

SILNIKI I MASZYNY ENERGETYCZNE NIEELEKTRYCZNE	NORMA BRANŻOWA	BN-79
	Silniki samochodowe Badania stanowiskowe Wykonywanie charakterystyk	1374-03
		Zamiast BN-70/1374-01 ¹⁾
		Grupa katalogowa V 29

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy jest wykonywanie charakterystyk samochodowych silników spalinyowych tłokowych, z wyjątkiem silników z tłokiem swobodnym.

1.2. Określenia

1.2.1. Parametry pracy silnika – wielkości charakteryzujące pracę silnika.

Podstawowe parametry pracy silnika podane są w tabl.1. W zależności od potrzeb określa się przy wykonywaniu charakterystyk również pomocnicze parametry pracy silnika podane przykładowo w tabl. 2.

Tablica 1

Lp.	Nazwa parametru	Oznaczenie (symbol)	Jednostka miary
1	Moc użyteczna	N_e	kW
2	Moment obrotowy	M_o	N · m
3	Średnie ciśnienie użyteczne	p_e	kPa
4	Prędkość obrotowa	n	obr/min
5	Godzinowe zużycie paliwa	G_e	kg/h
6	Jednostkowe zużycie paliwa	g_e	g/(kW · h)

Tablica 2.

Lp.	Nazwa parametru	Oznaczenie (symbol)	Jednostka miary
1	Temperatura za sprężarką	t_{dz}	°C
2	Temperatura doładowania	t_d	
3	Temperatura spalin	t_{sp}	
4	Zadymienie spalin	D	o _B ¹⁾
5	Ciśnienie dolotu	p_s	Pa
6	Ciśnienie za sprężarką	p_{dz}	
7	Ciśnienie doładowania	p_d	

¹⁾ Przy stosowaniu dymomierza firmy Bosch lub inna jednostka miary w zależności od metody pomiaru.

¹⁾ W zakresie charakterystyki uniwersalnej, wzorów obliczeniowych i wzorów charakterystyk.

1.2.2. Charakterystyka silnika – graficzne przedstawienie wzajemnych zależności poszczególnych parametrów pracy silnika.

1.2.3. Charakterystyka prędkościowa – charakterystyka przedstawiająca zależność wybranych parametrów pracy silnika od prędkości obrotowej silnika.

1.2.4. Charakterystyka zewnętrzna – charakterystyka prędkościowa przedstawiająca zależność mocy użytecznej N_e , momentu obrotowego M_o (średniego ciśnienia użytecznego p_e), godzinowego G_e i jednostkowego zużycia paliwa g_e od prędkości obrotowej n przy całkowicie otwartej przepustnicy w silniku z zapłonem iskrowym lub przy skrajnym ustawieniu dźwigni sterowania, odpowiadającym pełnej dawce paliwa w silniku z zapłonem samoczynnym.

Charakterystyka może dodatkowo przedstawiać zależność innych parametrów pracy silnika od prędkości obrotowej, a w szczególności temperatury t_{sp} i zadymienia spalin D silnika z zapłonem samoczynnym.

1.2.5. Charakterystyka mocy częściowej – charakterystyka prędkościowa przedstawiająca zależność parametrów wg 1.2.4 przy założonym, częściowym otwarciu przepustnicy w silniku z zapłonem iskrowym lub pośrednim ustawieniu dźwigni sterowania w silniku z zapłonem samoczynnym.

1.2.6. Charakterystyka biegu luzem – charakterystyka prędkościowa przedstawiająca zależność godzinowego zużycia paliwa G_l ²⁾ od prędkości obrotowej n przy pracy silnika bez oddawania mocy użytecznej (bez obciążenia zewnętrznego).

1.2.7. Charakterystyka mocy maksymalnej – charakterystyka prędkościowa przedstawiająca zależność parametrów wg 1.2.4 w silniku z zapłonem iskrowym przy położeniu przepustnicy, regulacji gaźnika i zapłonu, zapewniających każdorazowo uzyskanie mocy maksymalnej.

1.2.8. Charakterystyka granicy dymienia – charakterystyka prędkościowa przedstawiająca zależność paramet-

²⁾ Godzinowe zużycie paliwa przy prędkości obrotowej biegu luzem

Zgłoszona przez Przemysłowy Instytut Motoryzacji
Ustanowiona przez 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)

trów wg 1.2.4 w silniku z zapłonem samoczynnym przy położeniu dźwigni sterowania, odpowiadającym każdorazowo granicy dymienia.

1.2.9. Charakterystyka ogólna (uniwersalna) – charakterystyka prędkościowa przedstawiająca w układzie współrzędnych średnie ciśnienie użyteczne p_e (moment obrotowy M_o) – prędkość obrotowa n , krzywe stałej mocy użytecznej N_e (mocy jednostkowej $\frac{N_e}{V_{ss}}$) i stałego jednostkowego zużycia paliwa g_e oraz krzywą średniego ciśnienia użytecznego p_e (momentu obrotowego M_o), odpowiadającą charakterystyce zewnętrznej.

