

Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych
Instytut Pojazdów

LABORATORIUM TEORII SILNIKÓW CIEPLNYCH

Charakterystyki prędkościowe silników spalinowych

Opracowanie

Dr inż. Ewa Fudalej-Kostrzewa

Warszawa 2015

SPIS TREŚCI

1. Warunki badań	4
2. Charakterystyka eksploatacyjna	4
3. Charakterystyka regulatorowa silnika o zapłonie samoczynnym	9
4. Charakterystyka częściowa	11

Opracowanie: dr inż. Ewa Fudalej – Kostrzewa

CHARAKTERYSTYKI PRĘDKOŚCIOWE

Charakterystyki prędkościowe są wyznaczane w ramach klasycznych statycznych badań silników zarówno dla silników o zapłonie iskrowym (silniki ZI) jak i samoczynnym (silniki ZS). Typowa charakterystyka prędkościowa przedstawia zależność mocy użytecznej N_e , momentu obrotowego M_e lub średniego ciśnienia użytecznego p_e i jednostkowego zużycia paliwa g_e od prędkości obrotowej wału korbowego.

W zależności od sposobu regulacji układu zasilania paliwem i kąta wyprzedzenia zapłonu (silniki ZI) lub wtrysku (silniki ZS), rozróżnia się następujące rodzaje charakterystyk prędkościowych:

- dla silników o zapłonie iskrowym:
 - charakterystyka mocy maksymalnej – wyznaczana przy całkowitym otwarciu przepustnicy, przy regulacji składu mieszanki oraz chwili zapłonu zapewniających każdorazowo największą moc silnika,
 - charakterystyka eksploatacyjna - wyznaczana przy całkowitym otwarciu przepustnicy, przy normalnej, eksploatacyjnej regulacji składu mieszanki i chwili zapłonu,
 - charakterystyka mocy częściowej – wyznaczana przy regulacjach eksploatacyjnych i przy częściowym otwarciu przepustnicy,
- dla silników o zapłonie samoczynnym, w których ustawienie pompy wtryskowej na największe dawkowanie jest zupełnie umowne i nie istnieje ustawienie odpowiadające całkowitemu otwarciu przepustnicy w silniku o zapłonie iskrowym:
 - charakterystyka eksploatacyjna – wyznaczana przy nominalnym ustawieniu dawki i kąta wyprzedzenia wtrysku paliwa,
 - charakterystyka granicy dymienia, przy wyznaczaniu której ustala się dla każdej prędkości obrotowej optymalny kąt wyprzedzenia wtrysku, a wielkość dawki dobiera się tak, aby zaciemnienie spalin, spowodowane niepełnym spalaniem paliwa, było równe pewnej umownej wartości, nazywanej granicą dymienia,
 - charakterystyka mocy maksymalnej, która podobnie jak dla silników o zapłonie iskrowym odpowiada takiej regulacji układu zasilania, przy której silnik każdorazowo osiąga maksymalną moc. O ile jednak w przypadku silnika o zapłonie iskrowym charakterystyka ta ma praktyczne uzasadnienie, gdyż stosuje się w praktyce takie lub zbliżone regulacje układu zasilania, o tyle w przypadku silnika o zapłonie samoczynnym ma ona znaczenie teoretyczne. Spalanie bowiem odbywa się wówczas z bardzo dużym dymieniem, prowadzącym w krótkim czasie do niesprawności silnika.
 - charakterystyka ekonomiczna, która odpowiada regulacji pompy wtryskowej zapewniającej dla każdej prędkości obrotowej pracę silnika z najmniejszym możliwym jednostkowym zużyciem paliwa. Charakterystyka ta ma również znaczenie teoretyczne, gdyż uzyskuje się moc użyteczną wynoszącą zaledwie 0,6 – 0,8 mocy, jaką można uzyskać przy prawidłowym spalaniu i na ogół tylko nieznacznie zwiększonym jednostkowym zużyciu paliwa.

1. WARUNKI BADAŃ

Badania silników spalinowych na stanowisku badawczym powinny być prowadzone przy zachowaniu następujących podstawowych warunków:

- temperatura cieczy chłodzącej według zaleceń producenta lub 75 – 85 °C w przypadku braku zaleceń,
- temperatura oleju według zaleceń producenta lub 80 – 100 °C w przypadku braku zaleceń,
- temperatura paliwa według zaleceń producenta,
- temperatura spalin według zaleceń producenta,
- pomiary poszczególnych wielkości powinny być przeprowadzane w ustabilizowanych warunkach pracy silnika, tj. gdy moment obrotowy (siła na hamulcu), prędkość obrotowa, temperatura cieczy chłodzącej, oleju i spalin są w zasadzie stałe w czasie co najmniej 1 min,
- pomiary prędkości obrotowej i zużycia paliwa powinny trwać co najmniej 30 s przy pomiarze sterowanym automatycznie oraz co najmniej 60 s przy pomiarze sterowanym ręcznie,
- pomiary momentu obrotowego (siły na hamulcu), zużycia paliwa i temperatury powinny być przeprowadzane jednocześnie, przy czym za wynik przyjmuje się średnią z dwóch stabilnych wartości różniących się od siebie nie więcej niż 2%,
- liczba punktów pomiarowych powinna być dostateczna dla uzyskania, przy wykreślaniu charakterystyk, właściwego kształtu i charakteru przebiegu poszczególnych wykresów.

