

SILNIKI I MASZYNY ENERGETYCZNE NIEELEKTRYCZNE	N O R M A B R A N Ź O W A	BN-80
	Silniki samochodowe	1374-06
	Badania stanowiskowe	
	Pomiary statyczne	Grupa katalogowa 0529

1 WSTĘP

Przedmiotem normy są typowe pomiary statyczne samochodowych silników spalinowych tłokowych

2 POMIARY

2.1 Rodzaje pomiarów

- pomiary masy,
- pomiary wymiarów gabarytowych i punktów mocowania,
- pomiar pojemności układu chłodzenia,
- pomiar pojemności układu olejenia
- pomiar pojemności komory sprężania (określenie stopnia sprężania),
- pomiar ciśnienia sprężania,
- pomiar luzów zaworowych,
- pomiary wzniosu zaworów
- pomiary kątów (faz) rozrządu,
- pomiar poziomu paliwa w komorze pływakowej gaźnika,
- pomiar szczeliny między elektrodami świecy zapłonowej,
- pomiar szczeliny między stykami przerywacza,
- pomiar kąta zwarcia styków przerywacza,
- pomiar kąta wyprzedzenia zapłonu
- pomiar kąta wyprzedzenia wtrysku,
- pomiar ciśnienia wtrysku

2.2 Przygotowanie silników do pomiaru

2.2.1 Dokumentacja towarzysząca Do silników powinny być dołączone dokumenty stwierdzające przyjęcie ich przez kontrolę jakości producenta oraz charakterystyka techniczna i instrukcja obsługi

2.2.2 Stan techniczny silników powinien umożliwiać wykonanie pomiarów wg 2.4

2.2.3 Wyposażenie silników powinno być seryjne przy czym jego kompletność powinna odpowiadać specyfikie poszczególnych pomiarów wg 2.4

2.3 Przyrządy pomiarowe powinny być zgodne z wymaganiami wg 2.4. Przy pomiarach należy posługiwać się tylko przyrządami pomiarowymi sprawdzonymi i zalegalizowanymi zgodnie z obowiązującymi przepisami

2.4 Opis pomiarów

2.4.1 Pomiary masy Zakres pomiarów obejmuje — masę silnika suchego¹⁾ bez sprzęgła i skrzyni biegów (dla silnika niezablokowanego), — masę silnika suchego ze sprzęgłem, — masę silnika suchego ze sprzęgłem i skrzynią biegów²⁾

Jednostka miary — kg

Pomiary przeprowadza się na wadze o dokładności $\pm 0,2\%$ masy ważonej

Wyposażenie silnika powinno być kompletne

2.4.2 Pomiary wymiarów gabarytowych (obrysu) i punktów mocowania Zakres pomiarów obejmuje

— maksymalną długość szerokość i wysokość silnika bez sprzęgła i skrzyni biegów (dla silnika niezablokowanego),
— wymiary określające położenie i punkty mocowania silnika

Jednostka miary — mm

Pomiary przeprowadza się przy zastosowaniu typowych narzędzi traserskich, jak np. znaczniki, przymiary, kątowniki itp.

Wyposażenie silnika powinno być kompletne w zakresie w którym ma wpływ na wyniki pomiarów

2.4.3 Pomiary pojemności układu chłodzenia Zakres pomiarów obejmuje

— pojemność przestrzeni wodnej silnika,
— pojemność chłodnicy,
— pojemność przestrzeni wodnej silnika chłodnicy i przewodów łączących

Jednostka miary — $\text{dm}^3(\text{l})$

Podczas pomiarów silnik chłodnica i przewody powinny znajdować się w takim położeniu jak w samochodzie

Pomiary polegają na napełnieniu wodą suchego układu i określeniu jej objętości. Zaleca się określenie najpierw masy wody i następnie obliczenie odpowiadającej