Charakterystyka może dodatkowo przedstawiać krzywe stałych wartości innych parametrów pracy silnika, a w szczególności temperatur t_{sp} i zadymienia spalin D oraz krzywą średniego ciśnienia użytecznego (momentu obrotowego) odpowiadającą charakterystyce granicy dymienia silnika z zapłonem samoczynnym.

1.2.10. Charakterystyka obciążeniowa – charakterystyka przedstawiająca zależność wybranych parametrów pracy silnika od jego obciążenia.

1.2.11. Charakterystyka obciążeniowa (typowa) – charakterystyka przedstawiająca zależność godzinowego G_e i jednostkowego zużycia paliwa g_e od mocy użytecznej N_e (momentu obrotowego M_o , średniego ciśnienia użytecznego p_e) przy zależnej prędkości obrotowej n .

Charakterystyka może dodatkowo przedstawiać zależność innych parametrów pracy silnika od mocy użytecznej, a w szczególności temperatury t_{sp} i zadymienia spalin D silnika z zapłonem samoczynnym.

1.2.12. Charakterystyka regulatorowa – charakterystyka obciążeniowa przedstawiająca zależność prędkości obrotowej n momentu obrotowego M_o , godzinowego G_e i jednostkowego zużycia paliwa g_e od mocy użytecznej N_e w zakresie działania regulatora prędkości obrotowej.

1.2.13. Charakterystyka regulacyjna – charakterystyka przedstawiająca zależność wybranych parametrów pracy silnika od wielkości regulowanej.

1.2.14. Charakterystyka kąta wyprzedzania zapłonu (wtrysku) – charakterystyka regulacyjna przedstawiająca zależność mocy użytecznej N_e (momentu obrotowego M_o , średniego ciśnienia użytecznego p_e) i jednostkowego zużycia paliwa g_e od kąta wyprzedzenia zapłonu α_{wz} (wtrysku α_{ww}) przy założonym godzinowym zużyciu paliwa G_e i założonej prędkości obrotowej n .

Charakterystyka może dodatkowo przedstawiać zależność innych parametrów pracy silnika od kąta wyprzedzenia zapłonu (wtrysku), a w szczególności temperatury t_{sp} i zadymienia spalin D silnika z zapłonem samoczynnym.

1.2.15. Charakterystyka składu mieszanki – charakte-

rystyka regulacyjna przedstawiająca zależność mocy użytecznej N_e (momentu obrotowego M_o , średniego ciśnienia użytecznego p_e) i jednostkowego zużycia paliwa g_e od godzinowego zużycia G_e (regulacji gaźnika) w silniku z zapłonem iskrowym przy założonym położeniu przepustnicy i założonej prędkości obrotowej n oraz przy zmiennym kącie wyprzedzenia zapłonu α_{wz} , zapewniającym każdorazowo uzyskanie mocy maksymalnej.

Charakterystyka może dodatkowo przedstawiać zależność innych parametrów pracy silnika od godzinowego zużycia paliwa.

1.2.16. Charakterystyka ciśnienia wtrysku – charakterystyka regulacyjna przedstawiająca zależność mocy użytecznej N_e (momentu obrotowego M_o , średniego ciśnienia użytecznego p_e) i jednostkowego zużycia paliwa g_e od ciśnienia wtrysku p_{wt} w silniku z zapłonem samoczynnym, przy założonym godzinowym zużyciu paliwa G_e i założonej prędkości obrotowej n .

Charakterystyka może dodatkowo przedstawiać zależność innych parametrów pracy silnika od ciśnienia wtrysku, a w szczególności temperatury t_{sp} i zadymienia spalin D .

2. OGÓLNE ZASADY WYKONYWANIA CHARAKTERYSTYK

2.1. Warunki pomiarów. Pomiaru powinny być prowadzone przy zachowaniu następujących warunków, jeżeli ze specyfiki badań nie wynikają inne wymagania:

a) temperatura zasysania i ciśnienie otoczenia powinny być maksymalnie zbliżone do wartości normalnych w celu uzyskania jak najmniejszego współczynnika korekcji wg PN-78/S-02005,

b) pomiary poszczególnych wielkości powinny być przeprowadzane w ustabilizowanych warunkach pracy silnika, to jest gdy moment obrotowy (siła obciążająca), prędkość obrotowa, temperatura cieczy chłodzącej, powietrza chłodzącego, oleju i spalin są w zasadzie stałe przez co najmniej 1 min,

c) prędkość obrotowa wału korbowego nie powinna zmieniać się w czasie pomiarów więcej niż w granicach $\pm 1\%$ lub ± 10 obr/min od wartości założonej, przy czym przyjmuje się większą z tych granic,

d) pomiary prędkości obrotowej i zużycie paliwa powinny trwać co najmniej 30 s przy pomiarze sterowanym automatycznie oraz co najmniej 60 s przy pomiarze sterowanym ręcznie,

e) pomiary momentu obrotowego (siły obciążającej), zużycie paliwa i temperatury zasysania powinny być przeprowadzane jednocześnie, przy czym za wynik przyjmuje się średnią z dwóch stabilnych wartości różniących się od siebie nie więcej niż o 2%,

f) liczba punktów pomiarowych powinna być dostateczna dla uzyskania, przy wykreślaniu charakterystyk, właściwego kształtu i charakteru przebiegu poszczególnych wykresów; w okolicy ekstremów i innych charakterystycznych miejsc krzywych, punkty pomiarowe powinny być zagęszczone.