2. CHARAKTERYSTYKA EKSPLOATACYJNA

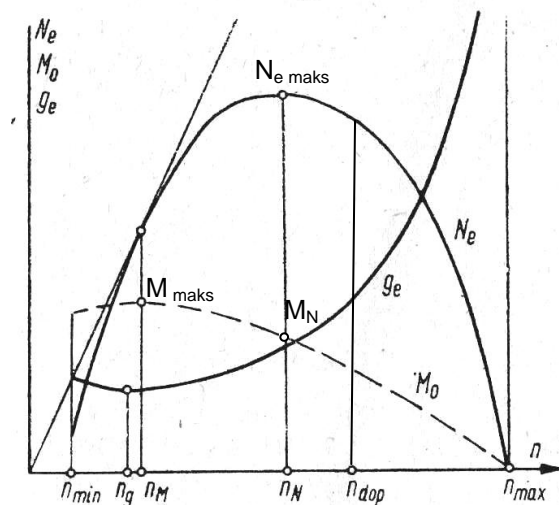
Charakterystyka eksploatacyjna jest podstawową charakterystyką każdego silnika. Przedstawiane są na niej podstawowe parametry pracy silnika takie jak moc użyteczna N_e , moment obrotowy M_e , jednostkowe zużycie paliwa g_e . Jest sporządzana zarówno dla silnika ZI jak i ZS. Przez producentów jest przedstawiana prawie wyłącznie w postaci zależności mocy użytecznej i momentu obrotowego od prędkości obrotowej wału korbowego silnika.

2.1. OKREŚLENIE CHARAKTERYSTYKI

Charakterystyka eksploatacyjna jest wyznaczana przy zmiennej prędkości obrotowej wału korbowego. Stałe jest dawkowanie urządzenia zasilającego. Zmienna prędkość wału korbowego jest uzyskiwana przez odpowiednio zmieniane za pomocą hamulca obciążenie silnika

Typowa charakterystyka eksploatacyjna przedstawia zależność mocy użytecznej N_e , momentu obrotowego M_e i jednostkowego zużycia paliwa g_e od prędkości obrotowej wału korbowego. Na wykres charakterystyki nanosi się zazwyczaj również natężenie zużycia paliwa G_e .

Zależnie od wymagań prowadzonych badań można charakterystykę uzupełnić o np. sprawność użyteczną η_e , średnie ciśnienie użyteczne p_e , temperaturę spalin i ewentualnie inne wielkości.



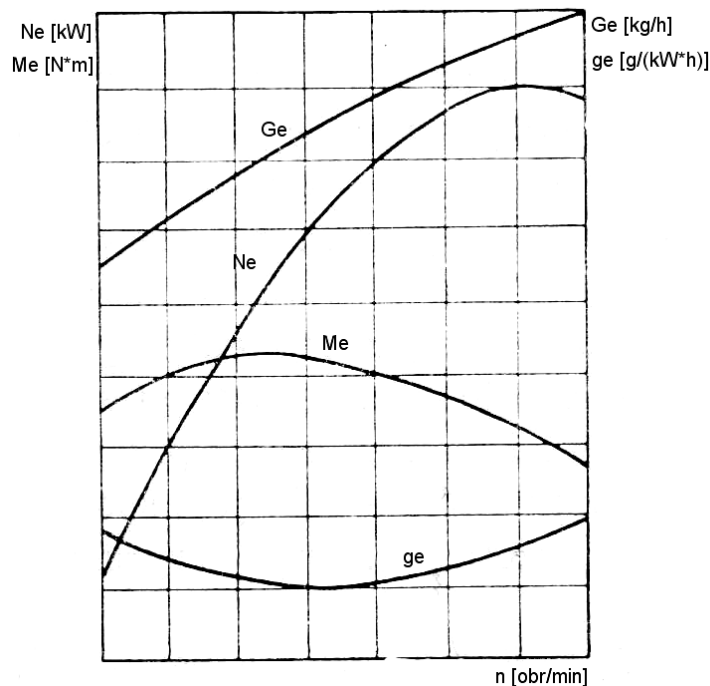
Rys. 1.1. Schemat oznaczeń na charakterystyce eksploatacyjnej

