

Aleksander UBYSZ

Instytut Transportu

Politechniki Śląskiej

CHARAKTERYSTYKA STANOWISK PROBIERCZYCH W ASPEKTCIE REGULACJI I KONTROLI POMP WTRYSKOWYCH SILNIKÓW ZS

Streszczenie. W niniejszym artykule, otwierającym cykl kilku opracowań dotyczących problemu dokładności regulacji pomp wtryskowych na stanowiskach probierczych, w zwięzłej, usystematyzowanej formie przedstawiono stosowane w Europie Wschodniej i na Zachodzie rozwiązania konstrukcyjne oraz wynikające z nich walory eksploatacyjne, właściwe poszczególnym rozwiązaniem zespołów i układów.

Rozwiązania zachodnie w opracowaniu reprezentują stanowiska angielskiej firmy Hartridge. Ogólnie i w szczegółach porównano konstrukcje i przedstawiono zalety i wady układów i zespołów stanowiących integralną część wszystkich stanowisk probierczych.

W zwięzłej formie przedstawiono również ważniejsze wymagania stawiane tym stanowiskom przez międzynarodowe normy ISO oraz zaprezentowano podstawowe czynniki wpływające na dokładność pomiarów prowadzonych przy kontroli pomp wtryskowych. Zarówno wymagania jak i czynniki omówiono przede wszystkim pod kątem ugruntowanych w polskim przemyśle motoryzacyjnym realiów.

Na zakończenie przedstawiono najważniejsze wnioski, jakie z opracowania i poruszanych w nim problemów - istotnych w krajowym przemyśle urządzeń i aparatury wtryskowej - wynikają.

Ważnym etapem w podniesieniu eksploatacyjnych właściwości silników o zapłonie samoczynnym (ZS) jest zapewnienie wymaganej charakterystyki pracy pompy wtryskowej i wtryskiwaczy. O ile kontrola prawidłowej pracy wtryskiwaczy układu wtryskowego silnika ZS nie nastrocza szczególnych trudności, o tyle prawidłowa ocena regulacji pompy wtryskowej (PW) wymaga wysokiego poziomu technicznego urządzeń do tego przeznaczonych i doświadczonego, o dużych kwalifikacjach personelu obsługi.

W tym artykule naświetlony zostanie problem jakości stanowisk probierczych do tego przeznaczonych i warunków technicznych kontroli PW na tych stanowiskach.

1. PRZEGLĄD UŻYWANYCH W KRAJU STANOWISK PROBIERCZYCH

Stanowiska probiercze (sp) do regulacji PW są wykonywane w różnych wersjach, w zależności od przeznaczenia i firmy produkującej. Stanowiska⁴ eksploatowane w kraju różnią się między sobą konstrukcją, lecz metody pomiaru przy sprawdzaniu i regulacji PW są podobne. Nowoczesne stanowiska probiercze powinny umożliwiać:

- sprawdzenie prawidłowości współpracy części składowych PW, regulatora prędkości obrotowej i przestawiacza wtrysku przy dowolnej prędkości obrotowej wałka krzywkowego pompy,
- dokładny pomiar dawek sekcji tłoczących pompy oraz określenie ich rozbieżności dla dowolnie wybranych prędkości obrotowych wałka krzywkowego pompy,
- określenie geometrycznego początku tłoczenia (GPT) przez elementy tłoczące,
- określenie kątów pomiędzy GPT a początkiem i końcem wtrysku w celu wyliczenia kątów wtrysku w stopniach obrotu wałka krzywkowego pompy przy różnych prędkościach obrotowych,
- pomiar ciśnień otwarcia i zamknięcia zaworów tłoczących,
- zbadanie parametrów regulatora w funkcji prędkości obrotowej,
- sprawdzenie charakterystyk przestawiacza wtrysku.

Najbardziej rozpowszechnione są stanowiska umożliwiające spełnienie wszystkich wyżej opisanych zaleceń.

Do najczęściej w kraju używanych sp należą stanowiska produkowane przez krakowską Spółdzielnię Sprzętu Elektromechanicznego "Spółnota" oraz przez węgierską firmę Mirköz.

W eksploatacji jest również niewielka ilość zakupionych w latach siedemdziesiątych stanowisk firm zachodnich, takich jak np. Friedmann und Maier, Hartridge, Bosch i inne.

W tabl. 1 przedstawiono charakterystykę sp produkowanych obecnie w krajach obozu socjalistycznego. W większości są to sp do kontroli i regulacji rzędowych PW. Stanowiska do badań rozdzielaczowych pomp produkowane są głównie przez firmy zachodnie.

We wszystkich sp można wyróżnić następujące układy i zespoły, których rozwiązanie konstrukcyjne może być bardzo zróżnicowane, lecz zadanie przed nim stojące pozostaje niezmiennione. Należą do nich:

- układ napędowy PW,
- zespół mocujący pompę na stanowisku,
- układ zasilania PW,

Tabela 1

Charakterystyka stanowisk probierczych do kontroli i regulacji pomp
wtryskowych

Kraj	Polska							Czechy					CSSR		ZSRP	Anglia				
Producent	"Spółnota" Kraków							Mirkoz					Motorpal		GCSNITI	Hortridge				
Typ stanowiska	PW-1	PW-2	PW-2A	2E	PW-3	PW-3	SIP-1	MD-1	MD-MIN4 OR-EB	MD - MINOR- 12	Standard	STAR-9	SOR-1	NC-138	NC-138	KI-1571 -01	700	1100	2500	
Moc silnika napędowego kW	2, 1/2, 3	2, 0/6, 3	2/3, 2 4, 3 6, 3	4, 8	7, 5	7, 5			2, 8					5, 5	7, 5	15	5, 5	5, 6	7, 5	
rodzaj napędu	elektryczny							elektryczny					hydrauliczny			elektryczny				
Zakres regulowanej prędkości obrotowej, ⁻¹ obrotów min	100-1200 220-2500	50-650 100-1000 100-1950 200-2800	100-1000 125-1075 120-1200 170-1575 200-156 300-2500				50-3000		65 - 2500					40-3000	0-3000	0-3000	40- 400	0- 4200	0- 4000	
Ilość sekcji pomiarowych	8							8	8	12	8	8	12	12	12	12		8	8	12
Pojemność naczyń pomiarowych, cm ³	30 i 100							80	13 i 32			40		70	27140	401135	0-60	241135	12-60	
Zakres pracy licznika wtrysków	dowolna	dowolna od 100 do 1000 co 100 /2E/	dowolna od 100 do 1100 co 100	od 100 do 100	50, 100 200, 300 400, 500	-	100	1 - 450	100 - 500 co 100		50-1150 co 50	50-900 co 50	1-9999	50, 100, 150, 200, 250, 300, 500 1000						
Wymiary: - długość - szerokość - wysokość mm	1300 990 1900	1330 570 1800		1400 650 1730	1370 650 1730	1425 670 1540	300 680 550	1050 300 1780	1600 350 1650	1250 600 1830	1350 660 1900	1500 700 1900	1575 445 1810	1575 845 1920	2070 350 2030					
Masa/bez oleju, kg	400	500		550	550		430	420	300	400	600	650	740	730	1300		-	-	-	
Pojemność zbiornika olejowego, dm ³	5		25			30	25	20	25	20	30		30		40		-	45	45	
Wysokie ciśnienie, MPa	dowl. do 4,0	dowlne do 4,0					-	-	30		20		30	-	30		-	-	-	
Zastosowanie	j / R							o / D		o / R			-	-	-	o / D				

* W w a g a : o- obustronny zestaw, j- jednostronny zestaw, R- rzędowe, D- rozdzielaczowe, PW- pomiarowe, D- R & R

- zespół wtryskiwaczy wzorcowych, naczyń pomiarowych, tłumików wtrysku i przewodów z zaworami, nazywany często miernicą stanowiska,
- zespół przyrządów pomiarowych do pomiaru prędkości obrotowej napędu PW, ilości podawanej do miernicy stanowiska dawek oleju i ciśnień w poszczególnych punktach układu zasilania.

Konstrukcja poszczególnych układów i zespołów oraz elementów wchodzących w ich skład decyduje o niezawodnej pracy stanowiska, a także ma wpływ na dokładność i czas przeprowadzonych pomiarów i badań PW. Poniżej zostanie przeprowadzona pod kątem wymienionych wymagań analiza rozwiązań konstrukcyjnych wyżej wymienionych zespołów i układów.

