

SILNIKI I MASZYNY ENERGETYCZNE NIEELEKTRYCZNE	N O R M A B R A N Ż O W A	
	Silniki samochodowe	
	Badania stanowiskowe	
	Badania niezawodności	
		BN-79
		1374-04
		Zamiast BN-70/1374-01 ¹⁾
		Grupa katalogowa V 29

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są badania stanowiskowe niezawodności samochodowych silników spalinyowych tłokowych, z wyjątkiem silników z tłokiem swobodnym.

1.2. Określenia

1.2.1. Średnia częstość uszkodzeń (parametr strumienia uszkodzeń wg PN-77/N-04005) ω - wskaźnik obliczeniowy wg wzoru

$$\omega = \frac{r}{n \cdot t}$$

w którym:

- r - liczba wszystkich uszkodzeń badanych silników, które wystąpiły w czasie badań,
- n - liczba silników poddanych badaniom,
- t - czas badań jednakowy dla wszystkich badanych silników, h.

1.2.2. Uszkodzenie - zdarzenie powodujące:

- częściową lub całkowitą utratę zdolności do prawidłowej pracy silnika, której nie można usunąć za pomocą regulacji,
- pogorszenie któregoś z parametrów pracy silnika poza określone granice, nie dające się usunąć za pomocą regulacji,
- wystąpienie innych nieprawidłowości w stanie silnika.

1.2.3. Średnia częstość wymian części ωw - wskaźnik obliczony wg wzoru

$$\omega w = \frac{w}{n \cdot t}$$

w którym:

- w - liczba wszystkich wymian części w badanych silnikach, przeprowadzonych w czasie badań,
- n, t - wg 1.2.1.

¹⁾ W części dotyczącej badań niezawodności pracy silnika.

1.2.4. Średnia częstość regulacji ωg - wskaźnik obliczony wg wzoru

$$\omega g = \frac{g}{n \cdot t}$$

w którym:

- g - liczba wszystkich regulacji nie związanych z naprawami, to jest liczba wszystkich regulacji profilaktycznych i usuwających utratę zdolności do prawidłowej pracy lub pogorszenie parametrów pracy badanych silników przeprowadzonych w czasie badań, dotyczących poszczególnych wielkości,

n, t - wg 1.2.1.

2. BADANIA

2.1. Zasada badań. Badania polegają na kontrolowanej pracy silnika na stanowisku przy określonych prędkościach obrotowych i obciążeniach, w ciągu określonego czasu. Przed i w czasie pracy przeprowadza się pomiary parametrów silnika oraz po zakończeniu pracy - pomiary parametrów i określenie stanu technicznego silnika.

Na podstawie przeprowadzonych badań oblicza się wskaźniki niezawodności:

- średnią częstość uszkodzeń,
- średnią częstość wymian części,
- średnią częstość regulacji,

które odnoszą się do określonej w niniejszej normie pracy silnika i mają znaczenie porównawcze.

2.2. Program badań obejmuje:

- a) pomiary wstępne
 - wyznaczenie charakterystyki zewnętrznej,
 - wyznaczenie charakterystyk obciążeniowych,
 - określenie zadymienia spalin,
 - określenie sprawności mechanicznej,
 - pomiar zużycia oleju,
- b) pracę silnika w cyklach,
- c) pomiary porównawcze - powtórzenie poz. a),
- d) demontaż i oględziny,
- e) pomiary mikrometryczne i ważenie części.

Zgłoszona przez Przemysłowy Instytut Motoryzacji — Warszawa
Ustanowiona przez Naukowego Dyrektora Zjednoczenia Przemysłu Motoryzacyjnego dnia 4 kwietnia 1979 r.
jako norma obowiązująca od dnia 1 stycznia 1980 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 13/1979 poz.69)

Silniki powinny być pobrane do badań w sposób losowy w liczbie wg norm przedmiotowych obejmujących wymagania i badania dotyczące określonych silników lub uzgodnionej z producentem. Zaleca się równoczesne badanie możliwie dużej liczby silników w celu zwiększenia reprezentatywności otrzymanych wskaźników niezawodności.

2.3. Stanowisko badawcze – typowe wg BN-79/1374-02, wyposażone w przyrząd do pomiaru przedmuchów do skrzyni korbowej (np. rotometr).

2.4. Przygotowanie silników do badań

2.4.1. Dokumentacja towarzysząca. Do silników powinny być dołączone dokumenty stwierdzające przyjęcie ich przez Kontrolę Jakości producenta oraz charakterystyka techniczna, instrukcja obsługi i rysunki konstrukcyjne części podlegających pomiarom mikrometrycznym i ważeniu.

2.4.2. Stan techniczny. Silniki powinny być dotarte wyregulowane wg danych producenta oraz powinny być w pełni sprawne technicznie.

2.4.3. Wyposażenie – jak przy określaniu mocy netto wg PN-78/S-02005, przy czym konieczne jest stosowanie wentylatora.

2.5. Warunki badań – typowe wg BN-79/1374-02.

2.6. Opis badań

2.6.1. Pomiaru wstępne i porównawcze. Wyznaczenie charakterystyk – wg PN-78/S-02005.

Określenie zadymienia spalin silników z zapłonem samoczynnym – wg BN-74/1340-11 lub BN-74/1340-12.