Na charakterystyce eksploatacyjnej przyjęto oznaczać prędkości obrotowe wału korbowego w następujący sposób (rys. 1.1.):

- n_{\min} - prędkość obrotowa minimalna, przy której silnik pracuje stabilnie pod obciążeniem,
- n_M - prędkość obrotowa, przy której silnik osiąga maksimum momentu obrotowego,
- n_g - prędkość obrotowa, przy której silnik osiąga minimum jednostkowego zużycia paliwa,
- n_N - prędkość obrotowa, przy której silnik osiąga maksimum mocy użytecznej (nazywana również prędkością obrotową znamionową i oznaczana n_z),
- n_{dop} - największa dopuszczalna, ze względów konstrukcyjnych i eksploatacyjnych, prędkość obrotowa wału korbowego – wynosi zwykle $1,1 n_N$,
- n_{maks} - prędkość obrotowa, przy której moc użyteczna silnika jest równa zero.

2.2. WARUNKI WYZNACZANIA CHARAKTERYSTYKI

Charakterystyka eksploatacyjna silnika o zapłonie iskrowym (rys. 1.2.) jest wyznaczana przy całkowitym otwarciu przepustnicy, przy normalnej, eksploatacyjnej regulacji składu mieszanki i kąta wyprzedzenia zapłonu oraz przy zmiennej prędkości obrotowej wału korbowego silnika. Skład mieszanki paliwowo - powietrznej jest praktycznie stały, a współczynnik nadmiaru powietrza λ wynosi około jedności. Charakterystyka jest wyznaczana w zakresie roboczych prędkości silnika, tj. od prędkości n_{\min} do n_{dop} (rys. 1.1.).



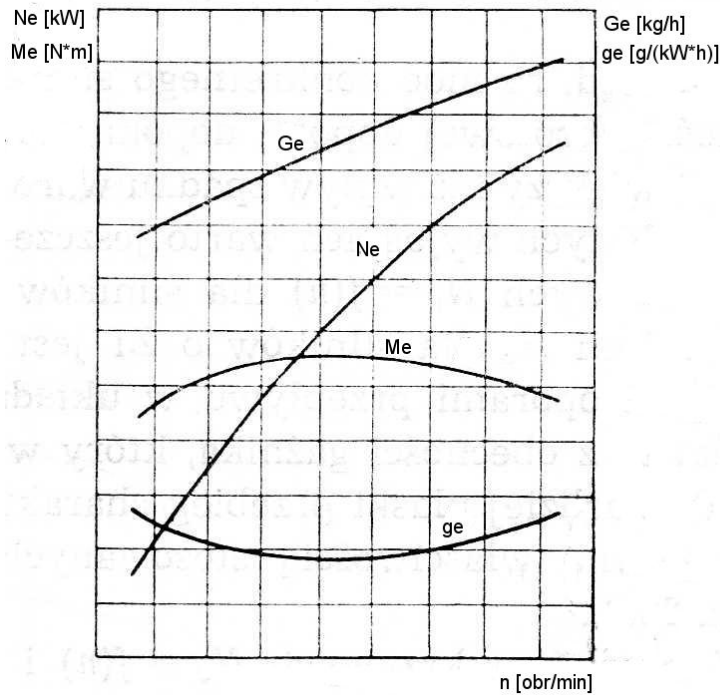
Rys. 1.2. Charakterystyka eksploatacyjna silnika ZI

Charakterystyka eksploatacyjna silnika o zapłonie samoczynnym (rys.1.3.) jest wyznaczana przy eksploatacyjnej regulacji silnika. Oznacza to, że wyznacza się ją przy ustalonych przez wytwórcę następujących parametrach:

- skrajne położenie elementu sterującego dawkowaniem paliwa (np. w przypadku tłoczkowych pomp wtryskowych jest to dopuszczalne wysunięcie listwy zębatej sterującej obrotem tłoczka),
- kąt wyprzedzenia wtrysku.

Charakterystyka jest wyznaczana w zakresie roboczych prędkości silnika, tj. od prędkości n_{\min} do n_{dop} . Prędkość obrotowa n_{\min} jest minimalną prędkością, przy której silnik pracuje stabilnie pod

obciążeniem. Prędkość obrotowa n_{dop} jest największą dopuszczalną prędkością obrotową wału korbowego określoną przez producenta.