1.1. Układ napędowy pompy wtryskowej na stanowisku

Układ napędowy stanowiska ma zapewniać możliwość płynnej regulacji prędkości obrotowej napędu pompy w pełnym jej zakresie pracy na silniku. Najczęściej prędkość minimalna, z jaką można napędzać pompę, wynosi 0 - 100 obr./min, natomiast maksymalna waha się w przedziale 2500-5000 obr./min. Możliwe jest również przełączanie kierunku napędu pompy.

Najlepsze rozwiązania umożliwiają w krótkim czasie płynne przejście w pracy pompy od najniższej prędkości obrotowej do najwyższej, bez konieczności dodatkowych czynności nastawczych. Jednak w niektórych przypadkach, np. tyrystorowego regulatora prędkości obrotowej napędu w stanowisku PW-8, praktyczność tego rozwiązania ogranicza duża jego zawodność.

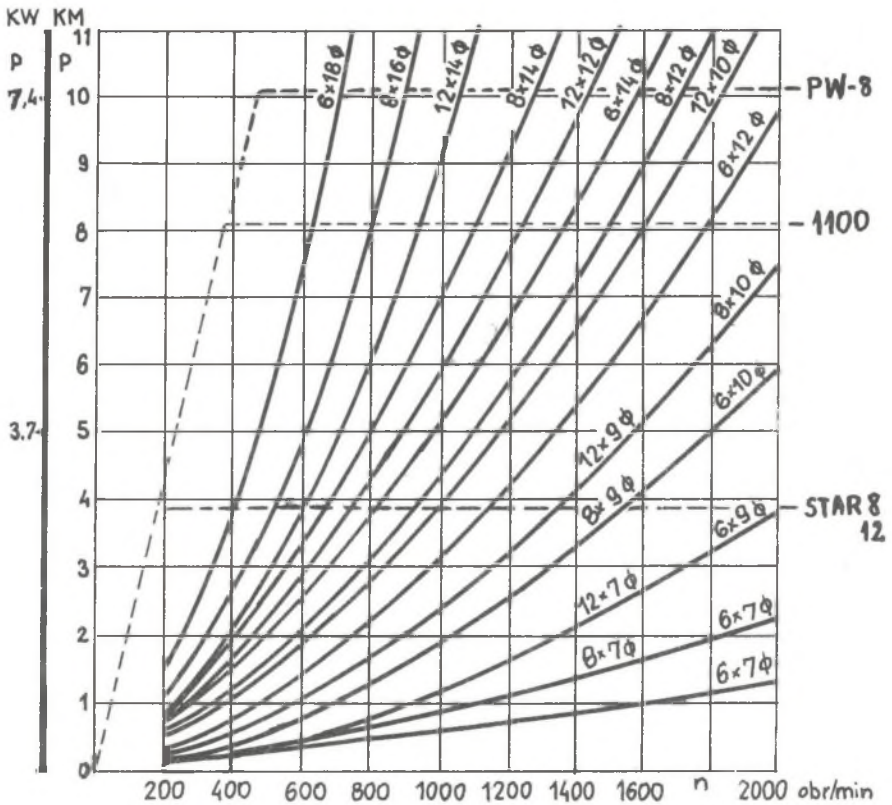
Bardziej niezawodna jest regulacja obrotów w pełnym zakresie prędkości obrotowej przez zmianę położenia szczotek elektrycznego silnika prądu stałego w węgierskich stanowiskach STAR 8 i STAR 12. Bezpośrednio z koła pasowego silnika moment napędowy jest przenoszony na wał napędowy stanowiska poprzez klinową przekładnię pasową.

Archaiczne wydają się być rozwiązania, w których przejście z jednego zakresu prędkości na drugi wymaga zatrzymania stanowiska i zmiany położenia pasków klinowych przekładni. Wiele z eksploatowanych obecnie stanowisk polskiej produkcji przy pewnej prędkości wymaga przeprowadzenia takiej operacji. Jest to w sprzeczności z ogólnie przyjętą tendencją minimalizacji czasu potrzebnego na wykonanie czynności pomocnicze, niezbędne przy badaniu PW.

Nowoczesne stanowiska nie tylko nie wymagają tak czasochłonnych operacji, ale pozwalają na przejście z minimalnej do maksymalnej prędkości obrotowej w czasie 4 - 6 s dzięki zastosowaniu układów regulacji przyspieszeń i opóźnień

napędu PW. Stanowiska te mogą osiągać przyspieszenia (lub opóźnienia) prędkości obrotowej rzędu $400 - 500 \text{ min}^{-1}/\text{s}$.

Moc silnika napędu głównego stanowiska decyduje o wielkości mocy otrzymywanej na wale napędowym stanowiska, zwanej mocą dysponowaną. Ponieważ w większości rozwiązań napęd z silnika przekazywany jest na wał poprzez przekładnię mechaniczną lub hydrokinetyczną, jej wartość zależy także od rodzaju stosowanej przekładni (sprawności) i wielkości przełożenia.



Rys. 1. Zalecany zakres pracy (pod linią przerywaną) stanowiska przy napędzie PW różnych rozmiarów; moc dysponowana czterech stanowisk probierczych - PW-8, Hartridge 1100, STAR 8 i 12

Fig. 1. Recommended working range (under the broken line) of the stand for different sizes of the Injection Pump drive; applied power of four testing stands - PW-8, Hartridge 1100, STAR 8 and 12

Na rys. 1 przedstawiono zależność pomiędzy prędkością obrotową i niezbędną mocą, potrzebną do napędu określonej wielkości PW (różna ilość sekcji o różnej średnicy). Na wykresie zaznaczono również moc dysponowaną trzech różnych stanowisk. Widoczne jest na wykresie znaczne ograniczenie zastosowania stanowiska STAR 8 ze względu na niską moc silnika napędu głównego.

Ograniczenie zastosowania stanowiska może również wynikać z momentu bezwładności koła zamachowego, decydującego o równomierności prędkości kątowej napędu pompy. Istnieje zależność pomiędzy maksymalną dawką paliwa Q_{\max} i wymaganą prędkością obrotową pomiaru n_t , którą w sposób graficzny dla trzech wybranych sp przedstawia rys. 2. Wynika z niego, że stanowisko STAR 8 ma ograniczenie zastosowania również ze względu na wielkość podawanej przez poszczególne sekcje pompy dawki. Powyższe warunki predystynują stanowiska typu STAR do sprawdzania mniejszych rzędowych pomp wtryskowych.

Renomowane firmy, specjalizujące się w produkcji sp, wypuszczają na rynek stanowiska o różnej wielkości i mocy silnika napędu głównego. W tabl. 1 przedstawiono dane trzech różnej wielkości wybranych uniwersalnych stanowisk firmy Hartridge. Dla zachowania przejrzystości (rys. 2), dawki dopuszczalne, wynikające z momentu bezwładności koła zamachowego tych stanowisk, naniesiono na rysunku dla jednej prędkości obrotowej $n = 550 \text{ min}^{-1}$.

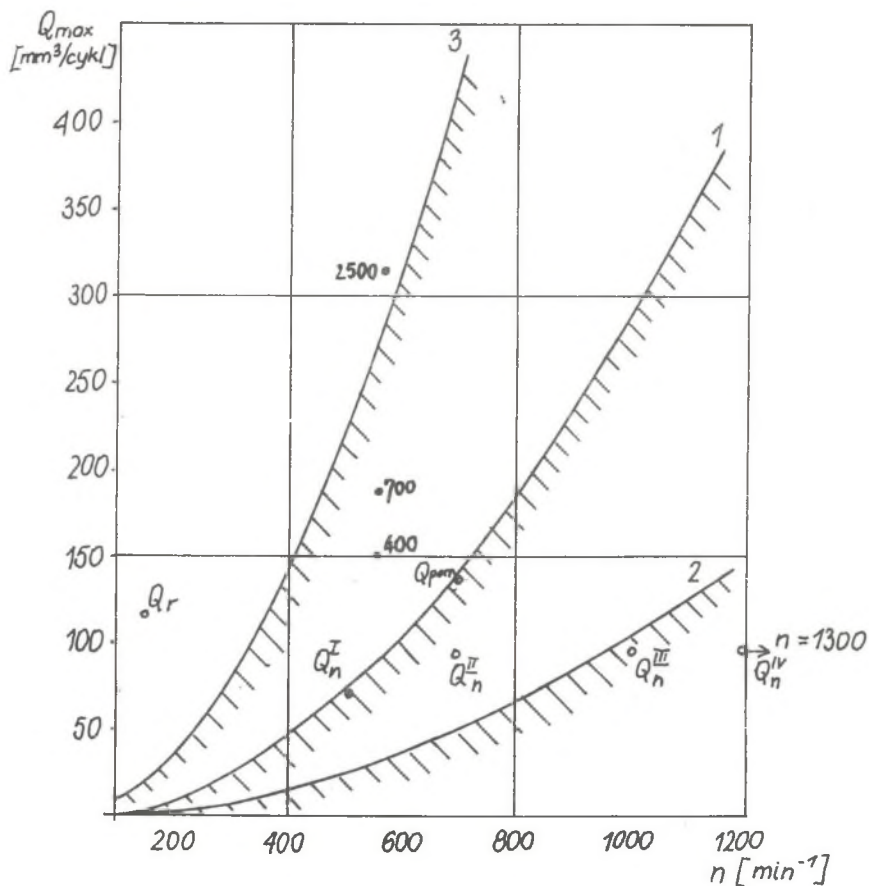
Płynną regulację prędkości w pełnym zakresie można uzyskać za pomocą innych niż wymienione wyżej rozwiązań. Na stanowisku firmy Hartridge model 1100 regulację w zakresie $0-4200 \text{ min}^{-1}$ zapewnia sterowana siłownikiem hydraulicznym 13 (rys. 3) przekładnia planetarna i stożkowa.

