

CHARAKTERYSTYKA OBCIĄŻENIOWA

Charakterystyki obciążeniowe są wyznaczane w ramach klasycznych statycznych badań silników zarówno dla silników o zapłonie iskrowym jak i samoczynnym. Wykorzystywane są do oceny parametrów pracy silników, oceny porównawczej silników, do wyznaczania charakterystyk ogólnych (warstwicowych, uniwersalnych). Wykonuje się je dla kilku wartości prędkości obrotowych z zakresu roboczych prędkości obrotowych silnika. Są to przede wszystkim prędkości: prędkość znamionowa n_N (prędkość obrotowa, przy której występuje moc maksymalna), $0,75 n_N$, n_M (prędkość obrotowa przy której występuje moment maksymalny), a także 50%, 60%, 70%, 80%, 90% prędkości znamionowej. Jeśli charakterystyki będą wykorzystane do wyznaczenia charakterystyki ogólnej, wykonuje się je zwykle w zakresie roboczych prędkości obrotowych silnika z krokiem co 100 obr/min, zmniejszając krok w miejscach niejednoznacznych przebiegów krzywych na charakterystyce ogólnej.

1. OKREŚLENIE CHARAKTERYSTYKI

Charakterystyka obciążeniowa jest wykonywana przy stałej prędkości obrotowej wału korbowego silnika. Zmienne jest dawkowanie urządzenia zasilającego. Stała prędkość obrotowa wału korbowego jest utrzymywana przez odpowiednio zmieniane za pomocą hamulca obciążenie silnika.

Typowa charakterystyka obciążeniowa przedstawia zależność natężenia zużycia paliwa G_e oraz jednostkowego zużycia paliwa g_e od obciążenia silnika przedstawianego jako moc użyteczna N_e , moment obrotowy M_e lub ciśnienie użyteczne p_e .

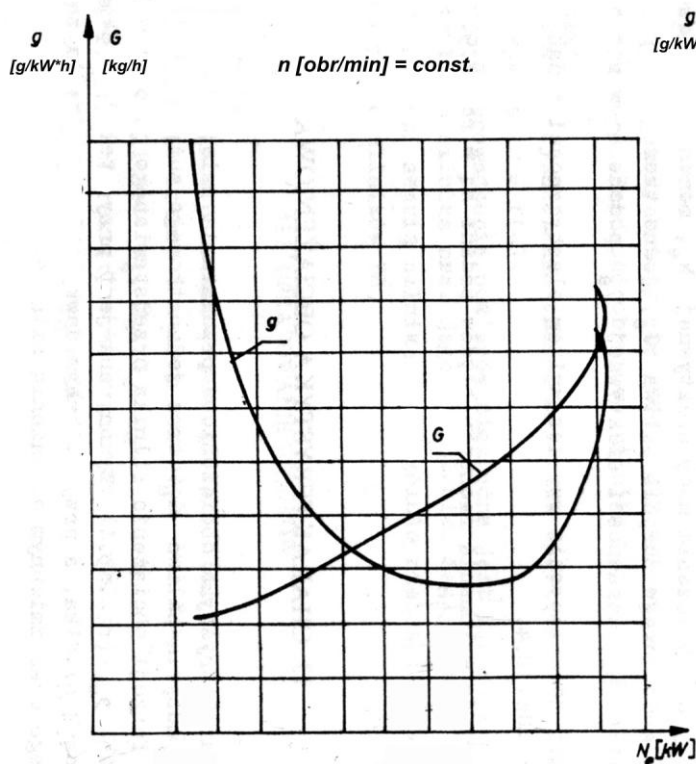
Zależnie od wymagań prowadzonych badań można charakterystykę uzupełnić o np.: sprawność ogólną η_e , zawartość w spalinach tlenku węgla C_{CO} , dwutlenku węgla C_{CO_2} węglowodorów C_{HC} , tlenków azotu C_{NO_x} , cząstek stałych C_{PM} oraz o stopień zadymienia spalin D . W przypadku silników o zapłonie samoczynnym może to być również współczynnik nadmiaru powietrza λ oraz wielkość dawki (ilość) wtryskiwanego paliwa.