¹⁾ Bez cieczy chłodzącej i oleju

²⁾ Bez oleju

Zgłoszona przez Przemysłowy Instytut Motoryzacji
Ustanowiona przez Dyrektora Zjednoczenia Przemysłu Motoryzacyjnego dnia 20 czerwca 1980 r.
jako norma obowiązująca od dnia 1 stycznia 1981 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 19/1980 poz. 68)

objętości przy czym dokładność stosowanej wagi powinna wynosić $\pm 0,2\%$ masy nalanej wody

2 4 4 Pomiar pojemności układu olejenia Zakres pomiarów obejmuje

— pojemność układu olejenia maksymalną (poziom oleju na wysokości kreski max wskaźnika),

— pojemność układu olejenia minimalną (poziom oleju na wysokości kreski min wskaźnika),

Jednostka miary — dm^3 (l)

Podczas pomiarów silnik powinien znajdować się w takim położeniu jak w samochodzie

Pomiary polegają na napełnieniu suchego układu olejem do kreski max i określeniu jego objętości, a następnie spuszczeniu oleju do obniżenia się jego poziomu do kreski min i określeniu objętości oleju spuszczonego. Zaleca się określenie najpierw masy oleju i następnie obliczenie odpowiadającej objętości, przy czym dokładność stosowanej wagi powinna wynosić $\pm 0,2\%$ masy nalanego oleju

Objętość oleju pozostałego w układzie (poziom na wysokości kreski min) oblicza się jako różnicę objętości oleju nalanego i spuszczonego

Poziom nalanego oleju należy określić po uruchomieniu silnika i nagrzaniu oleju do temperatury powyżej 50°C i następnie postoju silnika przez około 15 min. Spuszczenie oleju powinno być przeprowadzone zaraz po określeniu poziomu oleju nalanego, przy jego temperaturze wynoszącej co najmniej 50°C

Rodzaj stosowanego oleju powinien być zgodny z przewidzianym przez producenta dla danego silnika

2 4 5 Pomiar pojemności komory sprężania Pomiar obejmuje pojemność komory sprężania wszystkich cylindrów silnika. Jednostka miary — cm^3

Zaleca się przeprowadzenie pomiaru pojemności tylko części komory sprężania, której pojemność jest łatwiejsza do zmierzenia niż do obliczenia oraz obliczenie pojemności pozostałej części

Pomiar polega na napełnieniu określonej części komory sprężania olejem napędowym i określeniu jego objętości przy zastosowaniu cylindra pomiarowego lub biurety z działką elementarną nie większą niż 1% mierzonej objętości

W przypadku rozrządu gornozaworowego i tłoka z denkiem płaskim bez komory spalania pomiar obejmuje pojemność komory w głowicy z zamontowanymi zaworami i świecą zapłonową (wtryskiwaczem świecą zarową) natomiast obliczenie dotyczy pojemności komory w cylindrze obejmującej część komory sprężania mieszczącej się w kadłubie nad tłokiem i wynikającej z grubości ściśniętej uszczelki głowicy oraz pojemności przestrzeni między tłokiem a cylindrem, powyżej pierwszego pierścienia uszczelniającego

2 4 6 Pomiar ciśnienia sprężania¹⁾ Pomiar obejmuje ciśnienie sprężania występujące we wszystkich cylindrach silnika. Jednostka miary — MPa

Pomiar przeprowadza się przy zastosowaniu specjalnego probnika wskazującego lub wskazująco-rejestrującego. Klasa dokładności ciśnieniomierza — 2,5, działka elementarna diagramu — $0,05 \text{ MPa}$

Przed wykonaniem pomiaru należy wyregulować luzy zaworowe wg danych producenta oraz uruchomić i nagrzać silnik do temperatury cieczy chłodzącej i oleju co najmniej 70°C . Następnie należy silnik zatrzymać i wykręcić wszystkie świece zapłonowe (wtryskiwacze) oraz całkowicie otworzyć przepustnicę gaźnika