Wymienione w tablicy stanowiska o napędzie hydraulicznym najczęściej jako jednostkę napędową wykorzystują silnik elektryczny o określonej mocy nominalnej, a płynną regulację prędkości obrotowej uzyskuje się dzięki zastosowaniu przekładni hydrokinetycznej.

1.2. Zespół mocujący pompę na stanowisku

Sposób mocowania pompy wtryskowej na stanowisku ma znaczny wpływ na czas niezbędny do jej kontroli i sprawdzania.

W celu zamocowania na stanowisku określonej pompy należy do tego celu użyć odpowiednich wsporników z oprzyrządowaniem, pozwalających na jej współosiowe ustawienie względem osi wału stanowiska.



Rys. 2. Zalecany zakres pracy stanowisk probierczych uwarunkowany momentem bezwładności koła zamachowego: 3- stanowisko Hartridge model 2500, 2- STAR 8, 1- PW-1

Fig. 2. Recommended working range of the testing stands dependent on the flywheel moment of inertia: 3- Hartridge stand, model 2500, 2- STAR 8, 1- PW-1

Producenci pomp wtryskowych w standardowym wyposażeniu lub na zamówienie klienta dostarczają zestaw odpowiednich wsporników i podkładek, szczególnie bogaty dla stanowisk uniwersalnych, tzn. przystosowanych do sprawdzania rozdzielaczowych i rzędowych PW, umożliwiającą ustawienie określonych typów i rozmiarów pomp.

Z kolei producenci pomp (R. Bosch, Lucas CAV, FM, Diesel Kiki i in.) - w ramach ich unifikacji i typizacji - określone rozmiary PW produkują ze znormalizowaną wysokością osi wału, mierzoną od podstawy kadłuba. Najczęściej stosowany typoszereg dla tego wymiaru to: 35, 38, 45, 50 mm.

Po współosiowym ustawieniu pompy na stanowisku należy ją docisnąć do wsporników ustalających, co można wykonać za pomocą mechanicznego (śrubowego) lub hydraulicznego uchwyty szybko mocującego. Pierwszy z nich stosowany jest w importowanych stanowiskach węgierskich typu STAR, drugi, jak rozwiązanie bardziej nowoczesne, wymaga niezawodnego działania hydraulicznego układu wysokiego ciśnienia rzędu 4-6 MPa. Uszkodzenie układu wyrażone spadkiem ciśnienia, powinno w sposób automatyczny spowodować zatrzymanie wału napędowego PW. Ten sposób mocowania pompy, z uwagi na oszczędność czasu, jest coraz częściej stosowanym rozwiązaniem w stanowiskach firm zachodnich.

Próba wdrożenia podobnego rozwiązania w polskim stanowisku do sprawdzania rozdzielaczowych PW typu DPA skończyła się niepowodzeniem.

1.3. Układ zasilania pompy wtryskowej na stanowisku

Dla zapewnienia prawidłowej pracy PW na stanowisku niezbędne jest, poza napędem, jej zasilanie specjalnym olejem, o określonych parametrach. Ma to na celu stworzenie warunków analogicznych do tych, w jakich pracuje pompa na silniku, a także umożliwienie porównywania wyników pomiarów, otrzymanych na różnych stanowiskach w różnych miejscach, niezależnie od siebie.

Do określonych parametrów oleju, zależnych od układu zasilania, należą przede wszystkim ciśnienie i temperatura oleju na dolocie do PW oraz jego czystość.

Odpowiednie ciśnienie zapewnia pompa zasilająca stanowiska wraz z zaworem regulacyjnym ciśnienia, a wymaganą temperaturę osiąga się najczęściej poprzez automatycznie sterowany grzejnik elektryczny, podgrzewający olej w zbiorniku i utrzymujący jego temperaturę w wąskim przedziale, w pobliżu 40^oC (313 K).

Czystość doprowadzonego do PW oleju zależy od rodzaju stosowanego na stanowisku filtra (jego efektywności zatrzymywania określonych rozmiarów zanieczyszczeń) oraz od systematyczności i jakości przeprowadzanej obsługi stanowiska [2, 3].

Układy zasilania spełniające te warunki, nawet po uzupełnieniu przyrządem do pomiaru ciśnienia w układzie, charakteryzowałaby prosta budowa. Ponieważ jednak poza PW na stanowiskach probierczych można sprawdzać regulatory podciśnieniowe, pompy zasilające i inne zespoły systemu zasilania silnika ZS,

układy te znacznie się komplikują (rys. 3). Zrozumienie ich działania znacznie ułatwia wydzielenie z poszczególnych układów obiegu, wypełniających w układzie zasilania stanowiska określone zadanie.

W związku z powyższym w układzie można wyróżnić następujące obiegi:

1. Obieg niskiego ciśnienia, którego zadaniem jest zasilanie PW w czasie pomiaru dawkowania i kąta geometrycznego początku (i końca) wtrysku (GPW, GKW) olejem o określonym ciśnieniu 0,1 MPa.

2. Obieg wysokiego ciśnienia, o ciśnieniu rzędu 2,0 - 3,5 MPa, niezbędny przy pomiarach geometrycznego początku (i końca) tłoczenia (GPT, GKT) oraz przy sprawdzaniu zaworu tłoczącego PW, gdy wielkość ciśnienia można regulować.

3. Obieg podciśnienia do sprawdzania stosowanych w niektórych pompach podciśnieniowych regulatorów prędkości (podciśnienie regulowane).

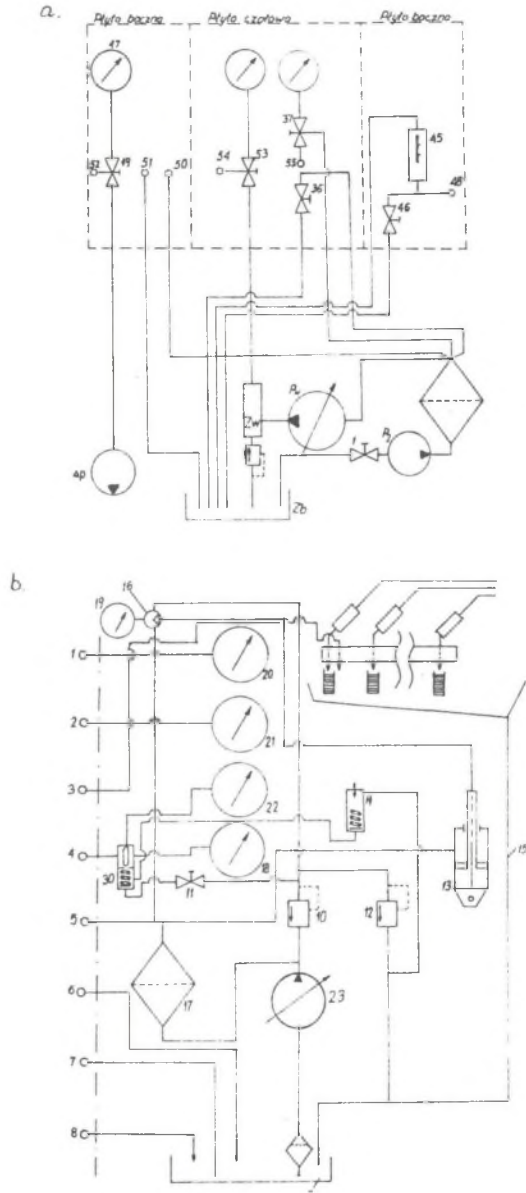
4. Obieg do sprawdzania pompy zasilającej układu podającego silnika ZS, z możliwością kontroli pompy na ssaniu, na tłoczeniu i wydajności (mierzonej w szklanym zbiorniku pomiarowym).