Rys. 1.3. Charakterystyka eksploatacyjna silnika ZS

2.3. PRZEBIEG ĆWICZENIA

Przed przystąpieniem do pomiarów należy sprawdzić, czy temperatury cieczy chłodzącej i oleju osiągnęły zalecane wartości i czy silnik jest ustabilizowany cieplnie. Ustala się zakres prędkości obrotowej, w którym będzie sporządzana charakterystyka, rozpiętość pomiarów (co jaką wartość prędkości obrotowej będzie wykonywany pomiar) oraz wartość objętości pomiarowej służącej do wyznaczania zużycia paliwa.

Rejestruje się następujące wielkości:

- prędkość obrotową wału korbowego silnika n [obr/min],
- wskazanie dynamometru P [N] lub wskazanie momentomierza M [N·m] (zależnie od wyposażenia stanowiska na którym są wykonywane pomiary),
- czas zużycia paliwa o ustalonej objętości t [s],
- temperatury cieczy chłodzącej na wejściu do silnika t_{w1} [°C] i na wyjściu z silnika t_{w2} [°C],
- temperaturę oleju t_{ol} [°C],
- ciśnienie oleju p_{ol} [MPa].

Charakterystykę wyznacza się następująco:

1. Po uruchomieniu silnika sprawdzić temperatury cieczy chłodzącej i oleju.
2. Jeśli temperatury są właściwe, to zwiększając stopniowo kąt otwarcia przepustnicy (silnik ZI) lub dawkowanie urządzenia zasilającego (silnik ZS) i równocześnie zwiększając obciążenie silnika, doprowadzić prędkość obrotową wału korbowego do takiej najniższej prędkości, aby przy maksymalnym otwarciu przepustnicy (Silnik ZI) lub skrajnym położeniu elementu sterującego dawkowaniem paliwa (silnik ZS) silnik pracował stabilnie. Dla silników ZI prędkość ta wynosi około 1500 obr/min a dla silników ZS około 900 obr/min lub 1500 obr/min – zależnie od dopuszczalnej maksymalnej prędkości obrotowej wału korbowego silnika.

3. Po ustaleniu prędkości obrotowej i stanu cieplnego silnika, dokonuje się pomiaru czasu zużycia paliwa o ustalonej objętości pomiarowej. W trakcie tego pomiaru rejestruje się pozostałe parametry.

4. Zmniejszając obciążenie, zwiększa się prędkość obrotową o ustaloną wartość.
5. Po ustaleniu się prędkości obrotowej i stanu cieplnego silnika, dokonuje się kolejnego pomiaru.
6. Czynności 4 – 5 powtarza się tak długo, aż wał korbowy osiągnie dopuszczalną prędkość obrotową n_{dop} – dla silników ZI $n_{dop} = 1,1 n_N$.
7. W trakcie pomiarów sporządza się wykres $P = f(n)$ lub $M = f(n)$. Jest to wykres kontrolny, umożliwiający stwierdzenie prawidłowości wykonanych pomiarów.

Wyniki pomiarów można zapisywać w podanej poniżej tabelce:

L.p.	n [obr/min]	P [N]	t [s]	t_{w1} [°C]	t_{w2} [°C]	t_{ol} [°C]	P_{ol} [MPa]
		M [N·m]					

2.4. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów należy wykonać obliczenia, wykorzystując do tego podane poniżej wzory:

- **moment obrotowy** silnika M_e [N·m]

$$M_e = P \cdot l$$

gdzie: P - siła na hamulcu obciążeniowym [N],

l - ramię działania siły [m].

- **moc użyteczna** silnika N_e [kW]

$$N_e = M_e \cdot \omega$$

gdzie: M_e - moment obrotowy silnika [kN·m],

ω - prędkość kątowna wału korbowego silnika [rad/s],

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$$

n - prędkość obrotowa wału korbowego silnika [obr/min].

- **natężenie zużycia paliwa** G [kg/h]

$$G_e = \frac{3,6 \cdot V_p \cdot \rho_p}{t}$$

gdzie: V_p - objętość paliwa zużytego w czasie pomiaru [cm³],

ρ_p - gęstość paliwa [g/cm³],

t - czas pomiaru [s].

- **jednostkowe zużycie paliwa** g [g/(kW·h)]

$$g_e = \frac{G_e \cdot 10^3}{N_e}$$

gdzie: G_e - natężenie zużycia paliwa [kg/h],

N_e - moc silnika [kW].

- **sprawność użyteczna** η_e

$$\eta_e = \frac{3600}{g_e \cdot W_u}$$

gdzie: g_e - jednostkowe zużycie paliwa [g/(kW·h)]

W_u - wartość opałowa paliwa [MJ/kg],

- **współczynnik elastyczności prędkości obrotowej** k_n

$$k_n = \frac{n_N}{n_M}$$

gdzie: n_N – prędkość obrotowa przy mocy maksymalnej (rys. 1.1.),

n_M – prędkość obrotowa przy momencie maksymalnym (rys. 1.1.)