Pomiar należy przeprowadzić wg instrukcji obsługi probnika

Obracanie się wału korbowego podczas pomiarów należy uzyskać przez uruchomienie rozrusznika, przy czym prędkość obrotowa wału powinna wynosić nie mniej niż 120 obr/min

2 4 7 Pomiar luzów zaworowych Pomiar obejmuje luzy wszystkich zaworów silnika. Jednostka miary — mm

Pomiary przeprowadza się przy zastosowaniu szczelnomierza warsztatowego lub specjalnego

Podczas pomiarów silnik powinien znajdować się w stanie zimnym lub jeżeli jest takie zalecenie producenta w stanie gorącym

W celu wykonania pomiarów tłok cylindra, odpowiadającego danym zaworom powinien być ustawiony w pobliżu GMP suwu sprężania. Pomiary należy przeprowadzać w miejscu wskazanym przez producenta

2 4 8 Pomiar wzniosu zaworów Pomiary obejmują wznios zaworu dolotowego i wylotowego przynajmniej jednego cylindra silnika, w funkcji kąta obrotu wału korbowego. Jednostka miary — mm

Pomiary przeprowadza się przy zastosowaniu czujnika mikrometrycznego z działką elementarną $0,01 \text{ mm}$ tarczy z podziałką kątową o działce elementarnej 1° i wskazówki

Poszczególne przyrządy powinny być zamocowane

— czujnik — na głowicy silnika w takim miejscu i położeniu aby jego końcówka opierała się prostopadłe na czołowej powierzchni trzonka zaworu lub jeżeli jest to niemożliwe na równoległej do niej płaszczyźnie dowolnego elementu związanego sztywno z zaworem

— tarcza — na jednym z końców wału korbowego (np. do koła zamachowego)

— wskazówka — na nieruchomej części silnika w takim miejscu i położeniu aby w sposób łatwy do odczytania wskazywała na podziałkę tarczy kątowe położenie wału korbowego

W celu wykonania pomiarów należy skasować luzy danych zaworów oraz wykręcić świece zapłonowe (wtryskiwacze) wszystkich cylindrów. Pomiary przeprowadza się co około 10° kąta obrotu wału korbowego (w tym przy położeniu tłoka w DMP i GMP) z zagęszczeniem w razie potrzeby punktów pomiarowych w okolicy początku otwarcia maksymalnego wzniosu i zamknięcia zaworu. Wał korbowy należy obracać ręcznie tylko w kierunku roboczych obrotów silnika

2 4 9 Pomiary kątów (faz) rozrządu Zakres pomiarów obejmuje kąt początku otwarcia i kąt zamknięcia

¹⁾ Pomiar orientacyjny dotyczy przede wszystkim porównania i rozrządu ciśnienia sprężania występującego w poszczególnych cylindrach tego samego silnika

zaworu dolotowego i wylotowego przynajmniej jednego cylindra silnika Jednostka miary — stopień kątowy ($^{\circ}$)

Pomiary przeprowadza się w przypadku niewykonania pomiarów wzniosu zaworów wg 2 4 8 i związanego z nimi określenia kątów rozrządu wg 3 3

Pomiary przeprowadza się przy zastosowaniu przyrządów i ich zamocowaniu wg 2 4 8

W celu wykonania pomiarów należy ustawić luzy danych zaworów równe luzowi kontrolnemu, podanemu do tego celu przez producenta oraz należy wykręcić świece zapłonowe (wtryskiwacze) wszystkich cylindrów

Podczas pomiarów wał korbowy należy obracać ręcznie tylko w kierunku roboczych obrotów silnika

2 4 10 Pomiar poziomu paliwa w komorze pływakowej gaznika Pomiar dotyczy odległości poziomu paliwa od górnej krawędzi komory pływakowej Jednostka miary — mm

Pomiary przeprowadza się przy zastosowaniu specjalnego przyrządu z przezroczystym korpusem działającego na zasadzie naczyń połączonych Koncówka przyrządu powinna być wkręcona w gwintowany otwór korpusu gaznika mający połączenie z komorą pływakową