2.2. Wzory obliczeniowe

2.2.1. Moment obrotowy M_o oblicza się w N · m wg wzoru

$$M_o = 716,2 \cdot \frac{P}{K} \quad (1)$$

lub

$$M_o = 9549,3 \cdot \frac{N_e}{n} \quad (2)$$

w których:

P – siła obciążająca, N,

$K = \frac{716,2}{l}$ – stała hamulca (l – ramię siły obciążającej, m),

N_e – moc użyteczna, kW,

n – prędkość obrotowa, obr/min.

W przypadku stosowania korekcji należy do wzoru (1) wstawić współczynnik korekcji, a do wzoru (2) – moc użyteczną korygowaną wg PN-78/S-02005.

2.2.2. Moc użyteczna. Moc użyteczną N_e oblicza się w kW wg wzoru

$$N_e = 0,075 \cdot \frac{P \cdot n}{K} \quad (3)$$

lub

$$N_e = \frac{M_o \cdot n}{9549,3} \quad (4)$$

w których:

P – siła obciążająca, N,

n – prędkość obrotowa, obr/min,

$K = \frac{716,2}{l}$ – stała hamulca (l – ramię siły obciążającej, m),

M_o – moment obrotowy, N · m.

W przypadku stosowania korekcji należy do wzoru (3) wstawić współczynnik korekcji, a do wzoru (4) – moment obrotowy korygowany wg PN-78/S-02005.

2.2.3. Godzinowe zużycie paliwa G_e (G_l) oblicza się w kg/h wg wzorów

a) dla metody objętościowej pomiaru zużycia paliwa

$$G_e = \frac{3,6 \cdot \Delta V \cdot \rho}{t} \quad (5)$$

lub

$$G_e = \frac{0,06 \cdot \Delta V \cdot \rho \cdot n}{U} \quad (6)$$

w których:

ΔV – objętość pomiarowej dawki paliwa, cm³,

ρ – gęstość paliwa, g/cm³,

t – czas zużycia pomiarowej dawki paliwa, s,

n – prędkość obrotowa, obr/min,

U – liczba obrotów wykonana przez silnik w czasie zużycia pomiarowej dawki paliwa, obr,

b) dla metody masowej (wagowej) pomiaru zużycia paliwa

$$G_e = \frac{3,6 \cdot 10^3 \cdot \Delta m}{t} \quad (7)$$

lub

$$G_e = \frac{60 \cdot \Delta m \cdot n}{U} \quad (8)$$

w których:

Δm – masa pomiarowej dawki paliwa, kg,

t – czas zużycia pomiarowej dawki paliwa, s,

n – prędkość obrotowa, obr/min,

U – liczba obrotów wykonana przez silnik w czasie zużycia pomiarowej dawki paliwa, obr.

W przypadku stosowania korekcji należy

– dla silników z zapłonem iskrowym (gaźnikowych) wstawić do wzorów współczynnik korekcji wg PN-78/S-02005;

– dla silników z zapłonem samoczynnym korekcji nie przeprowadza się.

2.2.4. Jednostkowe zużycie paliwa g_e oblicza się w g) (kW · h) wg wzoru

$$g_e = \frac{G_e}{N_e} \cdot 10^3 \quad (9)$$

w którym:

G_e – godzinowe zużycie paliwa, kg/h,

N_e – moc użyteczna, kW.

W przypadku stosowania korekcji należy:

– dla silników z zapłonem samoczynnym wstawić do wzoru godzinowe zużycie paliwa niekorygowane, a moc użyteczną korygowaną wg PN-78/S-02005,

– dla silników z zapłonem iskrowym (gaźnikowych) korekcji nie przeprowadza się.

2.2.5. Średnie ciśnienie użyteczne p_e oblicza się w kPa wg wzoru

$$p_e = \frac{3,14 \cdot \tau \cdot M_o}{V_{ss}} \quad (10)$$

lub

$$p_e = \frac{3 \cdot 10^4 \cdot \tau \cdot N_e}{V_{ss}} \quad (11)$$

w których:

τ – liczba suwów silnika,

M_o – moment obrotowy, N · m,

V_{ss} – pojemność skokowa silnika, dm³,

N_e – moc użyteczna, kW,

n – prędkość obrotowa, obr/min.

W przypadku stosowania korekcji należy do wzoru (10) wstawić moment obrotowy, a do wzoru (11) moc użyteczną, korygowane wg PN-78/S-02005.

2.3. Wykreślanie charakterystyk. Krzywe parametrów zasadniczych dla danej charakterystyki, wykreślane w pierwszej kolejności, powinny stanowić wynik interpolacji graficznej punktów pomiarowych. Krzywe parametrów pochodnych przeprowadza się przez punkty obliczone na podstawie wykreślonych już krzywych parametrów zasadniczych. Liczba i rozmieszczenie punktów obliczonych powinny spełniać wymagania dla punktów pomiarowych wg 2.1f).