Określenie sprawności mechanicznej i pomiar zużycia oleju – wg uzgodnienia z producentem.

2.6.2. Praca silnika w cyklach – wg tabl. 1 i 2.

W czasie pracy silnika należy prowadzić pomiary parametrów stanowiących warunki badań wg 2.5 oraz następujące pomiary:

a) momentu obrotowego, zużycia paliwa, ciśnienie oleju, zadymienia spalin i przedmuchów do skrzyni korbowej – w okresie nr 2,4 i 6 każdego cyklu,

b) maksymalnej prędkości obrotowej biegu luzem silników wyposażonych w regulator prędkości obrotowej – w okresie nr 5 każdego cyklu,

c) zużycia oleju – przez uzupełnienie oleju do poziomu górnego w okresie nr 8 cyklu, gdy poziom jego znajduje się w pobliżu poziomu dolnego i bezpośrednio przed wymianą oleju,

d) wyznaczenie charakterystyki zewnętrznej, charakterystyk obciążeniowych i określenie zadymienia spalin – po przepracowaniu przez silnik około $\frac{1}{2}$ pełnej liczby cykli mniejszej od 150 lub $\frac{1}{3}$ i $\frac{2}{3}$ pełnej liczby cykli równej lub większej od 150, spośród liczb podanych w tabl. 2.

Tablica 1. Przebieg cyklu

Nr okresu ¹⁾	Prędkość obrotowa silnika ²⁾	Obciążenie silnika	Czas trwania okresu w minutach
1	n_{min}	0 ³⁾	5 ⁴⁾
2	$n_{M_{max}}$	M_{max}	60
3	n_{min}	0 ³⁾	5
4	$n_{N_{max}}$	$M_{N_{max}}$	60
5	$n_{rb_{max}}$ ⁵⁾	wynikowe ⁵⁾	10
6	$n_{N_{max}}$	$M_{N_{max}}$	20
7	n_{min}	0 ³⁾	10
8	0	0	10
Czas trwania cyklu			180
¹⁾ Przejście z jednego okresu do następnego należy wykonywać w sposób możliwie szybki. ²⁾ Określenia poszczególnych prędkości obrotowych – wg PN-78/S-02005. ³⁾ W przybliżeniu (hamulec dynamometryczny nieodłączony). ⁴⁾ Bez rozruchu i rozgrzania silnika, które przeprowadza się wg instrukcji obsługi. ⁵⁾ Dla silników wyposażonych w regulator prędkości obrotowej prędkość $n_{rb_{max}}$ odpowiada maksymalnej prędkości obrotowej biegu luzem, a obciążenie silnika równa się w przybliżeniu zero (hamulec dynamometryczny nieodłączony).			

Tablica 2. Liczba cykli (czas badań)

Rodzaj silnika	Pojemność skokowa silnika, dm ³			
	do 1,0	ponad 1,0 do 2,5	ponad 2,5 do 7,0	ponad 7,0
	liczba cykli (czas badań, h)			
Silniki samochodów osobowych i pochodnych	83 (249)	100 (300)	133 (399)	-
Silniki samochodów ciężarowych	-	116 (348)	150 (450)	200 (600)

Wskazane jest, aby pomiary wg poz. a), b) i c) przeprowadzane były w drugiej połowie danego okresu.

Postój silnika przewidziany w okresie nr 8 może w razie potrzeby (praca bezzmianowa, czynności obsługowo-naprawcze itp.) trwać dłużej, z tym że do czasu trwania cyklu wlicza się tylko 10 min.

Zaleca się stosowanie przyrządów pomiarowych rejestrujących, szczególnie w odniesieniu do parametrów stanowiących warunki badań.

Podczas badań należy przestrzegać postanowień instrukcji obsługi silnika. Regulacje, wymiany części, naprawy i inne czynności nie wchodzące w zakres normalnej obsługi powinny być przeprowadzane tylko wtedy, gdy jest

to konieczne i celowe do dalszego kontynuowania badań, przy czym dopuszcza się tylko rodzaje regulacji objęte normalną obsługą oraz wymiany części i naprawy usuwające uszkodzenia, których wystąpienie nie powoduje negatywnej oceny silnika.

Czasy uruchomienia i zatrzymania silnika oraz wszystkie uszkodzenia i naprawy, wymiany części, regulacje i inne czynności obsługowe powinny być chronologicznie rejestrowane dla każdego silnika, z podaniem cyklu (czasu), wystąpienia przyczyny i krótkiego opisu.

2.6.3. Demontaż i oględziny. Demontaż silnika powinien być przeprowadzony w zakresie umożliwiającym wykonanie pomiarów mikrometrycznych wg 2.6.4 oraz określenie stanu technicznego podstawowych części i silnika.

Przy demontażu należy części podlegające pomiarom mikrometrycznym oznaczyć w sposób zapewniający przeprowadzenie tych pomiarów wg załącznika.