Podłączenie do odpowiednich obiegu innych nie wymienionych tu zespołów systemu zasilania, jak np. filtru paliwa, pozwala w wystarczająco dokładny sposób sprawdzić je na przepustowość, szczelność itd.

Na rys. 3 przedstawiono jako przykład dwa układy zasilania stanowisk probierczych [9]. W budowie układów zasilania widoczna jest znaczna różnorodność rozwiązań pod względem ilości i rodzaju zastosowanych pomp i zaworów. W wielu rozwiązaniach brak regulacji wysokiego ciśnienia uniemożliwia sprawdzanie zaworów tłoczących PW. Również zakres pomiarów kontrolnych pompy zasilającej układu podającego silnika ZS ogranicza brak wakuometru i zaworu odcinającego w przewodzie zasilającym pompę olejem ze stanowiska.

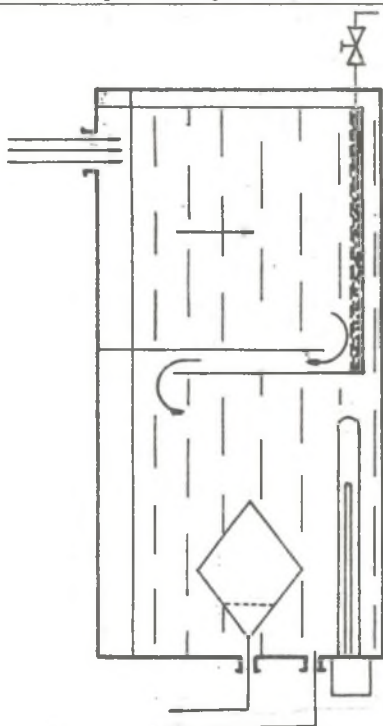
Również takie elementy, jak: trójniki, złączki, uszczelki, zawory odcinające i samoczynne mają wpływ na zakres dokładności i czas trwania pomiarów kontrolnych PW na stanowisku.

Na czas niezbędny do przygotowania stanowiska do pomiarów kontrolnych PW ma wpływ okres czasu niezbędny do podgrzania oleju do temperatury 40°C. Najczęściej moc grzejników elektrycznych dobrana jest w przedziale 0,5 - 0,8 kW/10 dm³ pojemności zbiornika. Podgrzewanie w niektórych rozwiązaniach tylko części objętości potrzebnego do zasilania oleju pozwala na jego szybsze przygotowanie do pomiarów przy dolnym zakresie stosowanej mocy grzejnika. Schemat takiego zbiornika oleju, praktycznie stosowanego na stanowiskach firmy Hartridge, przedstawia rys. 4.



Rys. 3. Schemat układów zasilania stanowisk STAR 8 i 12 (a)
oraz Hartridge 1100 (b)

Fig. 3. Diagram of the supply system of the stands: STAR 8 and 12 (a)
and Hartridge 1100 (b)



Rys. 4. Schemat konstrukcji zbiornika głównego stanowisk probierczych firmy Hartridge

Fig. 4. Construction diagram of the main tank of the testing states by Hartridge

Często układ zasilania ma dodatkowe obiegi wysokiego ciśnienia do siłowników służących do szybkiego mocowania PW na stanowisku lub do siłownika regulującego prędkość obrotową napędu głównego (stanowisko firmy Hartridge model 1100).

Rozbudowa układu zasilania o kolejne obiegi nie mające wiele wspólnego z zasilaniem PW olejem uzasadnia coraz częściej stosowane do tych układów określenie - układ hydrauliczny stanowiska.

1.4. Miernica stanowiska probierczego

Zespół wtryskiwaczy probierczych, naczyń pomiarowych, tłumików wtrysków i przewodów wysokiego ciśnienia z zaworami ma decydujący wpływ na dokładność pomiaru dawkowania oleju przez poszczególne sekcje PW.

Określenie "miernica stanowiska" ma sens tylko w klasycznym rozwiązaniu pomiaru wielkości dawki średniej, mierzonej w naczyniach pomiarowych.

W najnowszych rozwiązaniach pomiar i rejestracja wielkości dawki odbywa się w sposób ciągły dzięki zastosowaniu w każdej sekcji stanowiska czułych mierników natężenia przepływu oleju. Stanowią one integralną część, współpracującego z systemem VDM (Video Display Metering) bloku do ciągłego pomiaru i rejestracji wielkości dawki w czasie rzeczywistym. System VDM wraz z blokiem pomiarowym precyzyjnie szybko reaguje na zmiany wielkości podawanej przez pompę dawki paliwa, przedstawiając ich wartość i wielkość na 14-calowym monitorze. Na ekranie monitora można więc obserwować nierównomierności przebiegu dawkowania poszczególnych sekcji PW, a także można otrzymać wartości średnie i skrajne dawki (ekstremalne) przy dowolnych parametrach pracy pompy w określonym czasie. Niezależnie od podglądu tych wielkości na ekranie można je w dowolnym czasie na rejestratorze zapisać.

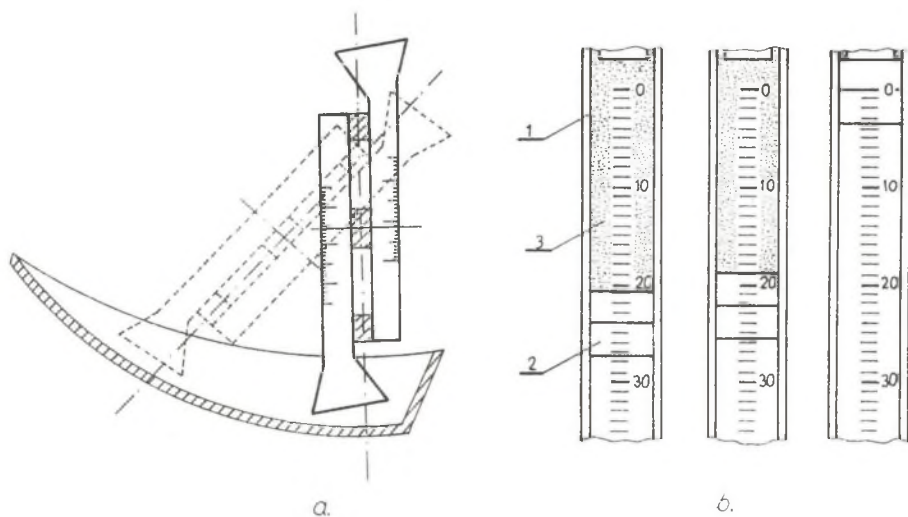
Do niewątpliwych wad tego systemu pomiaru należy jego wysoki koszt zakupu, co znacznie ogranicza jego zastosowanie. Z tego powodu zdecydowana większość stanowisk korzysta z tradycyjnych miernic z naczyniami pomiarowymi, w jakie są one wyposażone w wersji znacznie tańszej.

Także przy tradycyjnym pomiarze dawkowania PW na sp za pomocą naczyń pomiarowych można osiągnąć jego większą dokładność w krótszym czasie.

Na stanowiskach polskich najczęściej stosowane jest rozwiązanie z wymiennymi - w zależności od wielkości dawki i ilości wtrysków - menzurkami o pojemności 30 i 100 cm³. Przy określonej dawce ilości wtrysków i wielkość menzurek dobiera się tak, aby po skończonym pomiarze dawkowania poszczególnych sekcji PW poziom oleju osiągnął wartość powyżej 50-70% objętości.

Dalszym rozwinięciem tego rozwiązania jest zastosowanie menzurek o jednakowej objętości, naprzemianległych, tak jak jest to pokazane na rys.5a. Pozwala to na znaczne zwiększenie czasu opróżnienia naczyń pomiarowych, przy równoczesnym przeprowadzaniu kolejnego pomiaru. Ponieważ jednak czas opróżniania poszczególnych rzędów naczyń pomiarowych z przyczyn praktycznych mógł być różny, firma Hartirdge wprowadziła oryginalny sposób pomiaru dawkowania, wykorzystujący do odczytu wielkości dawki tłoki teflonowe z naciętą czerwoną kreską; w miarę wtrysku tłoki od zerowego położenia przemieszczają się w dół, natomiast w położenie wyjściowe wracają pod działaniem sprężonego powietrza, w szybki sposób opróżniając menzurki. Tak więc po skończonym pomiarze można przejść do pomiaru następnego w bardzo

krótkim czasie, przy równoczesnym wyeliminowaniu wpływu na błąd odczytu menisku oleju w naczyniu pomiarowym bez tłoka (rys. 5b).