Krzywe poszczególnych parametrów powinny być w miarę możliwości umiejscowione tak, aby się nie przecinały i nie zaciemniały obrazu całej charakterystyki.

W zależności od rodzaju badań i przeznaczenia charakterystyki:

- wykreśla się krzywe parametrów niekorygowanych lub korygowanych bądź też obie krzywe,
- pozostawia się lub usuwa punkty pomiarowe naniesione w celu interpolacji graficznej.

Opis charakterystyki powinien obejmować:

- nazwę charakterystyki,
- określenie badanego silnika - producent, typ, nr,
- wyposażenie silnika - netto (brutto) wg PN-78/S-02005 lub dostosowane do specyfiki przeprowadzanych badań,
- temperaturę zasysania,
- ciśnienie otoczenia,
- współczynnik korekcji wg PN-78/S-02005 lub informację o niestosowaniu korekcji,
- dane uzależnione od rodzaju charakterystyki, jak np. założoną prędkość obrotową, założone położenie przepustnicy (dźwigni sterowania),
- inne dane istotne dla wyników pomiarów,
- skale wartości poszczególnych parametrów oznaczone odpowiednimi symbolami z podaniem jednostek miar,
- oznaczenie każdej krzywej symbolem literowym danego parametru,
- zaznaczone w zależności od potrzeby punkty charakterystyczne poszczególnych krzywych,
- datę wykonania charakterystyki,
- wykonawcę charakterystyki.

3. WYKONANIE CHARAKTERYSTYK PRĘDKOŚCIOWYCH

3.1. Wykonanie charakterystyki zewnętrznej. Pomiary przeprowadza się przy całkowicie otwartej przepustnicy w silniku z zapłonem iskrowym lub przy skrajnym ustawieniu dźwigni sterowania, odpowiadającym pełnej dawce paliwa w silniku z zapłonem samoczynnym i różnych obciążeniach silnika.

Pomiary niezbędne do wykreślenia charakterystyki obejmują:

- prędkość obrotową n ,
- siłę obciążającą P ,
- zużycie paliwa określone przez czas t lub liczbę obrotów silnika U odpowiadającą zużyciu pomiarowej dawki paliwa o objętości ΔV (masie Δm).

Warunki pomiarów - wg 2.1.

Na podstawie wyników pomiarów oblicza się dla poszczególnych prędkości obrotowych n moment obrotowy M_o i godzinowe zużycie paliwa G_e wg wzoru (1) i (5), (6) (7) lub (8) oraz wykreśla się krzywe $M_o = f(n)$ i $G_e = f(n)$. Następnie na podstawie wykreślonych już krzywych oblicza się parametry pochodne - moc użyteczną N_e i jednostkowe zużycie paliwa g_e wg wzorów (4) i (9) oraz przeprowadza się krzywe $N_e = f(n)$ i $g_e = f(n)$. Charakterystyka powinna być wykreślona zgodnie z 2.3. Wzór charakterystyki przedstawiono na rys. 1.

W przypadku gdy zachodzi potrzeba podania w charakterystyce dodatkowych parametrów pracy silnika, to odpowiednie pomiary przeprowadza się równoległe z powyższymi, a krzywe wykreśla się na podstawie uzyskanych wyników, w funkcji prędkości obrotowej.

Dla silników wyposażonych w regulator prędkości obrotowej wykonuje się charakterystykę zewnętrzną z gałęzią regulatorową. Sposób postępowania - jak podano wyżej, z tym że w zakresie działania regulatora pomiary przeprowadza się przy różnych obciążeniach silnika i samoczynnie zmienianych przez regulator różnych położeniach przepustnicy w silniku z zapłonem iskrowym lub różnych dawkach paliwa w silniku z zapłonem samoczynnym. Wzór charakterystyki przedstawiono na rys. 2.

3.2. Wykonanie charakterystyki mocy częściowej. Pomiary przeprowadza się przy założonym, częściowym otwarciu przepustnicy w silniku z zapłonem iskrowym lub przy pośrednim ustawieniu dźwigni sterowania w silniku z zapłonem samoczynnym i różnych obciążeniach silnika.

