

|  |  |                          |
|--|--|--------------------------|
| <b>SILNIKI<br/>I MASZYNY<br/>ENERGETYCZNE<br/>NIEELEKTRYCZNE</b> | <b>NORMA BRANŻOWA</b>  | <b>BN-81<br/>1374-08</b> |
|  | <b>Silniki samochodowe<br/>Badania stanowiskowe<br/>Określanie sprawności<br/>mechanicznej</b> |                          |
|  | Grupa katalogowa 0525  |                          |

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy jest określanie sprawności mechanicznej samochodowych silników spalinowych tłokowych, metodą wyłączania cylindrów i metodą ekstrapolacji charakterystyki obciążeniowej.

**1.2. Charakterystyka sprawności mechanicznej** - charakterystyka przedstawiająca zależność sprawności mechanicznej  $\eta_m$  od prędkości obrotowej  $n$ , przy całkowicie otwartej przepustnicy w silniku gaźnikowym lub przy skrajnym ustawieniu dźwigni sterowania, odpowiadającym pełnej dawce paliwa w silniku z wtryskiem paliwa.

Charakterystyka może dodatkowo przedstawiać zależność mocy oporów ruchu  $N_r$  i średniego ciśnienia oporów ruchu  $p_r$  od prędkości obrotowej silnika.

## 2. OKREŚLENIE SPRAWNOŚCI MECHANICZNEJ

### METODA WYŁĄCZANIA CYLINDRÓW

**2.1. Zasada metody.** Metoda polega na wyznaczeniu mocy użytecznej silnika z pracującymi wszystkimi i kolejno wyłączanymi cylindrami przy pełnej dawce paliwa i założonej prędkości obrotowej, dla której ma nastąpić określenie sprawności mechanicznej.

W zależności od wyznaczonych wartości mocy oblicza się sprawność mechaniczną, odpowiadającą założonej prędkości obrotowej, jako iloraz mocy użytecznej silnika i sumy mocy indukowanej poszczególnych cylindrów, wyrażonej różnicą mocy użytecznej silnika z pracującymi wszystkimi i z wyłączonym cylindrem.

Sprawność określona powyższą metodą jest sprawnością mechaniczną umowną.

**2.2. Stanowisko badawcze** - typowe wg BN-79/1374-02.

### 2.3. Przygotowanie silników do badań

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

**2.3.2. Stan techniczny.** Silniki powinny być dotarte całkowicie wg BN-79/1374-05 i wyregulowane wg danych producenta oraz powinny być sprawne technicznie.

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

**2.4. Warunki badań** - typowe wg BN-79/1374-02.

**2.5. Opis badań.** Badania obejmują pomiary momentu obrotowego (siły obciążającej) podczas pracy silnika z pracującymi/wszystkimi i kolejno wyłączanymi cylindrami w warunkach wg 2.4.

Pomiar momentu obrotowego podczas pracy silnika z pracującymi wszystkimi cylindrami powinien być przeprowadzony przed każdym z pomiarów podczas pracy z kolejno wyłączanymi cylindrami oraz na końcu, po pomiarze podczas pracy z wyłączonym ostatnim cylindrem. Wszystkie pomiary należy przeprowadzać bezpośrednio jeden po drugim. Praca silnika powinna odbywać się przy całkowicie otwartej przepustnicy w silniku gaźnikowym lub przy skrajnym ustawieniu dźwigni sterowania, odpowiadającym pełnej dawce paliwa w silniku z wtryskiem paliwa i przy założonej prędkości obrotowej, dla której ma nastąpić określenie sprawności mechanicznej.

W celu wykreślenia charakterystyki sprawności mechanicznej należy przeprowadzać pomiary momentu obrotowego jak podano wyżej przy założonych różnych wartościach prędkości obrotowej silnika.

Wyłączenie poszczególnych cylindrów z pracy powinno być uzyskane przez odłączenie zapłonu (świeca zapłonowa wkręcona, dopływ paliwa nieodcięty) w silniku o zapłonie iskrowym lub przez odcięcie dopływu paliwa (wtryskiwacz wkręcony) w silniku o zapłonie samoczynnym.

