

ASPEKTY NIEPOTWARZALNOŚCI PRACY APARATURY WTRYSKOWEJ SILNIKA O ZAPŁONIE SAMOCZYNNYM Z. S.

T. Czaj

Silnik wysokooprężny na długo pozostanie powszechnie stosowanym wielocelowym źródłem energii. Ze wzrostem wymagań stawianych nowoczesnemu silnikowi o zapłonie samoczynnym Z.S. rośnie zainteresowanie badaczy aparaturą paliwową. Wyrażną potrzebą zajęcia się szczególnie problematyką zasilania silników wysokoprężnych wynika nie tylko z ogólnego postępu techniki, lecz przede wszystkim z ograniczeń ekologicznych mających na celu:

- ograniczenie emisji związków toksycznych w spalinach,
 - obniżenie poziomu hałasu,
 - wykorzystanie alternatywnych paliw silnikowych (ograniczone zasoby paliw kopalnych).
- W celu sprostanania coraz to ostrzejszym normom ekologicznym, oraz polepszeniu wskaźników techniczno-ekonomicznych silników o Z.S. we współczesnej technice stosuje się:

- kontrolowane zawirowania w cylindrze oraz turbulizację ładunku (4 zawory na cylinder),
- sterowany elektronicznie wtrysk paliwa,
- wysokie ciśnienia i duże prędkości wtrysku paliwa,
- krótkie przewody wtryskowe lub nawet pompowtryskiwacze,
- odpowiednie ukształtowanie przestrzeni spalania,
- kontrolowane doładowanie i chłodzenie powietrza doładowania,
- opóźnienie zapłonu (spalanie dwustopniowe przez co uzyskuje się zasadę uwarstwienia ładunku co pozwala zmniejszyć emisję NOx, CO i CH),
- paliwa o wymaganych właściwościach fizykochemicznych.

Ponadto do prawidłowego wypełnienia postawionych wyżej postulatów potrzebny jest sprawny technicznie i wysoce niezawodny układ zasilający, który zapewni:

- prawidłowy przebieg charakterystyki wtrysku,
- równomierny i powtarzalny rozkład dawki wtryskiwanego paliwa,
- powtarzalny czas trwania cyklu,
- stałe ciśnienie otwarcia wtryskiwacza i ciśnienie szczytowe w przewodzie wtryskowym.

W praktyce, mimo zastosowania nowych rozwiązań technicznych aparatury wtryskowej (elektroniczne systemy sterowania wtryskiem paliwa) mamy do czynienia z zagadnieniami niepewtarzalności niektórych parametrów wtrysku. A ściślej mówiąc z: niepewtarzalnością wymiarów geometrycznych, powodującą niepewtarzalność dawkowania rzędowych pomp wtryskowych i z niepewtarzalnością zjawisk przepływowych stanowiącą o niepewtarzalności zmian ciśnienia w przewodzie wtryskowym.

Niepewtarzalność dawkowania rzędowych pomp wtryskowych brana jest pod uwagę jedynie jako nierównomierność parametru wtrysku pomiędzy poszczególnymi sekcjami (cylindrami) w tym samym silniku i wynika z: niedokładności regulacji, dużej tolerancji wykonania i zużycia poszczególnych elementów aparatury wtryskowej. (Niepewtarzalność tę można wyeliminować stosując pompy wtryskowe rozdzielaczowe).

Niepewtarzalność zmian ciśnienia paliwa w przewodzie wtryskowym definiowana jest jako czasowa niepewtarzalność i wynika z zakłóceń w pracy aparatury wtryskowej spowodowanych falowym charakterem przepływu paliwa w obwodach wtryskowych. Po mimo regularnego powtarzania się cykli pracy sekcji tłocznej, zjawiska hydrodynamiczne powodują w każdym procesie doprowadzania paliwa przez przewód do wtryskiwacza zmienny stan przepływu. Próby sprecyzowania zagadnień falowych, celem powiązania ich z zagadnieniem niepewtarzalności zmian ciśnienia paliwa pozwoliły stwierdzić.

Podczas zamykania przez przesuwający tłok otworu wlotowego sekcji tłoczącej powstają uderzenia hydrauliczne przenoszące się na cały układ. Drgania w przewodach wtryskowych powstają na skutek zmian objętości paliwa zakumulowanego między pompą wtryskową a rozpylaczem paliwa, odpowiednio do zmian ciśnienia w przewodzie wtryskowym.

Częstotliwość i amplituda drgań w przewodach wtryskowych zależy od masy i ściśniętości zakumulowanego paliwa. Drgania te wywołują fale ciśnienia przebiegające w kierunku wtryskiwaczy z prędkością około 4,5 raza większą niż prędkość dźwięku w powietrzu. W zależności od stanu pracy wtryskiwaczy wywołują one różnego rodzaju reakcje:

- jeśli rozpylacz jest otwarty, to ilość wypływającego paliwa będzie większa niż ilość paliwa napływającego, powstanie wówczas fala obciążenia biegnąca w kierunku pompy wtryskowej;
- jeżeli rozpylacz jest zamknięty, to fala biegnąca w przeciwnym kierunku, odbita od rozpylacza, powoduje cofanie i sprężanie paliwa w przewodach wtryskowych; prowadzi to do zwiększenia średniego ciśnienia.

Należy jednocześnie dodać, że długość przewodów wtryskowych wpływa detydująco na całkowitą objętość układu wtryskowego i związaną z nią wielkość sprężystych odkształceń słupa paliwa w układzie wtryskowym.

Wszystkie mechanizmy wymienione powyżej uznano za jedne z przyczyn powstawania zjawiska niepewtarzalności zmian ciśnienia w przewodach wtryskowych. Ponadto ustalono, że na niepewtarzalność procesów wtryskowych mają także wpływ:

- temperatura zasilającego paliwa,
- własności fizykochemiczne paliwa,
- dawka podawanego paliwa przez sekcje tłoczącą,
- ciśnienie otwarcia wtryskiwacza,
- prędkość obrotowa pompy wtryskowej,
- stan dotarcia pompy wtryskowej,
- stan techniczny aparatury wtryskowej.

Ujęte w niniejszym opracowaniu zagadnienia niepewtarzalności pracy aparatury wtryskowej wpływają ujemnie na poprawność pracy silników o zapłonie samoczynnym (nierównomierność pracy) oraz wpływają niekorzystnie na zużycie paliwa, emisję szkodliwych związków i hałas. Konieczne zatem wydają się badania nad wyjaśnieniem wszystkich aspektów niepewtarzalności prac aparatury wtryskowej a co za tym idzie wyeliminowanie lub zminimalizowanie następstw tego zjawiska.

Tematyka ta jest poruszana na zjeździe z maszynoznawstwa celem zasygnalizowania i przybliżenia studentom problemów natury techniczno-ekologicznej oraz pokazania osiągnięć nauki w dziedzinie budowy i eksploatacji silników spalinowych.

Literatura:

- Wajand J.A.; Zbiński K. : Wtrysk paliwa czasowa i geometryczna niepewtarzalność AUTO-Technika Motoryzacyjna, nr 6/1988
- Lotko W. ;Wieczorek D. : Komputerowe wspomaganie metody określania wskaźnika niepewtarzalności wtrysku,
- Kowalczyk A. : Systemy spalania szybkoobrotowych tłokowych silników spalinowych. WKŁ Warszawa 1990.
- Czaj T. : Analiza wpływu docierania wybranego typu pompy wtryskowej rzędowej na wskaźnik niepewtarzalności wtrysku upaliwa. Praca dyplomowa. WSI Radom 1993.