Podczas pomiaru silnik powinien znajdować się w takim położeniu, jak w samochodzie

W celu wykonania pomiaru należy napełnić paliwem komorę pływakową przez uruchomienie na kilka sekund rozrusznika przy odłączonym zapłonie, przy czym wylot rurki przyrządu powinien znajdować się co najmniej na wysokości górnej krawędzi komory Następnie na podziałce odpowiednio ustawionej rurki lub na podziałce korpusu odczytuje się odległość widocznego poziomu paliwa od krawędzi komory lub mierzy się suwmiarką, jeżeli nie ma takiej podziałki

W przypadku niemożności zastosowania powyższego przyrządu ze względu na budowę gaznika, poziom paliwa określa się przez bezpośredni pomiar suwmiarką po zdjęciu pokrywy komory

W przypadku gdy opisany pomiar jest niemożliwy do wykonania, należy postępować wg wskazań producenta silnika

2 4 11 Pomiar szczeliny między elektrodami świecy zapłonowej Pomiar obejmuje szczelinę między elektrodami wszystkich świec zapłonowych silnika Jednostka miary — mm

Pomiar przeprowadza się przy zastosowaniu specjalnego szczelinomierza drucikowego po oczyszczeniu świecy z nagaru

2 4 12 Pomiar szczeliny między stykami przerywacza Pomiar dotyczy maksymalnej szczeliny między stykami przerywacza rozdzielacza zapłonu Jednostka miary — mm

Pomiar przeprowadza się przy zastosowaniu szczelinomierza warsztatowego lub specjalnego czujnika zegarowego

W celu wykonania pomiaru należy oczyścić styki przerywacza i wykręcić świece zapłonowe wszystkich cylindrów Następnie należy ustawić wał korbowy

w położeniu, przy którym krzywka powoduje maksymalne rozwarście styków Tak powstałą szczelinę mierzy się za pomocą szczelinomierza

W przypadku stosowania czujnika zegarowego należy go zamocować na obudowie rozdzielacza z końcówką odpowiednio opartą na zewnętrznej stronie młoteczka przerywacza Następnie należy ręcznie obracać wał korbowy Różnica między maksymalnym wskazaniem czujnika a wskazaniem przy stykach zwartych określa maksymalną szczelinę między stykami przerywacza Pomiar przy użyciu czujnika powinien być stosowany szczególnie w przypadku, gdy na stykach przerywacza występuje narost i odpowiadający mu krater

2 4 13 Pomiar kąta zwarcia styków przerywacza Pomiar statyczny przeprowadza się mierząc kąt obrotu wału korbowego odpowiadający kątowi zwarcia styków przerywacza W przypadku gdy wałek rozdzielacza zapłonu obraca się dwa razy wolniej niż wał korbowy kąt zwarcia styków przerywacza jest połową odpowiadającego mu kąta obrotu wału korbowego

Pomiar przeprowadza się przy zastosowaniu lampki kontrolnej tarczy z podziałką kątową o działce elementarnej 1° i wskazówki Poszczególne przyrządy powinny być

— lampka kontrolna — przyłączona równolegle do styków (młoteczka i kowadełka) przerywacza,

— tarcza — zamocowana na jednym z końców wału korbowego (np. do koła zamachowego),

— wskazówka — zamocowana na nieruchomej części silnika w takim miejscu i położeniu, aby w sposób łatwy do odczytania wskazywała na podziałkę tarczy kątowne położenie wału korbowego

Do układu zapłonowego silnika powinien być przyłączony akumulator

W celu wykonania pomiaru należy wykręcić świece zapłonowe wszystkich cylindrów i wyregulować szczelinę między stykami przerywacza wg danych producenta Następnie należy obracać ręcznie wał korbowy, tylko w kierunku roboczych obrotów silnika do momentu zgasnięcia lampki kontrolnej i dalej do momentu jej ponownego zapalenia się