Rys. 5. Naczynia pomiarowe miernicy stanowiska probierczego Eriedmann und Maier model 12H 100h (a) i Hartridge model 2500 (b)

Fig. 5. Measuring vessels of the measuring unit of "Eriedman und Maier" testing stand, model 12H 100h (a) and Hartridge, model 2500 (b)

Decydujący wpływ na dokładność pomiaru dawkiowania PW na stanowiskach mają wtryskiwacze probiercze miernicy stanowiska. Rozpylacze wtryskiwaczy probierczych do stanowisk są selekcjonowane w wąskim przedziale charakterystyki przepływu. Ma to na celu zmniejszenie rozrzutu pomiaru wynikającego z niedokładności wykonania wymiarów geometrycznych tego zespołu.

Oprócz charakterystyk przepływu na wielkość mierzonej dawki ma również wpływ wznios igły, nieszczelność pomiędzy powierzchniami prowadzącymi oraz ciśnienie otwarcia wtryskiwacza. O ile wznios igły podlega selekcji, to szczelność pomiędzy powierzchniami prowadzącymi powinna być zbliżona do górnej granicy szczelności rozpylaczy standardowych i układać się w możliwie wąskim przedziale. Szczegółowe wymagania stawiane zespołowi wtryskiwacz-przewód paliwowy przedstawiono w dalszej części artykułu.

1.5. Przyrządy pomiarowe

Do najczęściej stosowanych na sp przyrządów pomiarowych należą: obrotomierz, sprzężony z elektromagnetycznym przestawiaczem rybnienki odprowadzającej paliwo z menzurek licznik obrotów, manometry i wakuometry.

Obrotomierz powinien zapewniać możliwość ciągłego wskazywania chwilowej prędkości obrotowej wrzeciona napędzającego PW. Ze względu na wymaganą precyzję wskazań oraz na często spotykaną niedokładność (nieproporcjonalność wskazań w porównaniu z rzeczywistymi prędkościami), obrotomierze w praktyce skaluje się, mierząc liczbę obrotów w czasie jednej minuty za pomocą licznika obrotów. Dążąc do zwiększenia dokładności wymaganej w badaniach procesów periodycznych oraz w badaniach charakterystyk regulatorowych jako wskaźnika chwilowej prędkości coraz powszechniej używa się obrotomierzy elektronicznych cyfrowych. Pomiar za pomocą tych urządzeń polega na zliczaniu w określonym czasie impulsów magnetycznych lub fotoelektrycznych, przesyłanych z nadajnika umieszczonego na wale stanowiska.

Licznik wtrysków nastawiany jest ręcznie na określoną ilość wtrysków dawki do naczyń pomiarowych. W tabl. 1 przedstawiono możliwe nastawy licznika wtrysków w poszczególnych stanowiskach.

W większości stanowisk krajowych, podobnie jak w rozwiązaniach innych firm, stosuje się jedno z dwu rozwiązań. W pierwszym licznik nastawia się ręcznie na dowolną liczbę wtrysków, a pomiar uruchamia się w dowolnie wybranym przez operatora momencie. Licznik w chwili dojścia od nastawionej dowolnej liczby wtrysków do zera automatycznie wyłącza dopływ oleju do naczyń, za pomocą siłownika elektromagnetycznego, sprzężonego z licznikiem.

W drugim rozwiązaniu za pomocą odpowiednich przycisków lub pokrętła zadaje się odpowiednią, będącą wielokrotnością 50 lub 100 liczbę wtrysków. I w tym przypadku pomiar uruchamia się za pomocą odpowiedniego włącznika lub dźwigni w dowolnym momencie.

W niektórych rozwiązaniach, w przypadku niewłaściwego doboru momentu rozpoczęcia pomiaru, można pomiar zatrzymać i po usunięciu usterek (np. opróżnienie naczyń pomiarowych po pomiarze poprzednim) można od początku rozpocząć pomiar, oszczędzając tym samym czas niezbędny do "wykręcenia" się licznika wtrysków do zera, po nieodpowiednim uruchomieniu pomiaru. •

W innych rozwiązaniach (np. stanowisko 1100 firmy Hartridge) stanowiska mają dwie możliwości pomiaru dawki paliwa:

- pierwszy sposób, automatyczny, jak jeden z opisanych wyżej,

- drugi, awaryjny, polega na ręcznym nastawieniu początku pomiaru określonej liczby wtrysków i obliczeniu wielkości dawki w każdej sekcji na podstawie czasu pomiaru i prędkości obrotowej napędu wrzeciona.

W celu zwiększenia dokładności pomiaru liczby cykli wtrysniętych do naczyń pomiarowych stosuje się elektroniczne liczniki cyfrowe (PW-8, SPP-1). Uzyskana w ten sposób dokładność wskazań, podobnie jak przy obrotomierzach elektronicznych, waha się w przedziale 1 cyklu.

W celu zwiększenia dokładności pomiaru dawki poszczególnych PW ciśnienie zasilania powinno być znormalizowane i stałe dla wszystkich pomiarów. Dokładność wskazań manometrów i wakuometrów, szczególnie mierzącego ciśnienia zasilania i podciśnienie do sprawdzania regulatorów, powinna być duża. Dlatego sp powinny być wyposażone w okresowo sprawdzane mierniki ciśnienia klasy 0,5 i 1,0.

1.6. Stanowiska probiercze - charakterystyka ogólna

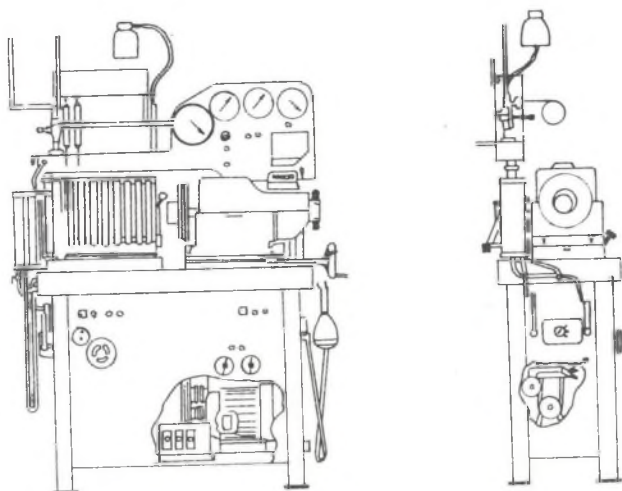
Opisane układy i zespoły, pracując i wypełniając określone zadanie w stanowisku probierczym, decydują o jakości i czasie przeprowadzonej kontroli i regulacji pompy wtryskowej. Na poziom przeprowadzonej obsługi i czas tracony na operacje z tym związane ma również wpływ sposób rozmieszczenia poszczególnych zespołów i elementów sterowania na stanowisku oraz dodatkowe wyposażenie dołączone do niego.

Jedną z podstawowych cech konstrukcyjnych stanowisk jest ich symetryczność względem płaszczyzny pionowej przechodzącej przez oś napędu wrzeciona PW. Pozwala ona, dzięki zabudowaniu miernicy stanowiska ponad płytą mocującą, na swobodny dostęp z każdej strony do zamocowanej na stanowisku pompy.

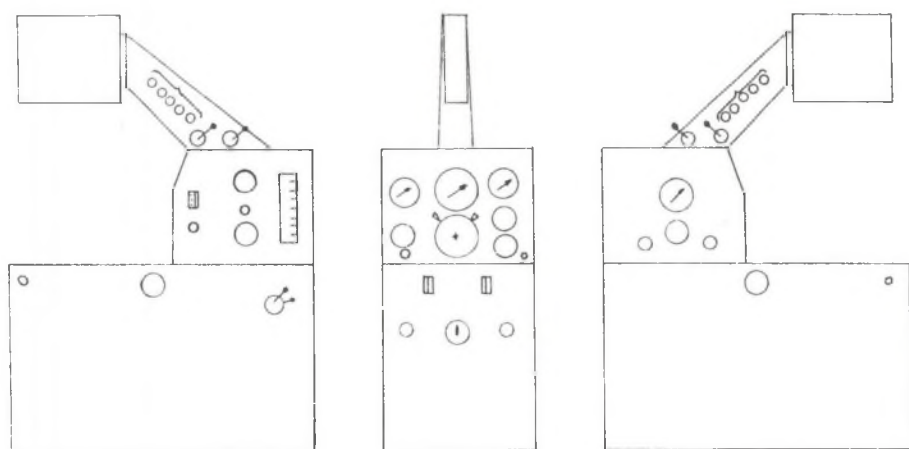
Większość polskich stanowisk - z wyjątkiem SPP-1 - nie spełnia tego warunku z uwagi na umieszczenie miernicy za badaną pompą. Wzajemne usytuowanie wrzeciona napędu i miernicy umożliwia wygodną regulację PW z prawym napędem. Natomiast regulację sporej ilości pomp z lewym napędem można realizować poprzez ograniczoną przestrzeń powstałą w wyniku odchylenia stojaka z naczyniami pomiarowymi. Popularne dawniej rozwiązanie zostało zarucone przez większość firm produkujących stanowiska.