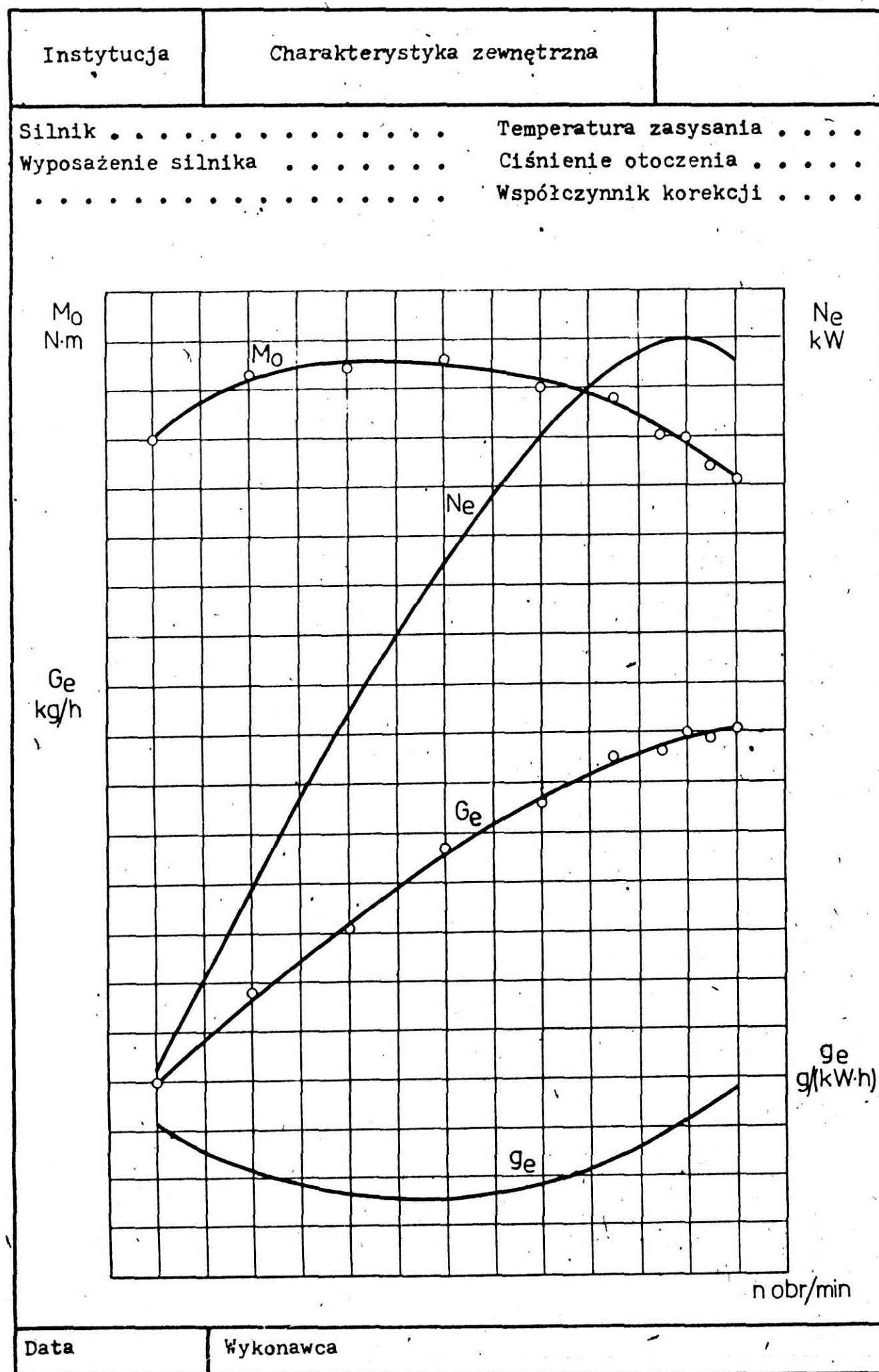
Dalsze postępowanie - wg 3.1.

Wzór charakterystyki przedstawiono na rys. 3.

Charakterystyki w zasadzie nie wykonuje się dla silników wyposażonych w wielozakresowy regulator prędkości obrotowej.

