów, wydz. Samochodów i Maszyn Roboczych.



Rys.1 Widok silnika a8C22 od strony koła zamachowego.

W realizowanym projekcie założono (ze względu na opłacalność modernizacji) wykorzystanie głównych zespołów silnika a8C22, a więc i przekładni elektrycznej. Spowodowało to, że silnik nadal będzie pracował z max. prędkością 1000 obr/min. Od 2010 r. silniki lokomotyw o mocach 560-2000 kW, powinny spełniać normę 2004/26/EC określającą dopuszczalne stężenie toksycznych substancji w spalinach, zużycie paliwa i oleju smarowego, a także „hałasu”, emitowanego w szczególności przez duże silniki [2]. Podczas projektowania układu common rail (nazwa polska- zasobnikowy układ zasilania), istotnym parametrem jest wartość ciśnienia paliwa w zasobniku. Ciśnienie to oraz zastosowany wtryskiwacz, ze sterowaniem elektromagnetycznym lub piezokwarcowym, kształtują wypływające z rozpylacza strugi paliwa oraz ich zasięg ls. Kształt strugi (w tym przypadku) to głównie jej kąt rozwarcia, określany kątem wierzchołkowym α , co przedstawiono na rys.2.



Rys.2 Kształt i zasięg rozpylonej strugi:
a) kąt wierzchołkowy strugi α oraz zasięg strugi l_s , b) rozkład prędkości W oraz gęstość q rozpylonego paliwa w przekroju strugi.

Im większa jest wartość tego kąta, tym większa jest powierzchnia, na której dokonuje się mieszanie paliwa z gazami w cylindrze. Zasięg strugi oraz prędkość jej czoła można określić za pomocą wizualizacji, przy użyciu ultra szybkiej kamery np. PHOTRON FAST CAM ultima 40k. Kamera ta pozwala filmować strugę paliwa z max. częstością 40500 klatek na sekundę. Umożliwia także pomiar bieżącej odległości czoła strugi od rozpylacza. Na rys.3 pokazano zdjęcia początku wypływu (pojawienia się) strugi w otworze rozpylacza.



Rys.3



Rys.4

Natomiast na rys.4 przedstawiono siedem strug wypływających z rozpylacza. Jedną z tych strug (wybraną) poddano analizie. Przykładowo dla ciśnienia 560 bar w zasobniku, max. zasięg strugi wynosił ok. 200 mm, a max prędkości jej czoła około

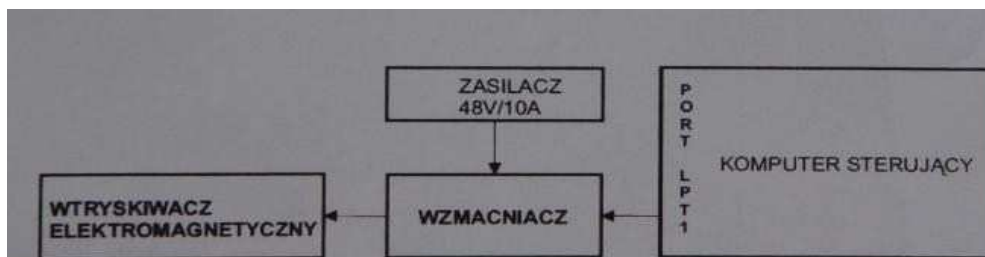
170m/s.

Ciekawym zaobserwowanym przy tym zjawiskiem jest tzw. „falowanie” tej prędkości, będącej wynikiem „ciągłego kształtowania” się czoła strugi.

Współcześnie nowe silniki z zapłonem samoczynnym są wyposażone w zasobnikowy układ wtryskowy. Natomiast silniki eksploatowane z klasycznymi układami wtryskowymi, są modernizowane zazwyczaj podczas „naprawy głównej” przez zainstalowanie w nich zasobnikowych układów zasilania. Silniki z takimi układami zużywają przeciętnie 15% mniej paliwa od klasycznych. Ponadto silniki te charakteryzuje „przesunięcie” wartości maksymalnego momentu obrotowego w kierunku mniejszych prędkości obrotowych. Powiększa to znacznie elastyczność silnika. Jest to pożądana cecha w silnikach trakcyjnych.

Modernizacja silników klasycznych, formalnie polega na zainstalowaniu nowego układu zasilania w miejsce klasycznego. Jednakże nie jest to tylko formalność. Z klasycznego silnika pozostawia się blok cylindrowy, głowice, układ rozrządu oraz chłodzenia i olejenia. Zasobnikowy układ pozwala na znaczne powiększenie prędkości obrotowej silnika, bez pogorszenia procesu spalania. Jednakże siły masowe w układzie korbowym, a w szczególności w układzie rozrządu rosną do kwadratu wraz z prędkością obrotową. Powiększają się też obciążenia cieplne elementów związanych z komorą spalania.

Znaczącym problemem jest też umieszczenie nowego wtryskiwacza w głowicy cylindra. Zaprojektowanie oraz wykonanie sterownika, sterującego przebiegiem wtrysku fazowego paliwa, jest stosunkowo trudne. Informacje na ten temat nie są jawnie podawane- są tajemnicą firm produkujących oraz instalujących wyżej wymienione sterowniki. Firmy mogą zaprojektować oraz zainstalować do silnika sterownik, jednakże pod warunkiem ich autorskiego serwisu. Zaprojektowany oraz wykonany w Instytucie pojazdów Politechniki Warszawskiej sterownik, umożliwia sterowanie z rozdzielczością rzędu jednej mikrosekundy.



Schemat układu sterowania wtryskiwaczem elektromagnetycznym przedstawiono na rys.5.

Przykładowe wartości wskaźników oraz parametrów, podczas pracy układu, przedstawiono na rys.6



SUMMARY

The objective of this project is the modernization of the SM 42 locomotive fuel feed system. The realization of the project consists in substitution of classical injection system by the chamber giving the possibility of electronic control of the cylinder fuel feeding process. Such a solution allows the modification of engine turning moment. In particular it makes possible to limit the maximum cylinder pressure. As the effect of this solution, the limitation of loads in crank system will be obtained. Moreover, the proposed solution produces lower engine noise and lower emissions of toxic pollutants. This system being called common-rail is characterized by economical fuel consumption.

Expected results after the project being carried out:

- greater durability of engine crank-pistons system,
- reducing of fuel consumption (with respect to classical solution) in particular for idle running and for low and medium loadings,
- reduction of engine noise.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Maciej Szkoda. Koszt cyklu trwałości jako kryterium efektywności modernizacji Lokomotyw spalinowych. Problemy eksploatacji 2007.
- [2] Jan Raczyński. Ograniczenie emisji spalin z silników spalinowych w prawie unijnym. Technika transportu szynowego 7-8/2004.