Na rys. 6 przedstawiono sposób rozwiązania konstrukcyjnego stanowisk węgierskiego i krajowego.

Symetryczność stanowisk z punktu widzenia obsługi i regulacji PW jest wtedy pełna, gdy poza dostępem istnieje obustronna możliwość regulacji parametrów eksploatacyjnych stanowiska.



a.



b.

Rys. 6. Sposób rozmieszczenia zespołów, wskaźników pomiarowych i elementów sterowania na stanowiskach PW-1 i STAR 8 (b)

Fig. 6. Arrangement of the assemblies, measuring indicators and control elements on the testing stands. PW-1 (a) and STAR 8 (b)

Widoczne na rysunku w kilku rzutach stanowisko węgierskie ma dublowane po obu stronach elementy sterowania stanowiskiem. Elementy pojedyncze sterowania są najczęściej umieszczone na centralnej płycie stanowiska (rzut środkowy na rys. 5b).

Możliwość obustronnego uruchamiania i regulowania poszczególnych układów stanowiska powinna dotyczyć przede wszystkim:

- włącznika napędu,
- regulatora prędkości,
- włącznika pomiaru dawkowania PW.

W celu efektywnego wykorzystania stanowisk probierczych niezbędne jest ich wyposażenie w zestaw dodatkowych urządzeń i części zamiennych. Do niezbędnego wyposażenia można zaliczyć:

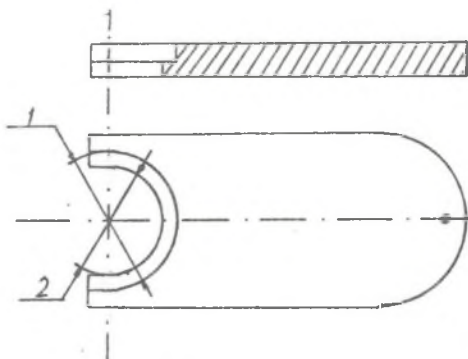
- lampę stroboskopową do pomiaru geometrycznego początku i końca wtrysku (GPW i GKW),
- przystawki i podkładki do mocowania różnego typu (rzędowe i rozdzielaczowe) i wielkości PW,
- przyrząd do ustawiania dźwigni sterującej pompy,
- przyrząd z czujnikiem do pomiaru wstępnego skoku tłoka w pierwszej sekcji rzędowej PW,
- przystawka do sprawdzania PW z obcym napędem.

Praca na stanowisku ułatwia również dodatkowe oświetlenie stanowiska,

- zasilanie najczęściej prądem o napięciu 24 V.

Utrzymanie sprawnego stanowiska ułatwia zestaw części zamiennych, z których najważniejsze to: wkłady filtrów, wtryskiwacze, naczynia pomiarowe, przewody wysokiego ciśnienia (z różnymi wymiarami końcówki łączącej), bezpieczniki i żarówki.

Do pomiaru wstępnego skoku tłoka I sekcji PW pomocny jest, zamiast niedostępnego przyrządu z czujnikiem, prosty element, umieszczany w trakcie pomiaru pomiędzy sprężyną i dolną miską sekcji (rys. 7). Czujnik zegarowy, opierając się o niego, z wystarczającą dokładnością wskaże wielkość przemieszczenia tłoka z położenia zerowego do GPT.



Rys. 7. Płytkę do pomiaru skoku wstępnego tłoka w pierwszej sekcji rządowej pompy wtryskowej:

1 - średnica zewnętrzna sprężyny, 2 - średnica wewnętrzna

Fig. 7. Piston initial stroke gauge block in the first section of the in-line injection pump:

1 - outer diameter of the spring, 2 - inner diameter

2. WYMAGANIA STAWIANE STANOWISKOM PROBIERCZYM ORAZ NIEKTÓRE CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA DOKŁADNOŚĆ POMIARÓW

Czas trwania i jakość przeprowadzonej regulacji PW zależy nie tylko od techniki prowadzenia pomiarów, ale również od zastosowanych urządzeń i aparatury pomiarowej. Na stanowiskach można realizować najważniejszą z punktu widzenia wskaźników pracy silnika ZS regulację i sprawdzanie dawek paliwa poszczególnych sekcji pompy dla różnych położeń dźwigni sterującej regulatora lub listwy regulacyjnej pompy. Ważna jest przy tym powtarzalność, regularność i ciągłość charakterystyk przebiegu dawek w funkcji prędkości obrotowej i przesuwu listwy.

Jakość procesu regulacji zależy również od prawidłowego działania i współdziałania wszystkich układów i zespołów stanowiska.

W celu uzyskania prawidłowej regulacji PW do silników ZS Międzynarodowa Organizacja Normalizacji ISO, której Polska jest członkiem, uporządkowała zagadnienia badań i oceny pomp dzięki opracowaniu odpowiednich norm [2].

Poniżej przedstawiono ważniejsze wymagania, które powinny być spełnione przez każde nowoczesne stanowisko.

2.1. Warunki dynamiczne układu napędowego

Wymaganą dokładność pomiaru dawkowania PW można na sp osiągnąć przy spełnieniu przez układ napędowy następujących, określonych normą wymagań:

1. Stanowiska do regulacji PW o dawce maksymalnej $300 \text{ mm}^3/\text{cykl}$ powinny mieć ustalony normą czas (10^0 OWK) i średnie ciśnienie wtrysku ($p_m = 40 \text{ MPa}$) oraz ogólną sprawność tłoczenia wynoszącą 75%.

2. Dla prędkości obrotowych większych od 800 min^{-1} wahania prędkości obrotowej napędu nie mogą przekroczyć $\pm 0,25\%$, a dla $n < 800 \text{ min}^{-1}$ mogą wynosić co najwyżej ± 2 obroty.

3. Koło zamachowe stanowiska powinno zabezpieczać wał napędowy przed przekroczeniem chwilowej prędkości obrotowej o więcej niż 1%.

4. Przy szczytowym momencie obrotowym dla określonej wartości wtrysku paliwa nie mogą przekroczyć dopuszczalnych wartości odkształceń kątowych:

- wał napędowy $0,02^0$,
- sprzęgło $0,10^0$.

5. Żadna z mas przekładni nie może wchodzić w rezonans skrętny.

Norma podaje również obliczeniowy sposób oceny stanowiska. Na podstawie danych liczbowych i zależności w przyjętych założeniach ustalono wzory, wg których mogą być obliczone wartości bezwładności koła zamachowego, sztywności wału napędowego i sprzęgła zapewniające uzyskanie omówionych wymagań dynamicznych przy pełnym obciążeniu, przez oparcie się na dwóch głównych parametrach pompy: wielkości dawki maksymalnej Q_{\max} oraz prędkości obrotowej n_t .