2.6.4. Pomiary mikrometryczne i ważenie części. Pomiary mikrometryczne obejmują:

- a) cylindry,
- b) tłoki,
- c) pierścienie tłokowe,
- d) sworznie tłokowe,
- e) tulejki główek korbowodów,
- f) wał korbowy,
- g) panewki łożysk głównych i korbowodowych,
- h) wał rozrządu,
- i) łożyska wału rozrządu,
- k) zawory,
- l) prowadnice zaworów.

Pomiary powinny być przeprowadzane wg załącznika.

Ważenie części obejmuje panewki cienkościennie łożysk głównych i korbowodowych oraz pierścienie tłokowe. Dokładność ważenia $\pm 0,01$ g.

2.7. Opracowywanie wyników badań. Wyniki pomiarów wg 2.6.1 i 2.6.2d) powinny być zestawione w tablicy obrazującej zmiany parametrów silnika, które zaszły w czasie pracy w cyklach.

Wyniki pomiarów wg 2.6.2a), b) i c) powinny być zestawione w postaci wykresów przedstawiających zmiany mierzonych wielkości w funkcji liczby cykli (czasu) pracy silnika.

Dla każdego silnika oddzielnie należy podać datę rozpoczęcia i zakończenia pracy w cyklach i liczbę postojów dłuższych od 10 min oraz należy zestawić liczby takich samych uszkodzeń, wymian części i regulacji, z podaniem cyklu (czasu) ich występowania i ze zróznicowaniem wymian części na profilaktyczne i związane z naprawami oraz regulacji

- na profilaktyczne, usuwające utratę zgodności do prawidłowej pracy lub pogorszenie parametrów pracy silnika i związane z naprawami.

Wskaźniki niezawodności oblicza się wg 1.2.1, 1.2.3 i 1.2.4 dla silników, które przepracowały pełną liczbę cykli wg tabl. 2 bez wystąpienia uszkodzeń powodujących negatywną ocenę silnika.

Wyniki pomiarów wg 2.6.4 powinny być zestawione w tablicach z odpowiadającymi danymi wg rysunków konstrukcyjnych rozpatrywanych części, z podaniem wartości ich zużycia.

Zużycie wymiarowe oblicza się przyjmując za wymiar początkowy, podany na rysunku konstrukcyjnym:

- wymiar dolny dla wymiarów zewnętrznych,
- wymiar górny dla wymiarów wewnętrznych.

Ubytek masy oblicza się przyjmując za masę początkową najmniejszą masę z podanych na rysunku konstrukcyjnym wartości granicznych.

W przypadku, gdy wynik pomiaru mikrometrycznego lub ważenia znajduje się w polu tolerancji podanym na rysunku konstrukcyjnym, to zużycie przyjmuje się za zerowe.

Na podstawie demontażu i oględzin oraz pomiarów mikrometrycznych i ważenia należy określić stan techniczny podstawowych części i ogólny stan każdego z silników.

2.8. Ocena wyników badań. Badane silniki ocenia się wg postanowień norm przedmiotowych obejmujących wymagania i badania dotyczące określonych silników lub wg uzgodnienia z producentem. W szczególności badany silnik należy ocenić negatywnie, jeżeli zachodzi którykolwiek z następujących przypadków:

a) wskaźniki niezawodności przekroczyły ustalone wartości lub podczas badań wystąpiło wielokrotne, nawet drobne uszkodzenie tych samych elementów,

b) podczas badań wystąpiło uszkodzenie, którego usunięcie wymaga demontażu silnika (w tym jego osprzętu) wykraczającego poza zakres niezbędny do przeprowadzenia normalnej obsługi,

c) wystąpiły niebezpieczne stuki,

d) ciśnienie oleju spadło poniżej dolnej granicy ustalonej przez producenta,

e) spadła moc silnika lub pogorszył się jego własności ekonomiczne więcej niż o 5% w stosunku do wyników otrzymanych w ramach pomiarów wstępnych (2.2a) lub zużycie oleju przekroczyło 1% zużycia paliwa (w stosunku wagowym),

f) po badaniach silnik nie może pracować w dowolnym zakresie mocy i obrotów,

g) wystąpiły zatarcia części, zadzior lub zwiększone zużycia części.

Załącznik

Informacje dodatkowe

KONIEC

PCMIARY MIKROMETRYCZNE

1. Oznaczenie części. Cylindry oznaczają się kolejnymi numerami wg PN-54/N-02501.

Tłoki-rowki pod pierścienie oznaczają się kolejno od denka tłoka; miejsce pomiaru wysokości rowków położone od strony, od której numeruje się cylindry, oznaczają się numerem pierwszym.

Pierścienie tłokowe numeruje się kolejno od denka tłoka.

Prowadnice zaworów - płaszczyzny pomiarowe oznaczają się kolejnymi numerami od strony sprężyny zaworu.