- **współczynnik elastyczności momentu** k_M

$$k_M = \frac{M_{maks}}{M_N}$$

gdzie: M_{maks} – maksymalny moment rozwijany przez silnik,
 M_N – moment przy maksymalnej mocy.

Wyniki obliczeń można zapisać w podanej poniżej tabelce:

L.p.	n [obr/min]	M_e [N·m]	N_e [kW]	G [kg/h]	g g/(kW·h)	η_e

Na podstawie wyników obliczeń należy wykonać wykresy charakterystyki eksploatacyjnej.

2.5. WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wykresów należy:

- wyznaczyć charakterystyczne wartości badanych wielkości takie jak np.: g_{min} , η_{emaks} , N_{maks} , n_N , M_{emaks} , n_M ,
- ocenić kształt wykresów i wynikające z tego skutki,
- ocenić uzyskane wyniki.

2.6. SPRAWOZDANIE

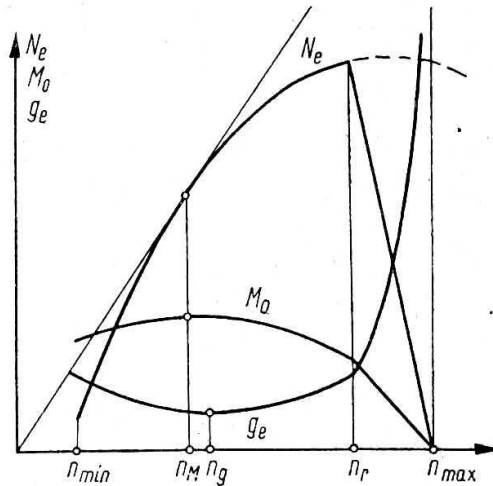
Sprawozdanie powinno zawierać:

1. Określenie charakterystyki eksploatacyjnej.
2. Warunki wyznaczania charakterystyki.
3. Opis sposobu wyznaczania charakterystyki.
4. Wyniki obliczeń.
5. Wykresy.
6. Wnioski i uwagi.

3. CHARAKTERYSTYKA REGULATORSKA SILNIKA O ZAPŁONIE SAMOCZYNNYM

3.1. OKREŚLENIE CHARAKTERYSTYKI

Charakterystyka prędkościowa silnika pracującego z regulatorem prędkości obrotowej jest nazywana charakterystyką regulatorową (rys. 3.1.). Przedstawia te same zależności co charakterystyka eksploatacyjna. Cechą szczególną tej charakterystyki jest gwałtowny spadek mocy i momentu oraz wzrost jednostkowego zużycia paliwa przy maksymalnej prędkości obrotowej. Zakres prędkości obrotowej, w którym występują powyższe zmiany parametrów silnika nazywa się zakresem regulatora.



Rys. 3.1. Charakterystyka prędkościowa regulatorowa

3.2. WARUNKI WYZNACZANIA CHARAKTERYSTYKI

Charakterystyka regulatorowa silnika ZS jest wyznaczana, tak samo jak charakterystyka eksploatacyjna, przy eksploatacyjnej regulacji silnika i w zakresie prędkości od n_{\min} do wartości n_{\max} określonej przez charakterystykę zastosowanego regulatora (rys. 3.1.).

W zakresie prędkości obrotowej od n_{\min} do n_r położenie elementu sterującego dawkowaniem paliwa jest stałe, odpowiadające eksploatacyjnej dawce paliwa, natomiast w zakresie prędkości od n_r do n_{\max} następuje zmiana jego położenia, powodująca stopniowe zmniejszenie dawki eksploatacyjnej do wielkości minimalnej, niezbędnej do pokonania oporów własnych silnika.

3.3. PRZEBIEG ĆWICZENIA

Przed przystąpieniem do pomiarów należy sprawdzić, czy temperatury cieczy chłodzącej i oleju osiągnęły zalecane wartości i czy silnik jest ustabilizowany cieplnie. Ustala się zakres prędkości obrotowej w którym będzie sporządzana charakterystyka, rozpiętość pomiarów (co jaką wartość prędkości obrotowej będzie wykonywany pomiar) oraz wartość objętości pomiarowej służącej do wyznaczania zużycia paliwa.

Przy ustalaniu rozpiętości pomiarów, w zakresie prędkości obrotowej od n_{\min} do n_r wygodnie jest założyć co jaką wartość prędkości obrotowej będą wykonywane pomiary, natomiast w zakresie prędkości od n_r do n_{\max} wygodnie jest ustalić co jaką wartość siły lub momentu będą wykonywane pomiary.