Kąt obrotu wału korbowego odpowiadający kątowi zwarcia styków przerywacza stanowi różnicę wskazań na tarczy w obu tych momentach

Pomiar kąta zwarcia styków przerywacza może być przeprowadzony na pracującym silniku, przy zastosowaniu specjalnego miernika

2 4 14 Pomiar kąta wyprzedzenia zapłonu Pomiar obejmuje kąt wyprzedzenia zapłonu przynajmniej w jednym cylindrze silnika Pomiar dotyczy kątownego położenia wału korbowego odpowiadającego położeniu tłoka przed GMP w danym cylindrze, przy którym występuje zapłon w tym cylindrze, to jest przy którym występuje rozwarście się styków przerywacza rozdzielacza zapłonu

Pomiar statyczny przeprowadza się przy zastosowaniu przyrządów i ich zamocowaniu wg 2 4 13

Do układu zapłonowego silnika powinien być przyłączony akumulator

W celu wykonania pomiaru należy wykręcić świecę zapłonową wszystkich cylindrów i wyregulować szczelność między stykami przerywacza wg danych producenta. Następnie należy obracać ręcznie wał korbowy, tylko w kierunku roboczych obrotów silnika, do momentu zapalenia się lampki kontrolnej, odpowiadającego rozwarciu się styków przerywacza, przy którym występuje zapłon w danym cylindrze. Kąt wyprzedzenia zapłonu stanowi różnica między wskazaniem na tarczy w momencie zapalenia się lampki i przy położeniu tłoka danego cylindra w GMP.

Sprawdzenie kąta wyprzedzenia zapłonu na pracującym silniku przeprowadza się przy zastosowaniu lampy stroboskopowej.

2 4 15 Pomiar kąta wyprzedzenia wtrysku (kąta początku tłoczenia paliwa) Pomiar obejmuje kąt wyprzedzenia wtrysku przynajmniej w jednym cylindrze silnika. Pomiar dotyczy kąтового położenia wału korbowego, odpowiadającego położeniu tłoka przed GMP w danym cylindrze, przy którym występuje początek tłoczenia paliwa do tego cylindra przez pompę wtryskową. Stosuje się dwie metody pomiaru.

Metoda pomiaru przy użyciu kapilary Pomiar przeprowadza się przy zastosowaniu specjalnego przyrządu z przezroczystą kapilarą, tarczy z podziałką kątową o działce elementarnej 1° i wskazówki. Poszczególne przyrządy powinny być:

— przyrząd z kapilarą — przykręcony do krocca pompy wtryskowej doprowadzającego paliwo do danego cylindra

— tarcza — zamocowana na jednym z końców wału korbowego (np. do koła zamachowego)

— wskazówka — zamocowana na nieruchomej części silnika, w takim miejscu i położeniu, aby w sposób łatwy do odczytania wskazywała na podziałkę tarczy kątowe położenie wału korbowego.

W celu wykonania pomiaru należy wykręcić wtryskiwacze wszystkich cylindrów i ustawić dźwignię sterowania w położeniu skrajnym, odpowiadającym pełnej dawce paliwa oraz napełnić paliwem część kapilary przez uruchomienie na kilka sekund rozrusznika. Następnie należy obracać wał korbowy ręcznie tylko w kierunku roboczych obrotów silnika do momentu, w którym nastąpi początek ruchu paliwa w kapilarze.

Kąt wyprzedzenia wtrysku (kąt początku tłoczenia paliwa) stanowi różnica między wskazaniem na tarczy w tym momencie i przy położeniu tłoka danego cylindra w GMP.