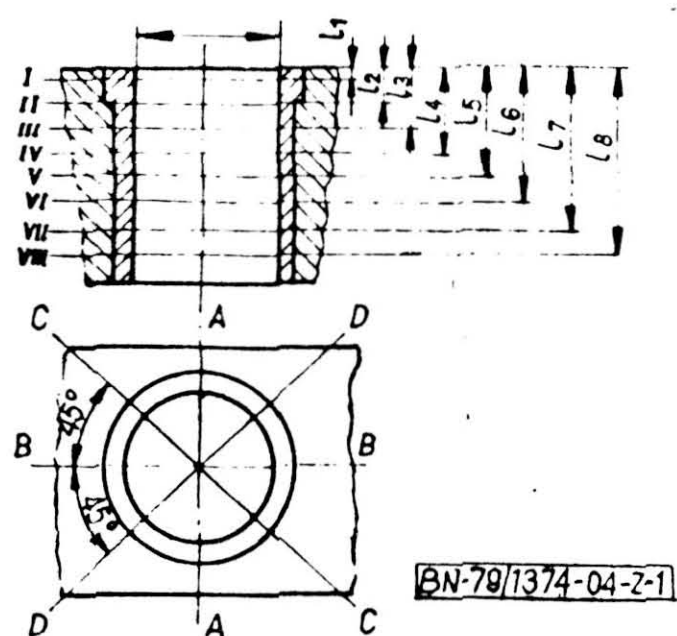
Tłoki, pierścienie tłokowe, sworznie tłokowe, tulejki główek korbowodów, czopy korbowodowe wału korbowego, panewki łożysk korbowodowych, krzywki wału rozrządu, zawory i prowadnice zaworów odpowiadające poszczególnym cylindrom oznaczają się numerami tych cylindrów.

Czopy główne wału korbowego, panewki łożysk głównych, czopy i łożyska wału rozrządu oraz płaszczyzny pomiarowe określone w 2.2 (rys. Z-3) i 2.4 do 2.9 oznaczają się kolejnymi numerami zgodnie z kierunkiem numeracji cylindrów.

2. Zakres pomiarów

2.1. Cylindry - średnica wewnętrzna.

Pomiar średnicy (rys. Z-1) przeprowadza się w ośmiu płaszczyznach (I + VIII) i w czterech kierunkach - równoległym (A-A), prostopadłym (B-B) i pod kątem 45° do osi wału korbowego (C-C, D-D). W silnikach dwusuwowych pomiar średnicy przeprowadza się w czterech płaszczyznach - dwóch powyżej kanałów i dwóch poniżej.



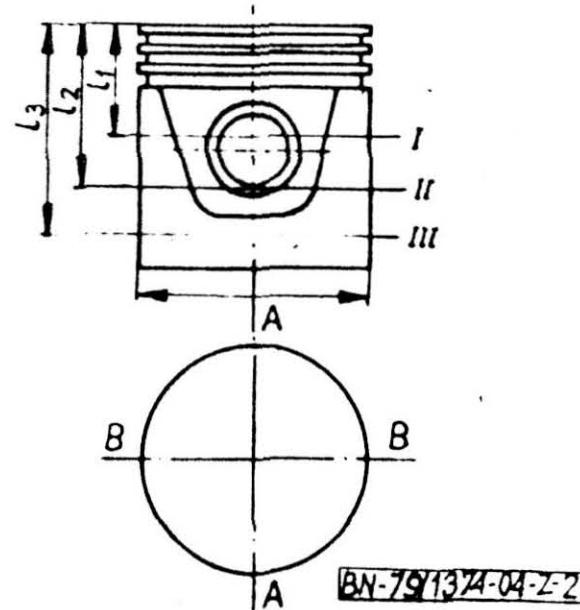
Rys. Z-1

2.2. Tłoki - średnica płaszcza, średnica otworów na sworznie i wysokość rowków na pierścieniu.

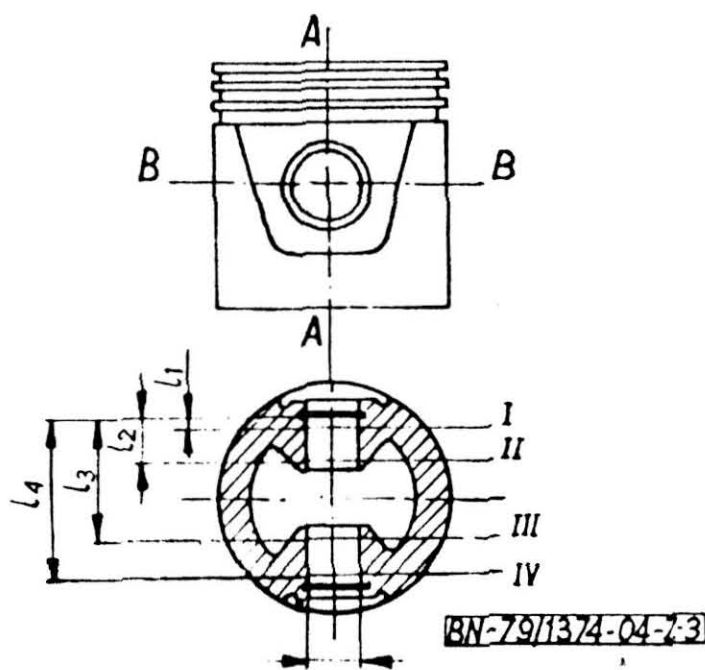
Pomiar średnicy płaszcza (rys. Z-2) przeprowadza się w trzech płaszczyznach (I + III) i w dwóch kierunkach - równoległym (A-A) i prostopadłym do osi sworznia (B-B).