Rejestruje się następujące wielkości:

- prędkość obrotową wału korbowego silnika n [obr/min],
- wskazanie dynamometru P [N] lub wskazanie momentomierza M [N·m] (zależnie od wyposażenia stanowiska na którym są wykonywane pomiary),
- czas zużycia paliwa o ustalonej objętości t [s],
- temperatury cieczy chłodzącej na wejściu do silnika t_{w1} [°C] i na wyjściu z silnika t_{w2} [°C],
- temperaturę oleju t_{ol} [°C],
- ciśnienie oleju p_{ol} [MPa].

Charakterystykę wyznacza się następująco:

1. Po uruchomieniu silnika sprawdzić temperatury cieczy chłodzącej i oleju.
2. Jeśli temperatury są właściwe, to zwiększając stopniowo dawkowanie urządzenia zasilającego i równocześnie zwiększając obciążenie silnika, doprowadzić prędkość obrotową wału korbowego do takiej najniższej prędkości, aby przy skrajnym położeniu elementu sterującego dawkowaniem paliwa silnik pracował stabilnie. Dla silników ZS prędkość ta wynosi około 900 obr/min lub około 2000 obr/min – zależnie od dopuszczalnej maksymalnej prędkości obrotowej wału korbowego.
3. Po ustaleniu prędkości obrotowej i stanu cieplnego silnika, dokonuje się pomiaru czasu zużycia paliwa o ustalonej objętości pomiarowej. W trakcie tego pomiaru rejestruje się pozostałe parametry.
4. Zmniejszając obciążenie, zwiększa się prędkość obrotową o ustaloną wartość.
5. Po ustaleniu się prędkości obrotowej i stanu cieplnego silnika, dokonuje się kolejnego pomiaru.
6. Czynności 4 – 5 powtarza się tak długo, aż wał korbowy osiągnie prędkość obrotową n_r .
7. Zmniejszając obciążenie o ustaloną wartość siły lub momentu zwiększa się prędkość obrotową.
8. Po ustaleniu się prędkości obrotowej i stanu cieplnego silnika, dokonuje się kolejnego pomiaru.
9. Czynności 7 – 8 powtarza się tak długo, aż wał korbowy osiągnie prędkość obrotową n_{maks} . Zazwyczaj dokonuje się 2 – 3 pomiarów dla pośrednich wartości momentu obrotowego lub siły.
10. Ostatni pomiar jest wykonywany dla całkowicie odciążonego silnika przy prędkości obrotowej n_{maks} .
11. W trakcie pomiarów sporządza się wykres $P = f(n)$ lub $M = f(n)$. Jest to wykres kontrolny, umożliwiający stwierdzenie prawidłowości wykonanych pomiarów.

Wyniki pomiarów można zapisywać w podanej poniżej tabelce:

L.p.	n [obr/min]	P [N] M [N·m]	t [s]	t _{w1} [°C]	t _{w2} [°C]	t _{ol} [°C]	P _{ol} [MPa]

3.4. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów należy wykonać obliczenia, wykorzystując do tego wzory podane w punkcie 2.4., a ponadto określić stopień nierównomierności regulatora prędkości obrotowej:

$$\delta = \frac{n_{maks} - n_r}{n_{sr}} 100\%$$

gdzie: $n_{sr} = \frac{n_{maks} + n_r}{2}$

n_{maks} – maksymalna prędkość dla zakresu regulatora,
 n_r – prędkość obrotowa przy której zaczyna działać regulator.

3.5. WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wykresów należy:

- wyznaczyć charakterystyczne wartości badanych wielkości takie jak np.: g_{min} , η_{emaks} , N_{maks} , n_N , M_{emaks} , n_M ,
- ocenić kształt wykresów i wynikające z tego skutki,
- ocenić uzyskane wyniki.

3.6. SPRAWOZDANIE

Sprawozdanie powinno zawierać:

1. Określenie charakterystyki regulatorowej.
2. Warunki wyznaczania charakterystyki.
3. Opis sposobu wyznaczania charakterystyki.
4. Wyniki obliczeń.
5. Wykresy.
6. Wnioski i uwagi.