Moment bezwładności koła:

$$I = \frac{Q_{\max} \cdot 480}{n_t^2}, \quad \text{kg} \cdot \text{m}^2. \quad (1)$$

Sztywność skrętna wału napędowego:

$$S_d = 28 \cdot Q_{\max}, \quad \text{N} \cdot \text{m}/(o). \quad (2)$$

Sztywność skrętna sprzęgła:

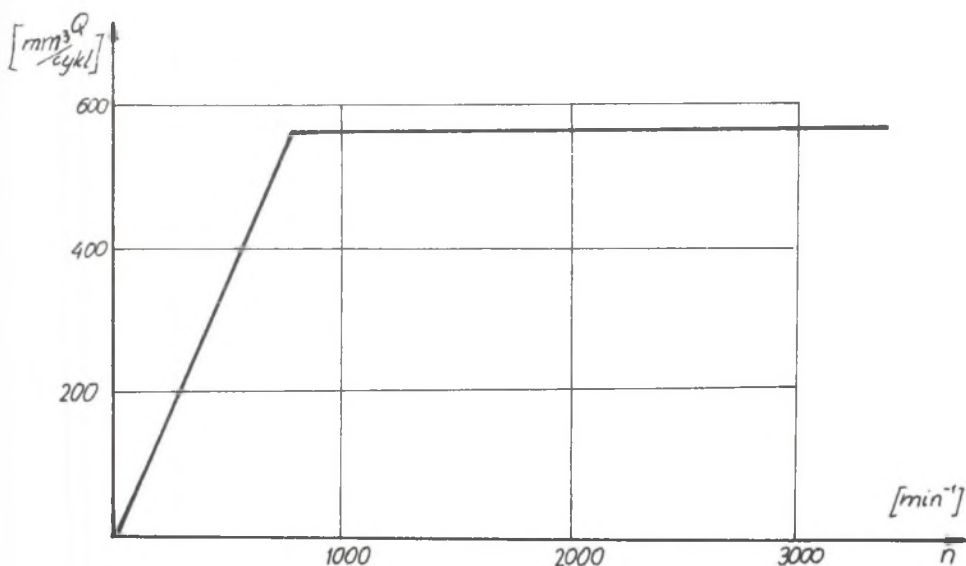
$$S_c = 5 \cdot Q_{\max}, \quad \text{N} \cdot \text{m}/(o). \quad (3)$$

Producent sp powinien sporządzić dla każdego typu stanowiska odpowiednie charakterystyki dynamiczne, dotyczące przebiegu mocy stanowiska i spadku

prędkości obrotowej oraz dopuszczalnego obszaru pracy wyznaczonego na podstawie wzorów (1) - (3) oraz badań doświadczalnych przeprowadzonych wg normy.

Przykładem stanowiska probierczego spełniającego wymagania dynamiczne jest stanowisko firmy Hartridge, model 2500. Na rys. 8 przedstawiono charakterystykę dopuszczalnego obszaru pracy stanowiska. Z niej i z równań wynikają wartości liczbowe głównych parametrów stanowiska:

- moment bezwładności $I = 0,45 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ dla $Q = 315 \text{ mm}^3/\text{cykl}$ pracy $n = 550 \text{ min}^{-1}$,
- sztywność wału napędowego $S_d = 15\,400 \text{ Nm/o}$.



Rys. 8. Charakterystyka dopuszczalnego obszaru pracy stanowiska probierczego firmy Hartridge model 2500:

Q_{\max} - dawka pompy wtryskowej, n - prędkość pomiarowa

Fig. 8. Characteristic of the permissible working range of the testing stand by Hartridge, model 2500:

Q_{\max} - injection pump dose, n - measuring speed

2.2. Warunki statyczne stanowiska

W celu prawidłowego przeprowadzania badań regulacji PW stanowisko musi także spełniać, niezależnie od warunków dynamicznych, pewną liczbę warunków, nazywanych ogólnie warunkami statycznymi (ISO 4008/2).

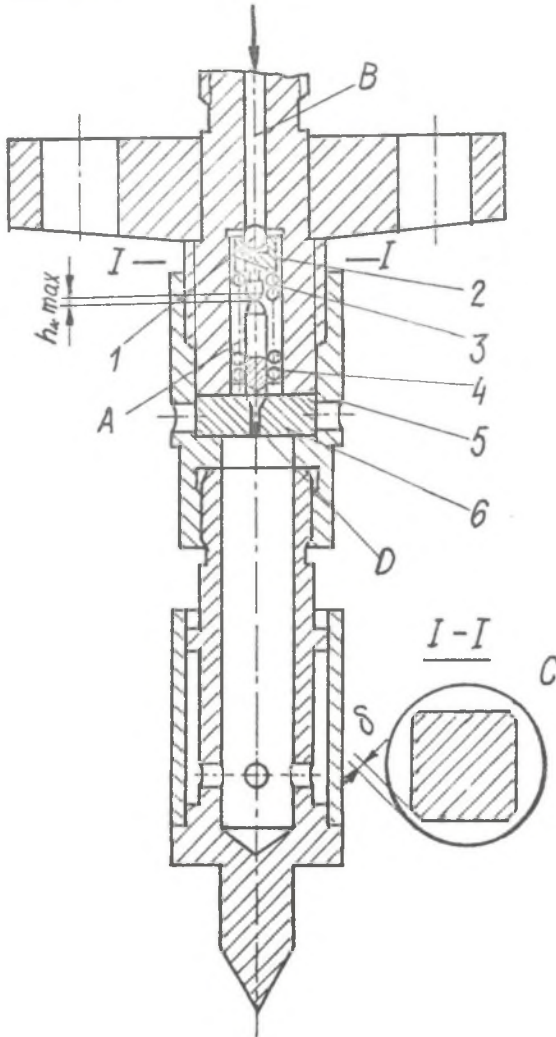
1. Wymagane zabezpieczenie antykorozyjne zbiornika oleju zasilania.
2. Niezbędna co najmniej 2,5-krotnie większa wydajność układu zasilania olejem niż wynosi przewidywane zapotrzebowanie PW.
3. Temperatura oleju w układzie zasilania powinna wynosić $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Tolerancja wskazań termometru $\pm 0,5^{\circ}$ przy 40°C .
4. Dokładność manometrów do rejestracji odpowiednich ciśnień: $\pm 1\%$ wartości odczytu, z tym że w każdym przypadku nie może przewyższać $\pm 0,003\text{ MPa}$.
5. Urządzenie do pomiaru kąтового ustawienia wału napędowego stanowiska powinno zapewniać dokładność pomiaru $15'$.
6. W naczyniach pomiarowych minimalna odległość między sąsiednimi działkami elementarnymi powinna wynosić co najmniej 1 mm , z tym że w naczyniach o dużej pojemności - nie więcej niż 1% całkowitej pojemności.
7. Parametry wymiarowe przewodu zasilającego: długość $1 \pm 0,1\text{ m}$, średnica wewnętrzna co najmniej $9,5\text{ mm}$, sprężystość objętości wewnętrznej - $5000\text{ mm}^3/\text{MPa}$ przy 40°C .
8. W układzie zasilania stanowiska należy stosować filtry o zdolności zatrzymywania cząsteczek kategorii 2 wg nomenklatury normy ISO 4020/1.
9. Dopuszczalne błędy układu pomiarowego dawkowania pompy:
 - w układach, w których istnieje swoboda wyboru naczyń pomiarowych lub liczby zliczeń dopuszcza się błąd wartości wskazanej odniesiony do wartości rzeczywistej nie większy niż 1% ,
 - w układach jak wyżej, ale przy doborze tych wielkości zgodnie z instrukcją wytwórcy stanowiska całkowity błąd nie powinien przekroczyć 2% ,
 - błąd zliczania nie może przekraczać 1% podstawowej liczby zliczeń lub $0,5$ obrotu, jeżeli z poprzedniej zależności wynika mniej.

2.3. Wtryskiwacze probiercze i przewody wtryskowe

Jak wcześniej podkreślono, wtryskiwacze probiercze mają decydujący wpływ na dawki paliwa tłoczonego przez PW. Szczególnie istotny jest rozrzut charakterystyki przepływu μF rozpylaczy zamontowanych w miernicy stanowiska. Sposoby pomiaru podano w [2].

Jak doniosłą rolę przy pomiarach dawkowania PW odgrywają rozpylacze i jakie następczą trudności świadczy próba zastąpienia ich zaworami kulowymi, o znacznie większej niezawodności pracy (rys. 9) [1].

Przewody probiercze wtryskowe o znormalizowanych wymiarach powinny być przygotowane tak samo jak przewody wtryskowe w silnikach.



Rys. 9. Niekonwencjonalny, eksperymentalny wtryskiwacz probierczy z zaworem kulowym

Fig. 9. Unconventional experimental testing injector with a ball valve

Niektóre źródła zalecają stosowanie na stanowisku tych samych przewodów wtryskowych (często o różnej długości) co na silniku [5].

Wtryskiwacz z dobranym rozpylaczem i przewodem reguluje się na ciśnienie otwarcia $p_{wo} = 17,5 \pm 0,1$ MPa za pomocą próbnika wyposażonego w manometr klasy 0,5 i okresowo sprawdzanego.

Kompletne wtryskiwacze probiercze wraz z przewodami należy sprawdzać na jednej sekcji pompy wzorcowej; różnice wskazań między poszczególnymi wtryskiwaczami nie powinny być większe niż 1% w stosunku do dawki średniej. Jeżeli różnice są większe, wtryskiwacz można podzielić na odpowiednie grupy, w których jest zachowana tolerancja 1%.