Pomiar średnicy otworów (rys. Z-3) przeprowadza się w czterech płaszczyznach (I + IV) położonych na $1/4$ roboczej długości otworu od jego krawędzi i w dwóch kierunkach - równoległym (A-A) i prostopadłym do osi tłoka (B-B).

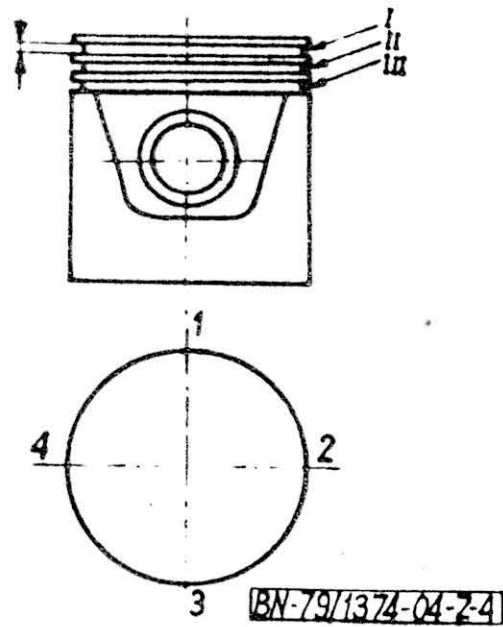
Pomiar wysokości rowków (rys. Z-4) przeprowadza się w czterech miejscach - dwóch położonych w płaszczyźnie przechodzącej przez oś sworznia (1,3) i dwóch położonych w płaszczyźnie prostopadłej do osi sworznia i przechodzącej przez oś tłoka (2,4).



Rys. Z-2



Rys. Z-3

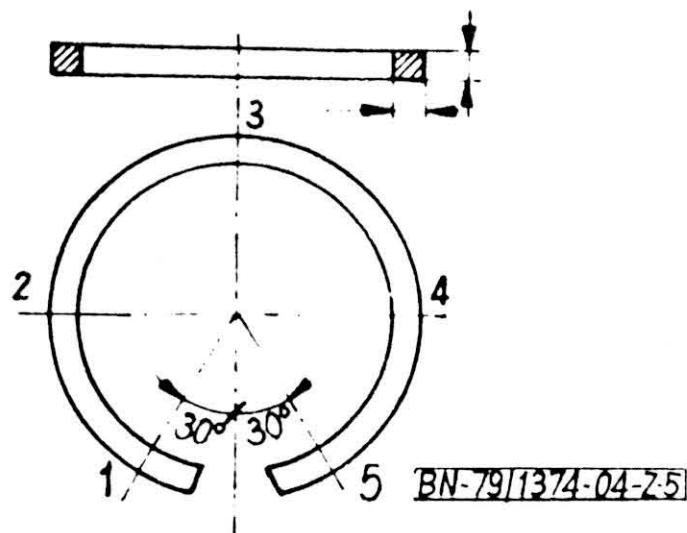


Rys. Z-4

2.3. Pierścienie tłokowe - grubość, wysokość i luz zamka.

Pomiar grubości i wysokości (rys. Z-5) przeprowadza się w pięciu miejscach - z obu stron zamka pod kątem 30° do jego osi (1,5), z obu stron prostopadle do osi zamka (2,4) i naprzeciwko w osi zamka (3).

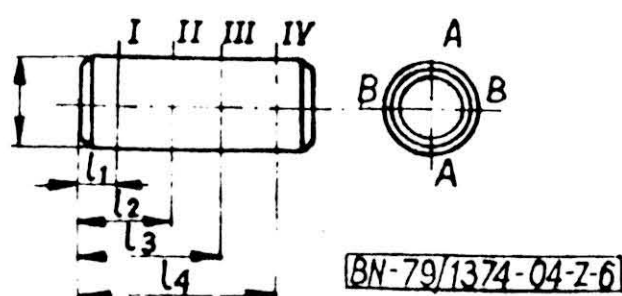
Pomiar luzu zamka - wg PN-71/S-36507.