2. WARUNKI WYZNACZANIA CHARAKTERYSTYKI

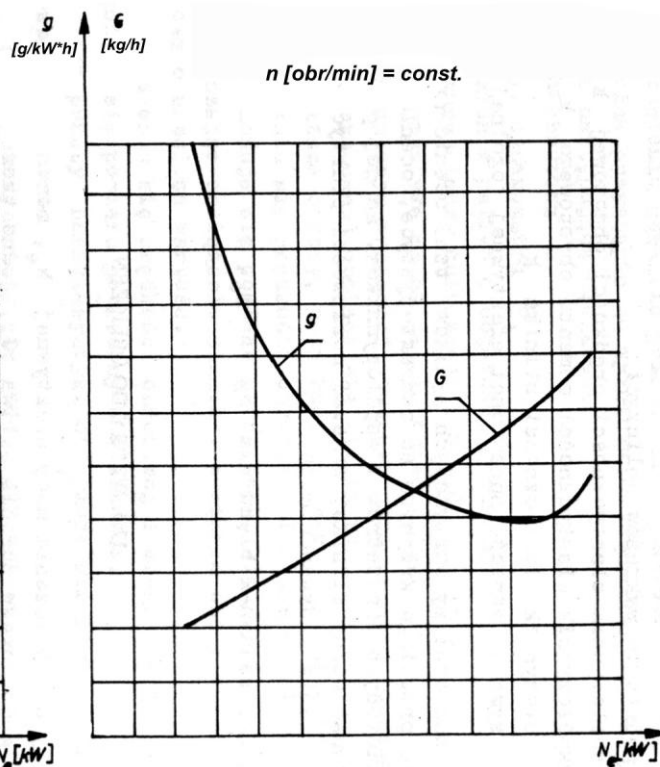
Charakterystyka obciążeniowa silnika o zapłonie iskrowym (patrz rys. 2) jest wyznaczana przy eksploatacyjnej regulacji silnika (patrz charakterystyka szybkościowa eksploatacyjna). Zmienne dawkowanie urządzenia zasilającego, a więc zmianę ilości mieszanki paliwowo -

powietrznej, uzyskuje się przez zmianę kąta otwarcia przepustnicy. Skład mieszanki paliwowo - powietrznej praktycznie jest stały, a współczynnik nadmiaru powietrza λ wynosi około jedności.

Charakterystyka obciążeniowa silnika o zapłonie samoczynnym wyznaczana jest przy eksploatacyjnej regulacji kąta wyprzedzenia wtrysku. Uzyskanie pełnego zakresu charakterystyki (patrz rys. 1) jest możliwe tylko wtedy, gdy do silnika może być podana dawka paliwa znacznie przekraczająca dawkę odpowiadającą regulacji eksploatacyjnej.



Rys. 1 Charakterystyka obciążeniowa silnika o zapłonie samoczynnym



Rys.2 Charakterystyka obciążeniowa silnika o zapłonie iskrowym

Regulacja eksploatacyjna jest dobierana tak, aby maksymalna dawka paliwa podawana do silnika uniemożliwiła w całym zakresie pracy silnika osiągnięcie parametrów przekraczających obowiązujące normy. W przypadku silników wykorzystywanych w maszynach roboczych zapewnia również dostosowanie parametrów silnika do przewidywanych wymagań eksploatacyjnych.

Zmianę ilości paliwa (wielkość dawki) wtryskiwanego do silnika uzyskuje się przez zmianę położenia elementu sterującego wielkością dawki (np. listwa zębata w przypadku tłoczkowych pomp wtryskowych). Przy ustalonej prędkości obrotowej silnika ilość powietrza wpływającego do cylindrów jest stała. Skład mieszaniny paliwowo - powietrznej wytworzonej w cylindrach silnika jest zatem zmienny. Zmienny jest zatem również współczynnik nadmiaru powietrza λ .