**2.6. Opracowanie wyników badań.** Sprawność mechaniczną  $\eta_m$  należy obliczać dla założonej prędkości obrotowej wg wzoru

**Zgłoszona przez Przemysłowy Instytut Motoryzacji**  
 Ustanowiona przez Dyrektora Zjednoczenia Przemysłu Motoryzacyjnego dnia 15 maja 1981 r.  
 jako norma obowiązująca od dnia 1 stycznia 1982 r.  
 (Dz. Norm. i Miar nr 13/1981 poz. 59)

$$\eta_m = \frac{N_{e\ \acute{s}r}}{\sum_{i=1}^z (N_{e\ \acute{s}r} - N_{e\ i})} \quad (1)$$

zmiernego momentu obrotowego (siły obciążającej), kW,

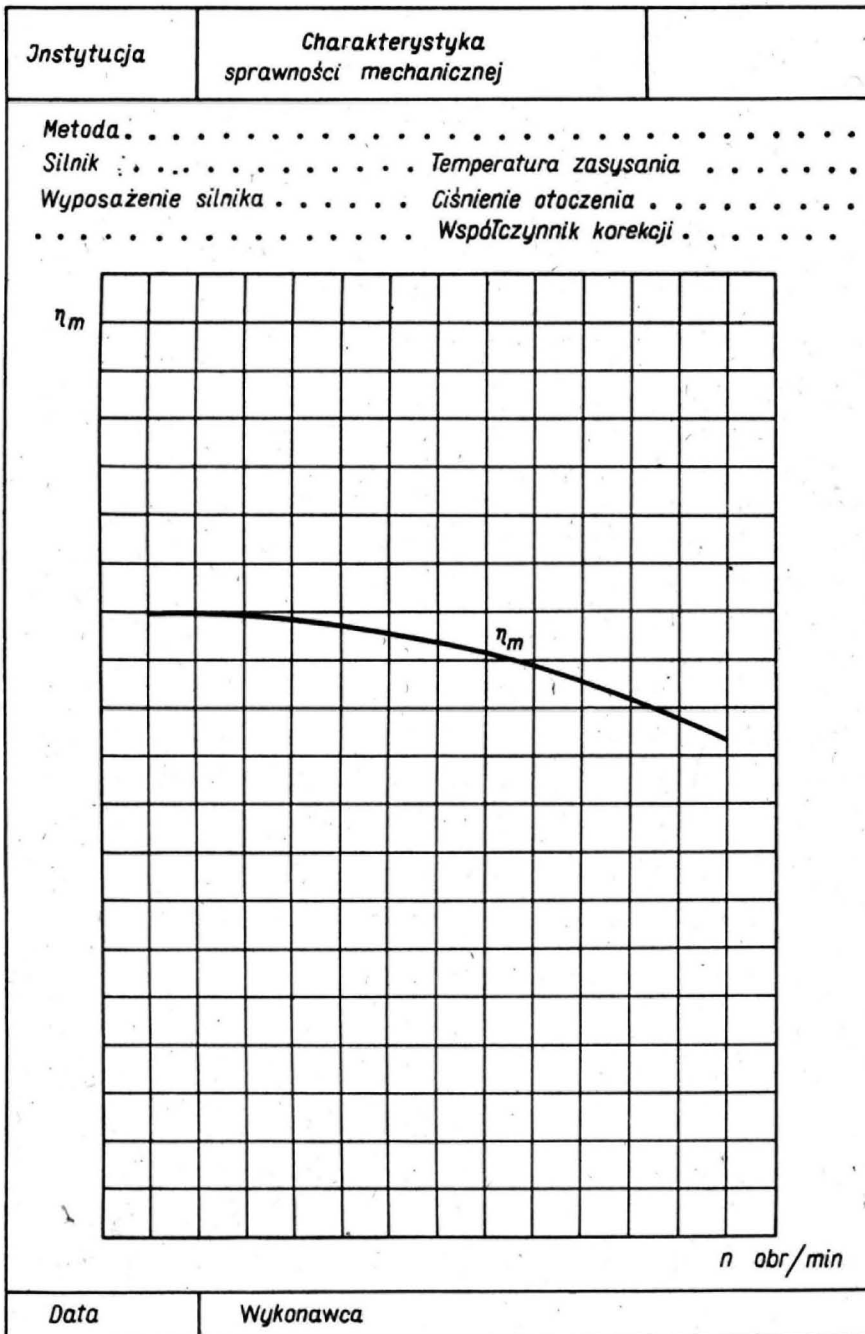
z - liczba cylindrów.