Rys. Z-5

2.4. Sworznie tłokowe - średnica zewnętrzna.

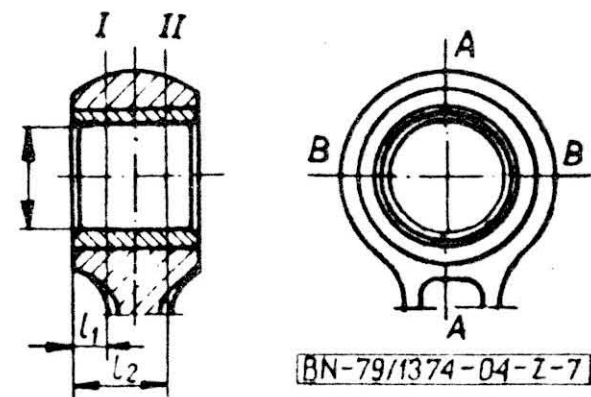
Pomiar średnicy (rys. Z-6) przeprowadza się w czterech płaszczyznach, dwóch przechodzących przez środki roboczych długości otworów na sworznie (I,IV) i dwóch (II,III) pokrywających się z płaszczyznami I i II wg 2.5 oraz w dwóch kierunkach wzajemnie prostopadłych (A-A, B-B).



Rys. Z-6

2.5. Tulejki główek korbowodów - średnica zewnętrzna.

Pomiar średnicy (rys. Z-7) przeprowadza się w dwóch płaszczyznach (I,II) położonych na $1/4$ całkowitej długości tulejki od płaszczyzn czołowych i w dwóch kierunkach - równoległym (A-A) i prostopadłym do osi korbowodu (B-B).



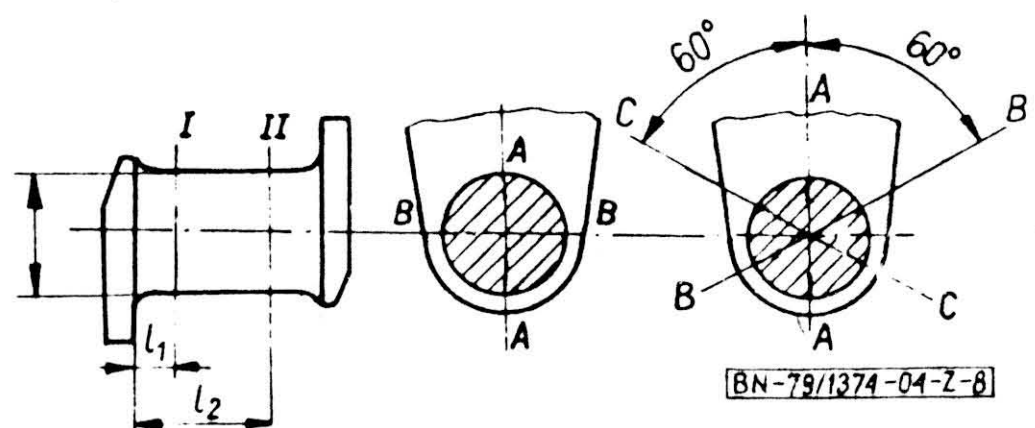
Rys. Z-7

2.6. Wał korbowy - średnica czopów głównych i korbowodowych.

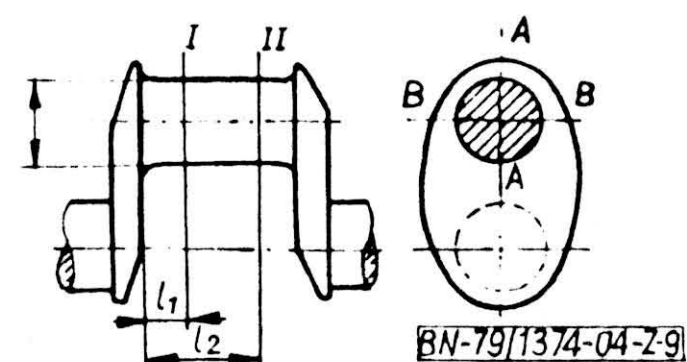
Pomiar średnicy obu czopów przeprowadza się w dwóch płaszczyznach (I,II) położonych przy końcach czopa na $1/4$ jego całkowitej długości.

Pomiar średnicy czopa głównego (rys. Z-8) przeprowadza się w dwóch (A-A, B-B) lub trzech (A-A, B-B, C-C) kierunkach - co 90° lub 60° . Kierunek A-A powinien dla wszystkich czopów głównych leżeć w płaszczyźnie wykorбления pierwszego czopa korbowego.

Pomiar średnicy czopa korbowodowego (rys. Z-9) przeprowadza się w dwóch kierunkach - równoległym (A-A) i prostopadłym do płaszczyzny wykorбления mierzonego czopa (B-B).