W miarę zwiększania ilości wtryskiwanego paliwa warunki spalania zmieniają się. Jeśli do silnika może być wtryskiwana dawka paliwa znacznie większa od dawki eksploatacyjnej, to parametry silnika osiągną wartości przekraczające dopuszczalne normy mimo wzrostu rozwijanej przez silnik mocy lub momentu. Dalsze zwiększanie dawki paliwa spowoduje jeszcze wzrost mocy lub momentu aż do wartości maksymalnej, aby po przekroczeniu pewnej ilości paliwa spowodować spadek mocy lub momentu rozwijanego przez silnik.

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 wartość prędkości obrotowej, przy której będzie sporządzana charakterystyka, rozpiętość pomiarów (co jaką wartość obciążenia będzie wykonywany pomiar) oraz wartość objętości pomiarowej służącej do wyznaczenia zużycia paliwa. Należy ustalić taką rozpiętość pomiarów, aby w przewidywanym zakresie obciążenia wykonać pomiary dla 8 - 10 punktów.

Rejestruje się następujące wielkości:

- wskazanie dynamometru P [N],
- czas spalania paliwa o ustalonej objętości pomiarowej 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, doprowadzić silnik do ustalonej prędkości obrotowej zmieniając dawkowanie urządzenia zasilającego i minimalnie obciążając go za pomocą hamulca.
2. Po ustaleniu się prędkości obrotowej i stanu cieplnego silnika dokonać pomiarów.
3. Zwiększając dawkowanie urządzenia zasilającego, należy równocześnie zwiększać obciążenie silnika za pomocą hamulca tak, aby po osiągnięciu ustalonego wcześniej przyrostu momentu obrotowego, prędkość obrotowa silnika była równa ustalonej.
4. Po ustaleniu się prędkości obrotowej i stanu cieplnego silnika dokonać pomiarów.
5. Dalsze punkty charakterystyki otrzymuje się powtarzając czynności opisane w punktach 3 i 4.
6. W trakcie wykonywania pomiarów sporządza się wykres kontrolny godzinowego zużycia paliwa od obciążenia.
7. Pomiary zostają zakończone, gdy:
 - a) silnik o zapłonie iskrowym - przepustnica zostanie maksymalnie otwarta,
 - b) silnik o zapłonie samoczynnym - na wykresie kontrolnym, po osiągnięciu maksymalnej wartości, nastąpi spadek wartości obciążenia. Jeśli dawkowanie pompy wtryskowej jest zmieniane tylko w zakresie dawki eksploatacyjnej, co ma zwykle miejsce w przypadku ćwiczeń laboratoryjnych, to pomiary zostają zakończone po osiągnięciu tej dawki.

Wyniki pomiarów można zapisywać w podanej poniżej tabelce:

Prędkość obrotowa silnika: $n = \dots\dots\dots$ obr/min

L.p.	P [N]	t [s]	t_{w1} [°C]	t_{w2} [°C]	t_{ol} [°C]	ρ_{ol} [MPa]

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]

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

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)]

$$g = \frac{G \cdot 10^3}{N_e}$$

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

N_e - moc silnika [kW].

- **sprawność ogólna** 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].

Wyniki obliczeń można zapisać w podanej poniżej tabelce:

Prędkość obrotowa silnika: $n = \dots\dots\dots$ obr/min

L.p.	M_e [Nm]	N_e [kW]	G [kg/h]	g [g/(kW·h)]	η_e

Na podstawie wyników obliczeń należy wykonać wykresy charakterystyki obciążeniowej.

5. WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wykresów należy:

- wyznaczyć charakterystyczne wartości badanych wielkości takie jak np.: g_{min} , η_{emax} , N_{emax} , M_{emax} ,
- ocenić kształt wykresów i wynikające z tego skutki,
- dokonać porównania charakterystyk wykonanych dla różnych prędkości obrotowych,
- przedstawić uwagi o wynikach.

6. SPRAWOZDANIE

Sprawozdanie powinno zawierać:

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