2.4. Olej probierczy

Olej probierczy bywa niekiedy (u nas w kraju często) przyczyną otrzymywania niewłaściwych wyników pomiarów podczas badań ze względu na zmianę swych właściwości fizycznych, a przede wszystkim lepkości kinematycznej i gęstości. Zmiana właściwości może być spowodowana zanieczyszczeniami, utlenianiem w czasie procesu wtryskiwania, jak również nieodpowiednim procesem produkcji oraz naturalną nieodpornością oleju na starzenie.

Zmiana właściwości fizycznych oleju zależy od jego rodzaju i jakości, a także od przestrzegania instrukcji obsługi stanowiska. Do stanowisk stosuje się specjalny olej o zwiększonej odporności na wpływ zewnętrzne, posiadający dodatki przeciwpieniące, przeciwzapalne, chroniące przed korozją i zmniejszające zużycie oleju.

Na Zachodzie stosowane są dwa rodzaje oleju do regulacji PW - rządowych i rozdzielaczowych, różniących się znacznie wartością lepkości kinematycznej (odpowiednio $6,8 \text{ mm}^2/\text{s}$, $3,2 - 3,4 \text{ mm}^2/\text{s}$).

Określony i zalecany przez normę ISO 4113 olej do stanowisk ma następujące właściwości fizyczne:

- gęstość - $0,820 - 0,830 \text{ g/cm}^3$ w temperaturze 15°C ,
- lepkość kinetyczna - $2,45 - 2,75 \text{ mm}^2/\text{s}$ w temperaturze 40°C ,
- punkt zapłonu - co najmniej $+75^\circ\text{C}$,
- punkt zmętnienia - najwyżej -10°C .

Olej w stanowiskach należy wymieniać wówczas, gdy osiągnie on lepkość kinetyczną równą $3,0 \text{ mm}^2/\text{s}$ w temp. 40°C .

Niestety, u nas w kraju brak w sprzedaży produkowanego w niewielkich ilościach przez rafinerię Jedlicze oleju probierczego Kalibrol o lepkości kinetycznej $6,7 - 7,1 \text{ mm}^2/\text{s}$ w temp. 20°C i na stanowiskach stosuje się olej napędowy o bardzo zróżnicowanych właściwościach.

3. WNIOSKI KOŃCOWE

1. W produkcji sp. przy ich zastosowaniu zarówno do rozdzielaczowych, jak i rządowych pomp wtryskowych widoczne jest zróżnicowanie w ich wielkości i mocy dysponowanej, a więc i w wykorzystaniu stanowisk do sprawdzania określonej wielkości pomp.

2. W dążeniu do wzrostu dokładności regulacji PW - dzięki zastosowaniu coraz to nowszych rozwiązań - zauważa się znaczną dbałość o dużą estetykę i funkcjonalność konstrukcji oraz dążność do minimalizacji czasu potrzebnego na wykonanie poszczególnych operacji, z kontrolą i regulacją pomp na stanowisku związanych.

3. Zauważalny jest niepełny asortyment produkowanych przez kraje socjalistyczne stanowisk probierczych do sprawdzania i regulacji pomp wtryskowych w tych krajach eksploatowanych (brak szczególnie stanowisk do pomp rozdzielaczowych).

4. Na rynku krajowym odczuwa się brak stanowisk do sprawdzania rozdzielaczowych i rządowych pomp wtryskowych o większych wydatkach tłoczenia (stanowisko analogicznych do modelu 2500 i 3000 firmy Hartridge, Motorpal 128).

5. Stosowane w kraju węgierskie stanowiska STAR 12 do kontroli rządowych pomp wtryskowych, z uwagi na niespełnianie wielu warunków dynamicznych i statycznych, nie zapewniają wymaganej dokładności pomiaru.

6. W kraju, z uwagi na brak odpowiednich rezerw występują poważne trudności w doborze odpowiednio wyselekcjonowanych wtryskiwaczy probierczych do każdego ze stanowisk (już u samego producenta).

7. Całkowity brak w handlu odpowiedniego oleju do stanowisk probierczych pogarsza i tak trudną sytuację w bazach naprawczych w zakresie regulacji i kontroli pomp wtryskowych.

8. Niezrozumiały jest brak publikacji w zakresie danych regulacyjnych pomp wtryskowych produkcji krajowej i zagranicznej, nieudostępnianych nawet przez producentów aparatury (WSK "PZL-Poznań"); odbija się to ujemnie na poziomie regulacji PW, a tym samym pogarsza warunki eksploatacji pojazdów napędzanych silnikami ZS.

LITERATURA

- [1] **Bachtiarow N., Wichert M.:** Bezprecyzjonajaja kłaponnaja forsunka imitator dla etałonirowania diziëlnoj topliwnoj aparatury. Awtomobilnaja Promyszliennest nr 8/1984
- [2] **Falkowski H., Janiszewski T., Łojek A.:** Aparatura paliwowa silników wysokoprężnych. Poradnik użytkownika. WKŁ, Warszawa 1983
- [3] **Falkowski H., Krępeć T.:** Obsługa i naprawa aparatury paliwowej silników wysokoprężnych. WKŁ, Warszawa 1979
- [4] **Jariesko P., Istomin A., Kiriak N.:** Oborudowanie uczastka po remontu topliwnoj aparatury. Awtomobilnyj Transport nr 4/1988
- [5] **Jariesko P., Istomin A., Kiriak N.:** Riegunirowanie topliwnych nasosow dwigatieliej KamAZ. Awtomobilnyj Transprot nr 3/1988
- [6] **Kocjewolskij I.:** Topliwnaja aparatura awtomobiliej CSSR. Awtomobilnyj Transport nr 7/1988
- [7] **Ubysz A., Peszak J.:** Ćwiczenia laboratoryjne z silników spalinowych. Skrypt Uczelniany Pol. Śląskiej, Gliwice 1988.
- [8] **Ubysz A., Peszak J.:** Materiały uzupełniające do ćwiczeń laboratoryjnych z silników spalinowych. Skryp Uczelniany Pol. Śląskiej, Gliwice 1989.
- [9] Katalogi i instrukcje obsługi Spółdzielni "Spólnota", firmy węgierskiej Mirköz i Hartridge

Recenzent: Doc.dr hab.inż. Stanisław Jarnuszkiewicz

Wpłynęło do Redakcji 24.11.1989 r.

CHARACTERISTIC OF THE TESTING STANDS IN RESPECT OF CONTROL AND CHECKING OF DIESEL ENGINE INJECTION PUMPS

S u m m a r y

This paper opens a series of several works on the problem of the accuracy of injection pump control on testing stands; the designs used in Eastern Europe and in the West as well as their performance, characteristic for particular designs of assemblies and systems, have been presented by the author in a concise, systematic form.

The testing stands by the British company Hartridge are the examples of Western designs in the work. Advantages and disadvantages of the systems and assemblies being an integral part of all testing stands have been presented and compared both generally and in detail.

Some more significant requirements these stands should meet according to the international standards ISO have been briefly presented; some basic factors that affect the accuracy of measurements taken when checking the injection pumps have also been mentioned. Both the requirements and the factors have been discussed regarding mostly the reality of the Polish automotive industry.

In the final part the most important conclusions that result from the paper and from the problems essential in the Polish industry of injection equipment and instruments discussed therein have been presented.

ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТРОЛЬНЫХ СТЕНДОВ СО СТОРОНЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ И
КОНТРОЛЯ НАСОСОВ-ДОЗАТОРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ZS

Р е з ю м е

В статье, начинающей цикл нескольких работ касающихся проблемы точности регулирования насосов-дозаторов на контрольных стендах, в краткой и систематизированной форме представлены применяемые в Европе конструкционные решения и следующие из них эксплуатационные достоинства. Западные решения в работе представляют стенды английской фирмы Хартридж. В общих чертах и детально сравнены конструкционные решения и представлены достоинства и недостатки систем и узлов являющихся интегральной частью всех контрольных стендов. Кратко представлены также важнейшие требования относительно этих стендов, сформулированные международными нормами ISO. Описаны основные факторы влияющие на точность измерения проводимых во время контроля насосов-дозаторов. Требования и факторы описаны прежде всего с точки зрения реалии польской автомобильной промышленности. В заключении даны основные выводы вытекающие из работы и представленных в ней, существенных для отечественной промышленности инжекторной аппаратуры, проблем.