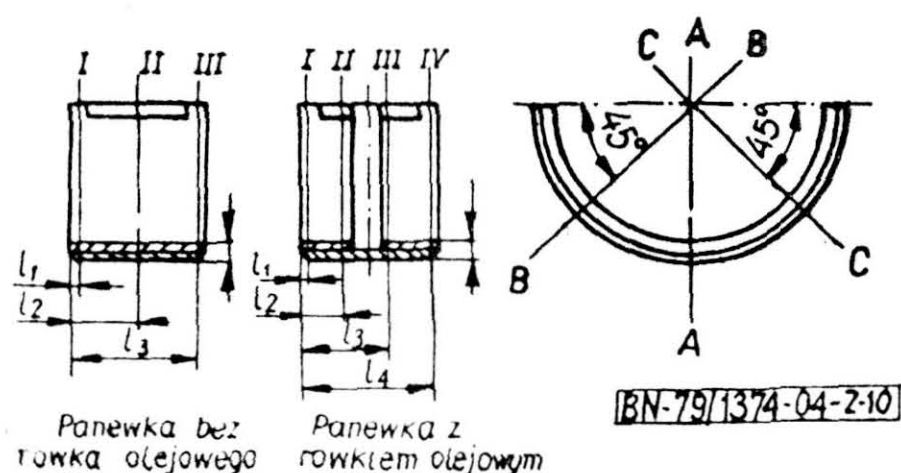
Rys. Z-8



Rys. Z-9

2.7. Panewki łożysk głównych i korbowodowych - grubość.

Pomiar grubości (rys. Z-10) przeprowadza się w trzech lub czterech (dla panewek z rowkiem olejowym) płaszczyznach i w trzech kierunkach - prostym (A-A) i z obu stron pod kątem 45° do płaszczyzny podziału (B-B, C-C). Płaszczyzny położone są w odległości 2 ± 3 mm od płaszczyzn czołowych (I, III lub I, IV) i w środku panewki (II) lub w odległości 2 ± 3 mm od rowka olejowego (II, III).



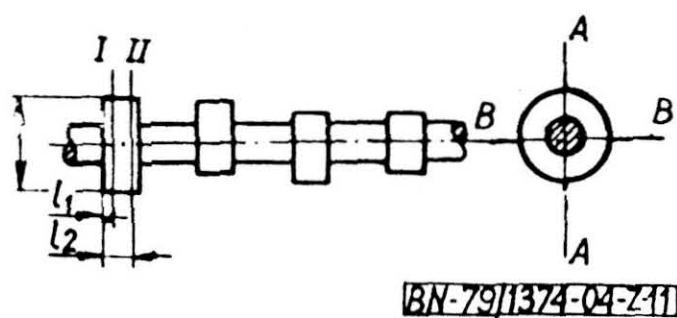
Rys. Z-10

2.8. Wał rozrządu - średnica czopów, wysokość i szerokość krzywki.

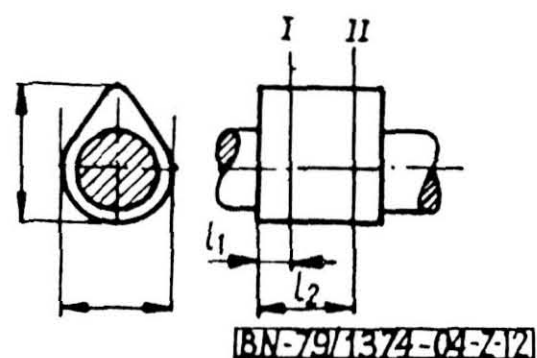
Pomiary przeprowadza się w dwóch płaszczyznach (I, II) położonych na $1/4$ całkowitej długości czopa (krzywki) od krawędzi bocznych.

Pomiar średnicy czopa (rys. Z-11) przeprowadza się w dwóch kierunkach wzajemnie prostokątnych (A-A, B-B). Kierunek A-A powinien dla wszystkich czopów leżeć w płaszczyźnie wysokości pierwszej krzywki.

Pomiar wysokości i szerokości krzywki (rys. Z-12) przeprowadza się w kierunkach wzajemnie prostokątnych.



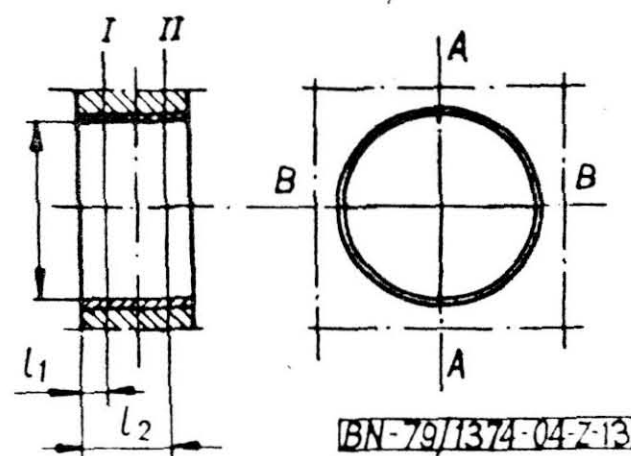
Rys. Z-11



Rys. Z-12

2.9. Łożyska wału rozrządu - średnica wewnętrzna.