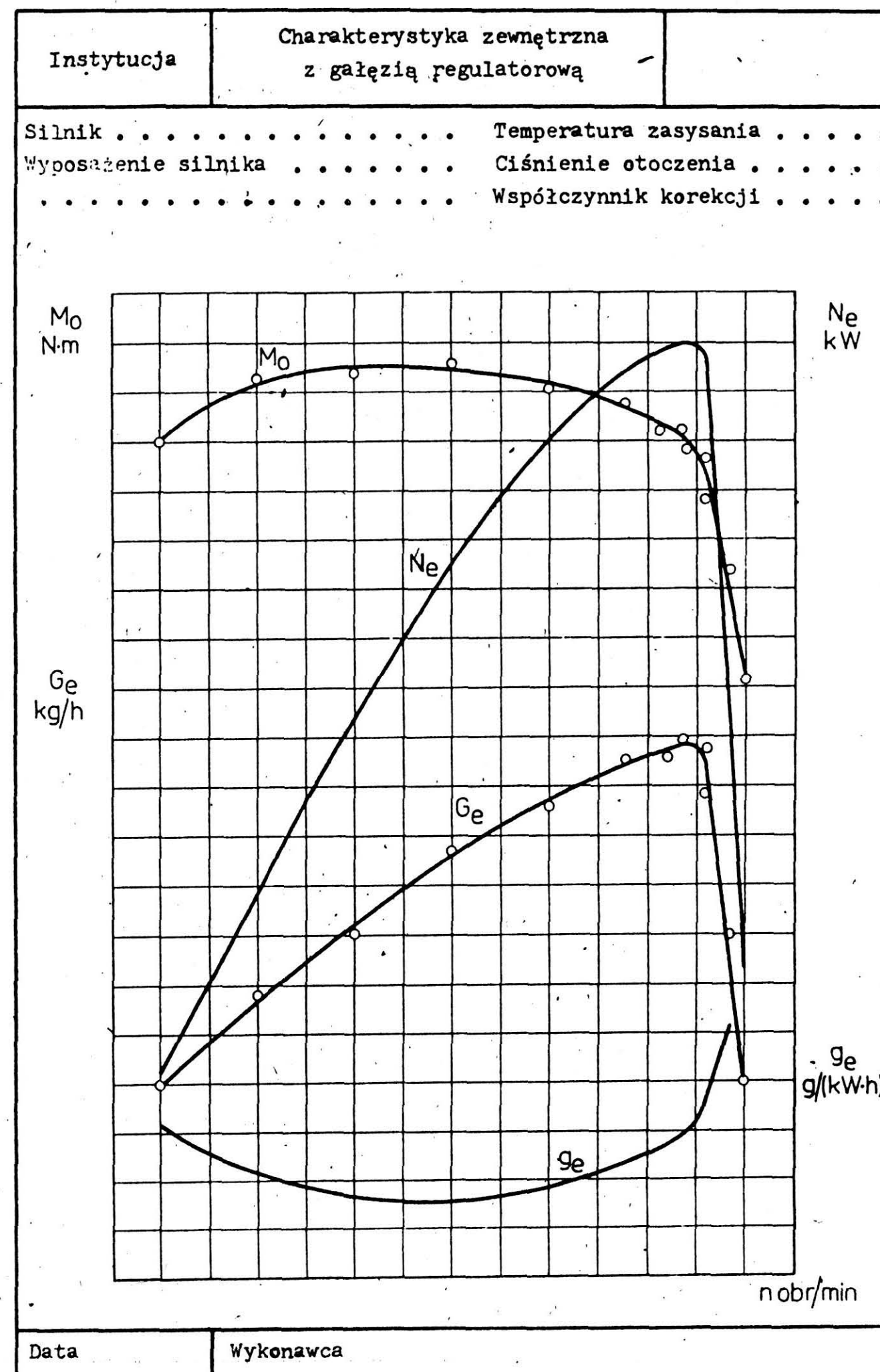
W celu uzyskania pełnego obrazu pracy silnika wykonuje się szereg charakterystyk przy założonych, różnych położeniach przepustnicy (dźwigni sterowania).

3.3. Wykonanie charakterystyki biegu luzem. Pomiary przeprowadza się przy różnych położeniach przepustnicy w silniku z zapłonem iskrowym lub dźwigni sterowania w silniku z zapłonem samoczynnym, bez obciążenia zewnętrznego silnika (hamulec dynamometryczny odłączony).