w którym:

$N_{e\ \acute{s}r}$  - średnia arytmetyczna wartości mocy użytecznej silnika z pracującymi wszystkimi cylindrami obliczonych wg BN-79/1374-03 w zależności od założonej prędkości obrotowej i zmierzonych wartości momentu obrotowego (siły obciążającej), kW,  
 $N_{e\ i}$  - moc użyteczna silnika z wyłączonym z pracy  $i$ -tym cylindrem obliczona wg BN-79/1374-03 w zależności od założonej prędkości obrotowej  $i$

W celu wykreślenia charakterystyki sprawności mechanicznej należy obliczyć sprawność mechaniczną  $\eta_m$  dla założonych, różnych wartości prędkości obrotowej  $n$ . Następnie przez punkty o współrzędnych  $(n, \eta_m)$  należy przeprowadzić krzywą sprawności mechanicznej  $\eta_m = f(n)$ . Opis charakterystyki - wg BN-79/1374-03. Wzór charakterystyki przedstawiono na rys. 1.

Wyniki badań powinny zawierać informację, że stosowana była metoda wyłączania cylindrów.



W przypadku, gdy zachodzi potrzeba dodatkowego określenia mocy i średniego ciśnienia oporów ruchu

- moc oporów ruchu  $N_r$  należy obliczać w kW dla założonej prędkości obrotowej wg wzoru

$$N_r = \sum_{i=1}^z (N_{e\ sr} - N_{e\ i}) - N_{e\ sr} \quad (2)$$

w którym:  $N_{e\ sr}$  - jak wyżej,

- średnie ciśnienie oporów ruchu  $p_r$  należy obliczać w kPa dla założonej prędkości obrotowej wg BN-79/1374-03, w zależności od obliczonej mocy  $N_r$ .

W celu dodatkowego wykreślenia krzywej mocy oporów ruchu  $N_r = f(n)$  i krzywej średniego ciśnienia oporów ruchu  $p_r = f(n)$  należy postępować podobnie jak przy wykreślaniu krzywej  $\eta_m = f(n)$ .

### 3. OKREŚLENIE SPRAWNOŚCI MECHANICZNEJ METODĄ EKSTRAPOLACJI CHARAKTERYSTYKI OBCIĄŻENIOWEJ

**3.1. Zasada metody.** Metoda polega na wyznaczeniu mocy oporów ruchu silnika na drodze ekstrapolacji charakterystyki obciążeniowej wykonanej przy założonej prędkości obrotowej, dla której ma nastąpić określenie sprawności mechanicznej i odczytaniu z charakterystyki obciążeniowej mocy użytecznej przy pełnej dawce paliwa.

W zależności od znalezionych wartości mocy oblicza się sprawność mechaniczną, odpowiadającą założonej prędkości obrotowej, jako iloraz mocy użytecznej i mocy indukowanej silnika, wyrażonej sumą mocy użytecznej i mocy oporów ruchu.

Sprawność określona powyższą metodą jest sprawnością mechaniczną umowną.

**3.2. Stanowisko badawcze** - wg 2. 2.

**3.3. Przygotowanie silników do badań** - wg 2. 3.

**3.4. Warunki badań** - wg 2. 4.

**3.5. Wykonanie charakterystyki obciążeniowej** - wg BN-79/1374-03 w warunkach wg 3. 2, z tym że należy wykreślić tylko krzywą  $G_e = f(N_e)$ .