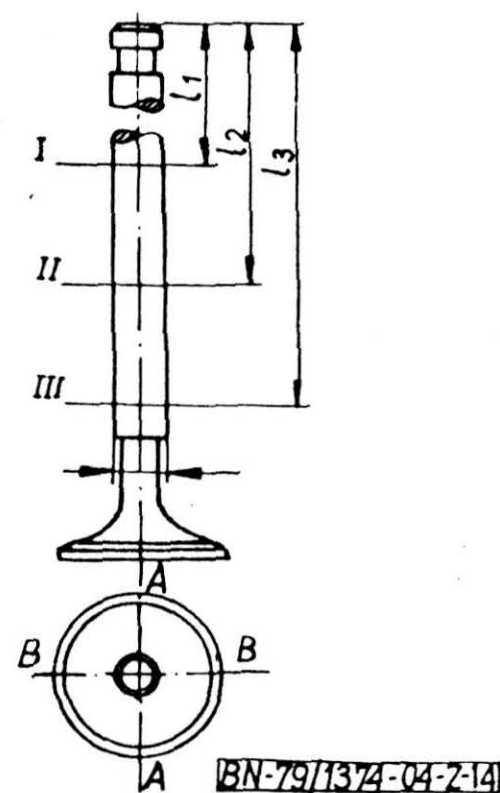
Pomiar średnicy (rys. Z-13) przeprowadza się w dwóch płaszczyznach (I, II) położonych na $1/4$ całkowitej długości łożyska od płaszczyzn czołowych i w dwóch kierunkach - pionowym (A-A) i poziomym (B-B).



Rys. Z-13

2.10. Zawory - średnica trzonka.

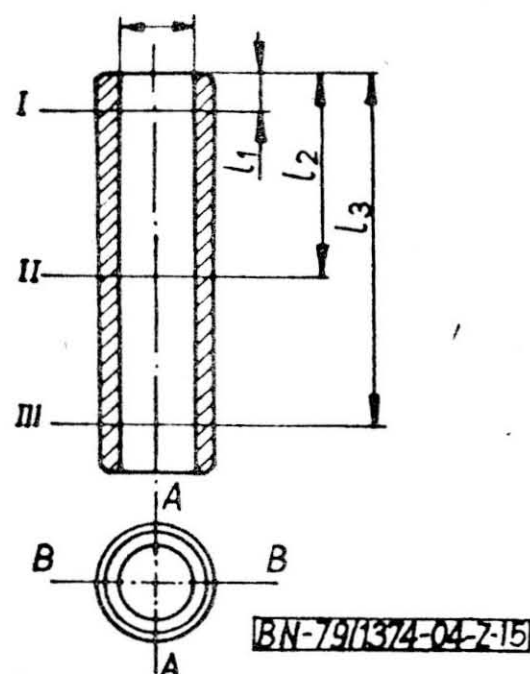
Pomiar średnicy (rys. Z-14) przeprowadza się w trzech płaszczyznach (I, II, III) i w dwóch kierunkach wzajemnie prostokątnych (A-A, B-B).



Rys. Z-14

2.11. Prowadnice zaworów - średnica wewnętrzna.

Pomiar średnicy (rys. Z-15) przeprowadza się w trzech płaszczyznach (I, II, III) i w dwóch kierunkach wzajemnie prostokątnych (A-A, B-B).



Rys. Z-15

2.12. Tulejki główek korbowodów, wał korbowy, wał rozrządu, łożyska wału rozrządu, zawory i prowadnice zaworów - niezależnie od pomiarów średnic przeprowadzonych w kie-

runkach wg 2.5, 2.6 i 2.8 do 2.11 powinna być określona minimalna i maksymalna średnica w każdej z płaszczyzn pomiarowych.

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę - Przemysłowy Instytut Motoryzacji.

2. Istotne zmiany w stosunku do BN-70/1374-01. Tematyka zawarta w BN-70/1374-01 objęta została następującymi normami:

PN-78/S-02005 Silniki samochodowe. Badania stanowiskowe. Wyznaczanie podstawowych parametrów pracy - w zakresie wyznaczania podstawowych charakterystyk silnika

BN-79/1374-03 Silniki samochodowe. Badania stanowiskowe. Wykonywanie charakterystyk - w zakresie charakterystyki uniwersalnej, wzorów obliczeniowych i wzorów charakterystyk

BN-79/1374-04 Silniki samochodowe. Badania stanowiskowe. Badania niezawodności - w zakresie badań niezawodności pracy silnika z następującymi istotnymi zmianami:

- a) wprowadzono wskaźniki niezawodności,
- b) do przebiegu cyklu wprowadzono 10 minut pracy na maksymalnej roboczej prędkości obrotowej przy zmniejszeniu pracy na prędkości obrotowej biegu jałowego.

3. Normy związane

PN-54/N-02501 Silniki spalinowe. Numeracja cylindrów

PN-77/N-04005 Niezawodność w technice. Wskaźniki niezawodności. Nazwy, określenia i symbole

PN-78/S-02005 Silniki samochodowe. Badania stanowiskowe. Wyznaczanie podstawowych parametrów pracy

PN-71/S-36507 Silniki spalinowe. Pierścienie tłokowe żeliwne o średnicach do 150 mm

BN-74/1340-11 Silnik z zapłonem samoczynnym. Dopuszczalne stopnie zadymienia spalin i ich pomiar metodą absorpcji światła

BN-74/1340-12 Silnik z zapłonem samoczynnym. Pomiar zadymienia metodą filtracji spalin

BN-79/1374-02 Silniki spalinowe. Badania stanowiskowe. Ogólne wytyczne

4. Autor projektu normy - inż. Zbigniew Grodecki, Przemysłowy Instytut Motoryzacji.