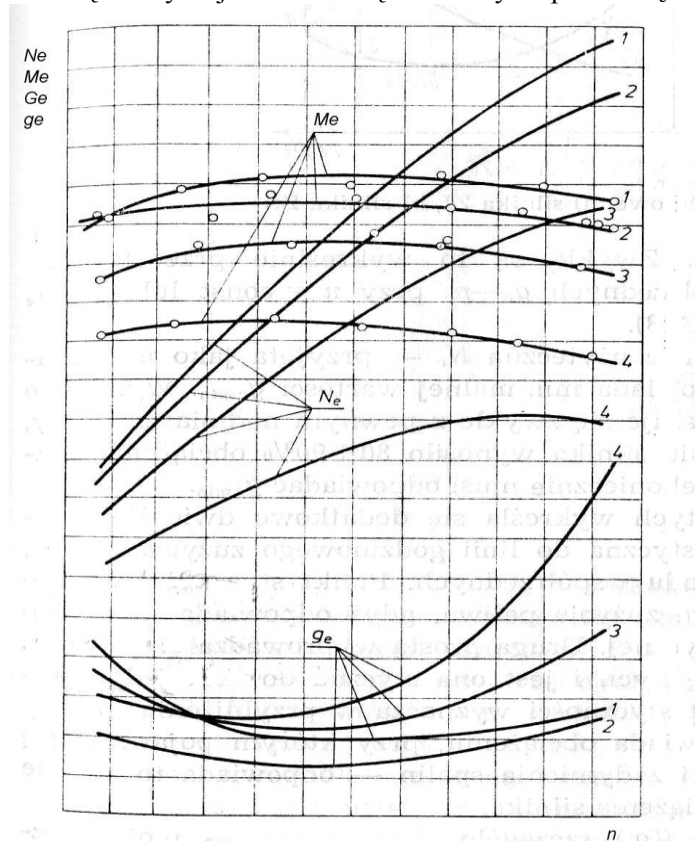
4. CHARAKTERYSTYKA CZĘŚCIOWA

Charakterystyki prędkościowe częściowe są wyznaczone zarówno dla silników o zapłonie iskrowym jak i samoczynnym. Wykonuje się je dla kilku położań przepustnicy (silniki ZI) lub dla kilku częściowych dawek paliwa (silniki ZS). Wykorzystywane są do oceny parametrów pracy silnika, do oceny porównawczej silników.

4.1. OKREŚLENIE CHARAKTERYSTYKI

Charakterystyka częściowa jest wykonywana przy eksploatacyjnych regulacjach silnika, przy stałym częściowym otwarciu przepustnicy lub stałej częściowej dawce paliwa. Zmienna jest prędkość obrotowa wału korbowego.

Typowa charakterystyka częściowa (rys. 4.1.) przedstawia zależność mocy użytecznej N_e , momentu obrotowego M_e i jednostkowego zużycia paliwa g_e od prędkości obrotowej wału korbowego. Na wykres charakterystyki nanosi się zazwyczaj również natężenie zużycia paliwa G_e .



Rys. 4.1. Charakterystyki częściowe

4.2. WARUNKI WYZNACZANIA CHARAKTERYSTYKI

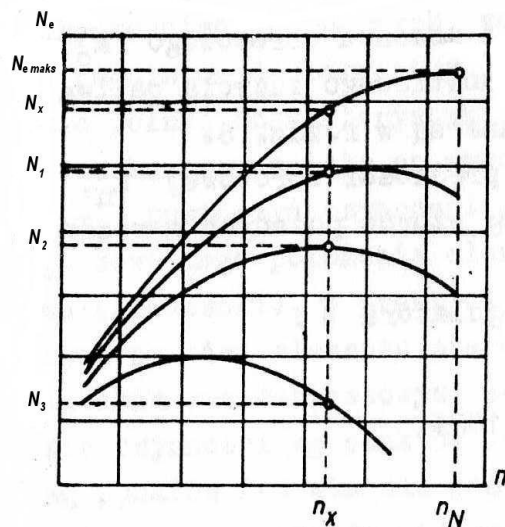
Podczas wyznaczania charakterystyki przy poszczególnych położeniach elementu sterującego dawkowaniem urządzenia zasilającego, parametry regulacyjne pozostają stałe, natomiast zmienna jest prędkość obrotowa wału korbowego wskutek zmiany obciążenia silnika za pomocą hamulca.

Na ogół wyznacza się charakterystyki częściowe przy takich położeniach przepustnicy (silniki ZI) lub elementu sterującego dawkowaniem paliwa (silniki ZS), dla których są spełnione zależności (rys. 4.2.):

$$N_1 = 0,75 N_x, \quad N_2 = 0,5 N_x, \quad N_3 = 0,25 N_x,$$

gdzie: N_x – moc uzyskana przy eksploatacyjnych regulacjach silnika (patrz: charakterystyka eksploatacyjna) przy liczbie obrotów wału korbowego $n_x = 0,75 n_N$,

n_N – prędkość obrotowa mocy maksymalnej (prędkość obrotowa znamionowa).