Charakterystykę wykonuje się przy założonej prędkości obrotowej, dla której ma nastąpić określenie sprawności mechanicznej.

W celu wykreślenia charakterystyki sprawności mechanicznej należy wykonać szereg charakterystyk obciążeniowych przy założonych, różnych wartościach prędkości obrotowej silnika.

**3.6. Opracowanie wyników badań.** Sprawność mechaniczną  $\eta_m$  należy obliczać dla założonej prędkości obrotowej wg wzoru

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_e + N_r} \quad (3)$$

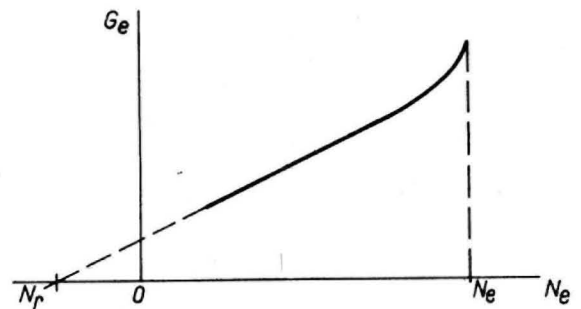
w którym:

$N_e$  - moc użyteczna na charakterystyce obciążeniowej przy całkowicie otwartej przepustnicy w silniku gaźnikowym lub przy skrajnym ustawieniu dźwigni sterowania, odpowiadającym pełnej dawce paliwa w silniku z wtryskiem paliwa, wykonanej przy założonej prędkości obrotowej (rys. 2), kW,

$N_r$  - moc oporów ruchu wyznaczona w wyniku ekstrapolacji charakterystyki obciążeniowej (rys. 2), kW.

Ekstrapolacja polega na przedłużeniu do przecięcia z osią odciętych (mocy) części krzywej  $G_e = f(N_e)$  charakterystyki obciążeniowej, która w zakresie małych mocy jest praktycznie odcinkiem linii prostej.

Punkt przecięcia wyznacza na osi odciętych moc oporów ruchu  $N_r$ .



Rys. 2

W przypadku, gdy w zakresie małych mocy krzywa  $G_e = f(N_e)$  nie przebiega po linii prostej, jednoznacznie wyznaczającej kierunek przedłużenia, to określenie sprawności mechanicznej metodą ekstrapolacji charakterystyki obciążeniowej jest niemożliwe.

W celu wykreślenia charakterystyki sprawności mechanicznej należy obliczać sprawność mechaniczną  $\eta_m$  dla założonych, różnych wartości prędkości obrotowej na podstawie ekstrapolacji szeregu charakterystyk obciążeniowych wykonanych dla tych wartości prędkości obrotowej.

Następnie przez punkty o współrzędnych  $(n, \eta_m)$  należy przeprowadzić krzywą sprawności mechanicznej  $\eta_m = f(N_e)$ . Opis charakterystyki - wg BN-79/1374-03.

Wzór charakterystyki przedstawiono na rys. 1.

Wyniki badań powinny zawierać informację, że stosowana była metoda ekstrapolacji charakterystyki obciążeniowej.

W przypadku, gdy zachodzi potrzeba dodatkowego określenia średniego ciśnienia oporów ruchu  $p_r$ , należy obliczać je w kPa dla założonej prędkości obrotowej wg BN-79/1374-03, w zależności od wyznaczonej mocy  $N_r$ .

W celu dodatkowego wykreślenia krzywej oporów ruchu  $N_r = f(n)$  i krzywej średniego ciśnienia oporów ruchu  $p_r =$  należy postępować podobnie jak przy wykreślaniu krzywej  $\eta_m = f(n)$ .

K O N I E C

#### INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę - Przemysłowy Instytut Motoryzacji, Warszawa.

BN-79/1374-03 Silniki samochodowe. Badania stanowiskowe. Wykonywanie charakterystyk

BN-79/1374-05 Silniki samochodowe. Badania stanowiskowe. Docieranie

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

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

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