Metoda pomiaru przy użyciu wygiętej rurki Pomiar przeprowadza się przy zastosowaniu specjalnej wygiętej rurki tarczy z podziałką kątową o działce elementarnej 1° i wskazówki. Poszczególne przyrządy powinny być:

— wygięta rurka — przykręcona do krocca pompy wtryskowej doprowadzającej paliwo do danego cylindra, po uprzednim wyjęciu (po odłączeniu krocca) sprężynki i grzybka lub w zależności od konstrukcji odpowiednich innych elementów w celu umożliwienia swobodnego przepływu paliwa,

— tarcza i wskazówka — zamocowane jak przy metodzie pomiaru przy użyciu kapilary.

W celu wykonania pomiaru należy wykręcić wtryskiwacze wszystkich cylindrów i ustawić dźwignię sterowania w położeniu skrajnym, odpowiadającym pełnej dawce paliwa oraz przez pompowanie ręczną pompką pompy zasilającej doprowadzić do wypływania paliwa przez rurkę. Następnie należy obracać wał korbowy ręcznie, tylko w kierunku roboczych obrotów silnika, do momentu w którym paliwo przestaje wypływać, wycieka z rurki z prędkością około 60 kropeł na minutę. Kąt wyprzedzenia wtrysku (kąt początku tłoczenia paliwa) stanowi różnica między wskazaniem na tarczy w tym momencie i przy położeniu tłoka danego cylindra w GMP.

W przypadku pomp wtryskowych rozdzielaczowych, pomiar kąta wyprzedzenia wtrysku należy przeprowadzać wg wskazan producenta silnika.

2 4 16 Pomiar ciśnienia wtrysku (ciśnienia otwarcia wtryskiwacza) Pomiar obejmuje ciśnienie wtrysku wszystkich wtryskiwaczy silnika. Jednostka miary — MPa.

Pomiar należy przeprowadzać na stanowisku badawczym i w warunkach wg BN-74/1301-08, wg instrukcji obsługi stanowiska.

3 OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

3 1 Opracowanie wyników pomiarów gabarytowych (obrysu) i punktów mocowania Wymiary stanowiące wyniki pomiarów należy umieścić na uproszczonym rysunku silnika. W razie potrzeby rysunek powinien zawierać pokazane oddzielnie i powiększone w stosunku do silnika punkty jego mocowania z określającymi je wymiarami.

3 2 Opracowanie wyników pomiaru pojemności komory sprężania Zgodnie z 2 4 5, pojemność komory sprężania wyznacza się jako sumę algebraiczną pojemności składowych zmierzonych i obliczonych. W przypadku podanym w 2 4 5 pojemność komory sprężania jest sumą zmierzonej pojemności komory w głowicy i obliczonej pojemności komory w cylindrze.

Po wyznaczeniu pojemności komory sprężania danego cylindra należy obliczyć stopień sprężania (geometryczny) ϵ występujący w tym cylindrze, wg wzoru

$$\epsilon = \frac{V_s}{V_k} + 1$$

w którym

V_s — pojemność skokowa cylindra,

V_k — pojemność komory sprężania.

3 3 Opracowanie wyników pomiarów wzniosu zaworów Wyniki pomiarów wg 2 4 8 należy przedstawić na wykresie wzniosu zaworów (rys. 1) obrazującym zależność wzniosu zaworu dolotowego h_d i zaworu wylotowego h_w okiesłonego cylindra, od kąta obrotu wału korbowego α .

Z wykresu można wyznaczyć następujące wielkości:
 $h_{d \max}$ — maksymalny wznios (skok) zaworu dolotowego,

3.4 Opracowanie wyników pomiarów kątów (faz) rozrządu Wyniki pomiarów obejmujące kąty α_d , α_w , β_d i β_w należy przedstawić na wykresie faz rozrządu (rys. 2) obrazującym okresy otwarcia zaworów w układzie kołowym, odpowiadającym kątowym położeniom wału korbowego. Poza tym można obliczyć kąty γ , δ_d , δ_w , θ_d , θ_w i θ . Nazwy kątów i wzory obliczeniowe — wg 3.3.

3 Autor projektu normy — inż. Zbigniew Grodecki Przemysłowy Instytut Motoryzacji Warszawa