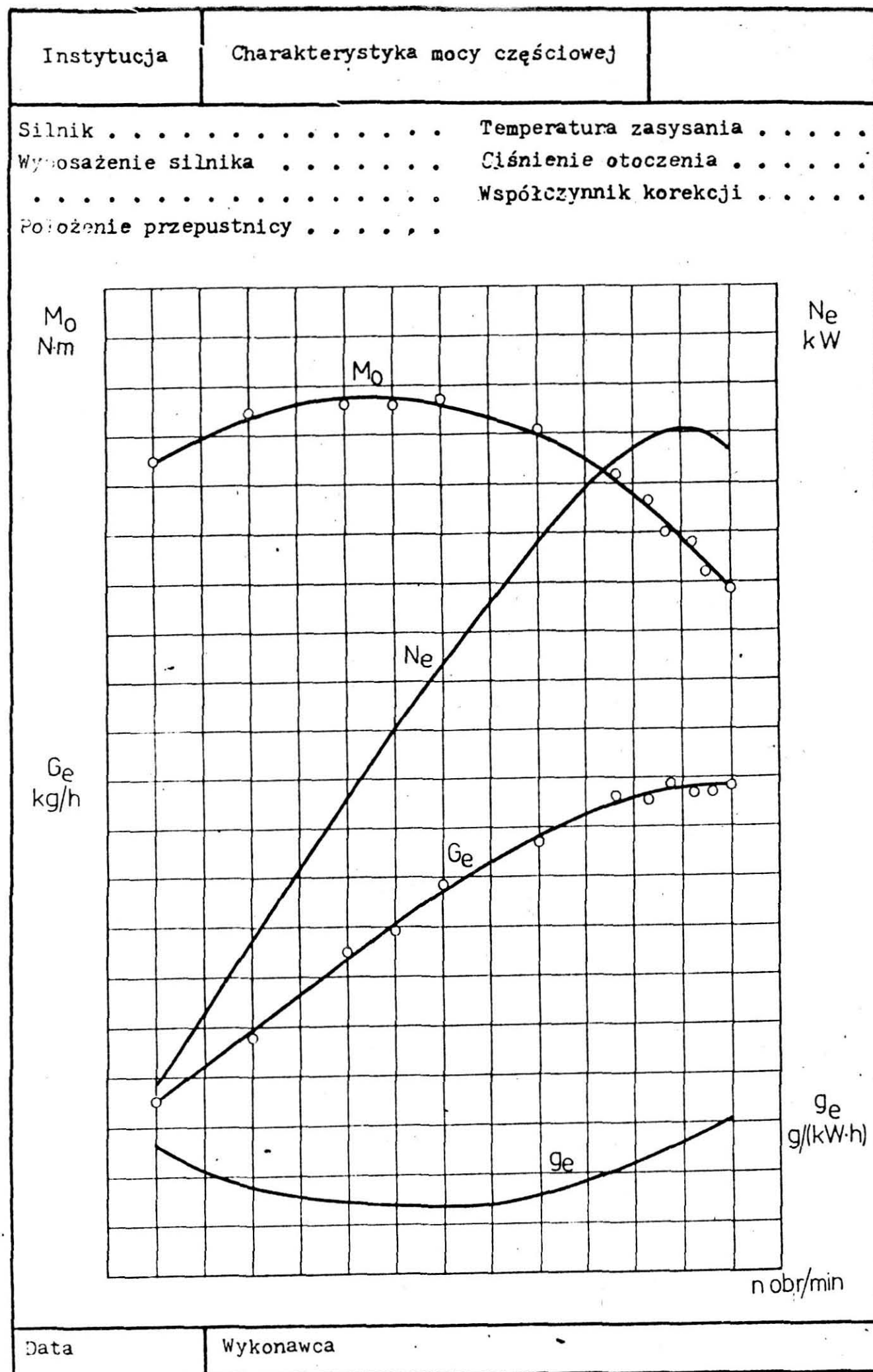
Rys. 1

BN-79/1374-03-1



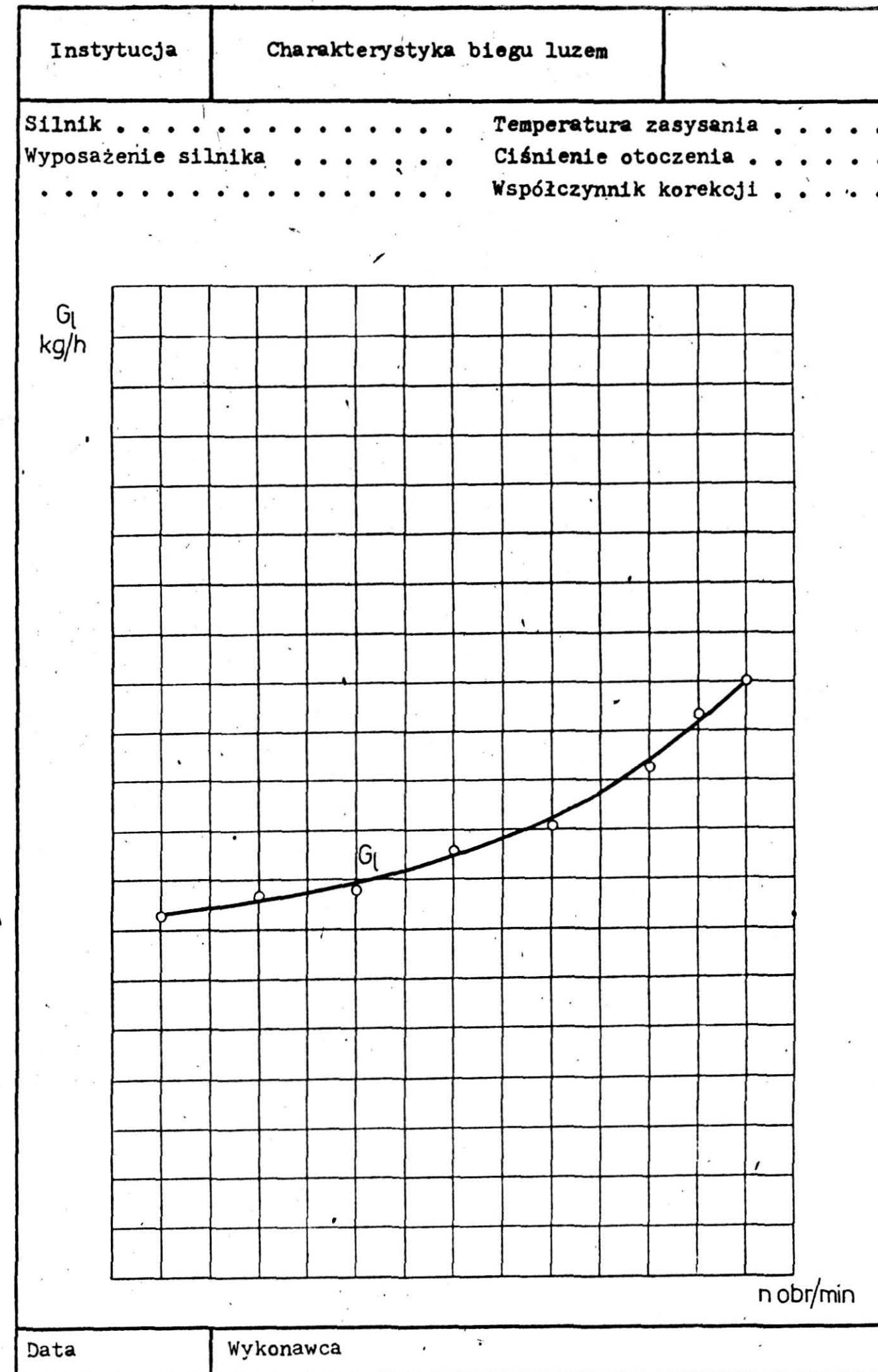
Rys. 2

BN-79/1374-03-2



Rys. 3

BN-79/1374-03-3



Rys. 4

BN-79/1374-03-4

Pomiary niezbędne do wykreślenia charakterystyki obejmują:

- prędkość obrotową n ,
- zużycie paliwa określone przez czas t lub liczbę obrotów silnika U odpowiadającą zużyciu pomiarowej dawki paliwa o objętości ΔV (masie Vm).