Rys. 4.2. Charakterystyki mocy częściowych

4.3. PRZEBIEG ĆWICZENIA

Przed przystąpieniem do pomiarów należy sprawdzić, czy temperatury cieczy chłodzącej i oleju osiągnęły zalecane wartości i czy silnik jest ustabilizowany cieplnie. Ustala się zakres prędkości obrotowej w którym będzie sporządzana charakterystyka, rozpiętość pomiarów (co jaką wartość prędkości obrotowej będzie wykonywany pomiar), wartość objętości pomiarowej służącej do wyznaczania zużycia paliwa, położenie elementu sterującego dawkowaniem paliwa, wartość prędkości obrotowej mocy maksymalnej n_N oraz wartość dopuszczalnej prędkości obrotowej, której nie należy przekroczyć podczas pomiarów.

Położenie elementu sterującego dawkowaniem urządzenia zasilającego ustala się następująco:

- zwiększając stopniowo otwarcie przepustnicy (dawkowanie pompy wtryskowej) i równocześnie zwiększając za pomocą hamulca obciążenie silnika, doprowadza się prędkość obrotową do wartości $n_x = 0,75 n_N$ przy całkowitym otwarciu przepustnicy (dopuszczalnym dawkowaniu pompy wtryskowej),
- odczytuje się wskazanie dynamometru P_x lub momentomierza M_x odpowiadające mocy N_x ,
- zmniejszając stopniowo otwarcie przepustnicy i równocześnie zmniejszając obciążenie silnika, doprowadza się silnik do takiego stanu, aby przy prędkości obrotowej n_x dynamometr wskazywał założoną wartość siły np. $0,75 P_x$ (momentomierz – $0,75 M_x$).

Po ustawieniu otwarcia przepustnicy (dawkowania pompy wtryskowej) można przystąpić do wyznaczania charakterystyki. Rejestruje się następujące wielkości:

- prędkość obrotową wału korbowego silnika n [obr/min],
- wskazanie dynamometru P [N] lub wskazanie momentomierza M [N·m] (zależnie od wyposażenia stanowiska na którym są wykonywane pomiary),
- czas szużycia paliwa o ustalonej objętości t [s],
- temperatury cieczy chłodzącej na wejściu do silnika t_{w1} [°C] i na wyjściu z silnika t_{w2} [°C],
- temperaturę oleju t_{ol} [°C],
- ciśnienie oleju p_{ol} [MPa].

Charakterystykę wyznacza się następująco:

1. Przy ustawionym wcześniej otwarciu przepustnicy (dawkowaniu pompy wtryskowej) obciąża się silnik tak, aby osiągnąć taką najniższą prędkość obrotową, przy której silnik pracuje stabilnie.
2. Po ustaleniu się prędkości obrotowej i stanu cieplnego silnika, dokonuje się pomiaru czasu zużycia paliwa o ustalonej objętości pomiarowej. W trakcie tego pomiaru rejestruje się pozostałe parametry.
3. Zmniejszając obciążenie, zwiększa się prędkość obrotową o ustaloną wartość.
4. Po ustaleniu się prędkości obrotowej i stanu cieplnego silnika, dokonuje się kolejnego pomiaru.
5. Dalsze punkty charakterystyki otrzymuje się powtarzając czynności 3 i 4.

6. Na ogół pomiary kończy się wtedy, gdy nastąpi zauważalny spadek mocy. Prędkość obrotowa wału korbowego nie może przekroczyć wartości dopuszczalnej n_{dop} .
7. W trakcie pomiarów sporządza się wykres $P = f(n)$ lub $M = f(n)$. Jest to wykres kontrolny, umożliwiający stwierdzenie prawidłowości wykonanych pomiarów.

Wyniki pomiarów można zapisywać w podanej poniżej tabelce:

L.p.	n [obr/min]	P [N]	t [s]	t_{w1} [°C]	t_{w2} [°C]	t_{ol} [°C]	p_{ol} [MPa]
		M [N·m]					

4.4. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów należy wykonać obliczenia, wykorzystując do tego wzory podane w punkcie 1.5.

Wyniki obliczeń można zapisać w podanej poniżej tabelce:

L.p.	n [obr/min]	M_e [N·m]	N_e [kW]	G [kg/h]	$\frac{g}{(kW \cdot h)}$	η_e

Na podstawie wyników obliczeń należy wykonać wykresy charakterystyki częściowej.

4.5. WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wykresów należy:

- wyznaczyć charakterystyczne wartości badanych wielkości takie jak np.: g_{min} , η_{maks} , N_{maks} , n_N , M_{maks} , n_M ,
- ocenić kształt wykresów i wynikające z tego skutki,
- ocenić uzyskane wyniki.

4.6. SPRAWOZDANIE

Sprawozdanie powinno zawierać:

1. Określenie charakterystyki częściowej.
2. Warunki wyznaczania charakterystyki.
3. Opis sposobu wyznaczania charakterystyki.
4. Wyniki obliczeń.
5. Wykresy.
6. Wnioski i uwagi.