Warunki pomiarów - wg 2. 1.

Na podstawie wyników pomiarów oblicza się dla poszczególnych prędkości n -godzinowe zużycie paliwa G_l wg wzoru (5), (6), (7) lub (8) i wykreśla się krzywą $G_l = f(n)$. Charakterystyka powinna być wykreślona zgodnie z 2. 3. Wzór charakterystyki przedstawiono na rys. 4.

Charakterystykę silników wyposażonych w dwuzakresowy regulator prędkości obrotowych wykonuje się tylko w okolicy minimalnej i maksymalnej prędkości obrotowej biegu luzem.

3. 4. Wykonanie charakterystyki mocy maksymalnej. Charakterystykę opracowuje się dla silników z zapłonem iskrowym na podstawie kompletu charakterystyk składu mieszanki wg 5. 2 i charakterystyk obciążeniowych wg 4. 1.

Charakterystyki składu mieszanki powinny być wykonane dla różnych prędkości obrotowych oraz całkowitego i zbliżonych do całkowitego otwarciach przepustnicy.

Charakterystyki obciążeniowe powinny być wykonane przy składzie mieszanki (regulacji gaźnika) i kącie wyprzedzenia zapłonu na poszczególnych prędkościach obrotowych, przy których występuje moc maksymalna na charakterystykach składu mieszanki.

Przez punkty naniesione na pole opracowanej charakterystyki, odpowiadające na poszczególnych charakterystykach obciążeniowych mocy maksymalnej, przeprowadza się krzywe maksymalnej mocy użytecznej $N_e = f(n)$, godzinowego $G_e = f(n)$ i jednostkowego zużycia paliwa $g_e = f(n)$. Następnie na podstawie krzywej $N_e = f(n)$ oblicza się parametr pochodny - moment obrotowy M_o ze wzoru (2) i przeprowadza się krzywą $M_o = f(n)$. Charakterystyka powinna być wykreślona zgodnie z 2. 3. Wzór charakterystyki przedstawiono na rys. 5.

W przypadku gdy zachodzi potrzeba podania w charakterystyce dodatkowych parametrów pracy silnika, to odpowiednie krzywe przeprowadza się na podstawie charakterystyk obciążeniowych zawierających te parametry, w sposób analogiczny do wyżej opisanego.

3. 5. Wykonanie charakterystyki granicy dymienia. Charakterystykę opracowuje się dla silników z zapłonem samoczynnym na podstawie kompletu charakterystyk obciążeniowych wg 4. 1, zawierających krzywą zadymienia spalin.

Przez punkty naniesione na pole opracowanej charakterystyki, odpowiadające na poszczególnych charakterystykach obciążeniowych zadymieniu spalin uznanemu za gra-

niczne, przeprowadza się krzywe mocy użytecznej $N_e = f(n)$, godzinowego $G_e = f(n)$ i jednostkowego zużycia paliwa $g_e = f(n)$ i zadymienia spalin $D = f(n)$. Następnie na podstawie krzywej $N_e = f(n)$ oblicza się parametr pochodny - moment obrotowy M_o ze wzoru (2) i przeprowadza się krzywą $M_o = f(n)$. Charakterystyka powinna być wykreślona zgodnie z 2. 3. Wzór charakterystyki przedstawiono na rys. 6.

W przypadku, gdy zachodzi potrzeba podania w charakterystyce dodatkowych parametrów pracy silnika, to odpowiednie krzywe przeprowadza się na podstawie charakterystyk obciążeniowych zawierających te parametry, w sposób analogiczny do wyżej opisanego.

3. 6. Wykonanie charakterystyki ogólnej (uniwersalnej).

Charakterystykę ogólną opracowuje się na podstawie kompletu charakterystyk obciążeniowych wg 4. 1 lub charakterystyk mocy częściowej wg 3. 2 oraz charakterystyki zewnętrznej wg 3. 1, przy czym ze względu na bardziej regularne pokrycie pola pracy silnika zaleca się posługiwanie charakterystykami obciążeniowymi.

Najpierw przeprowadza się krzywe stałej mocy użytecznej N_e , które stanowią rodzinę hiperbol o równaniu

$$p_e \cdot n = \frac{3 \cdot 10^4 \cdot \tau}{V_{ss}} \cdot N_e = C \quad (12)$$

w którym:

p_e - średnie ciśnienie użyteczne, kPa,

n - prędkość obrotowa, obr/min,

τ - liczba suwów silnika,

V_{ss} - pojemność skokowa silnika, dm³,

N_e - moc użyteczna, kW,

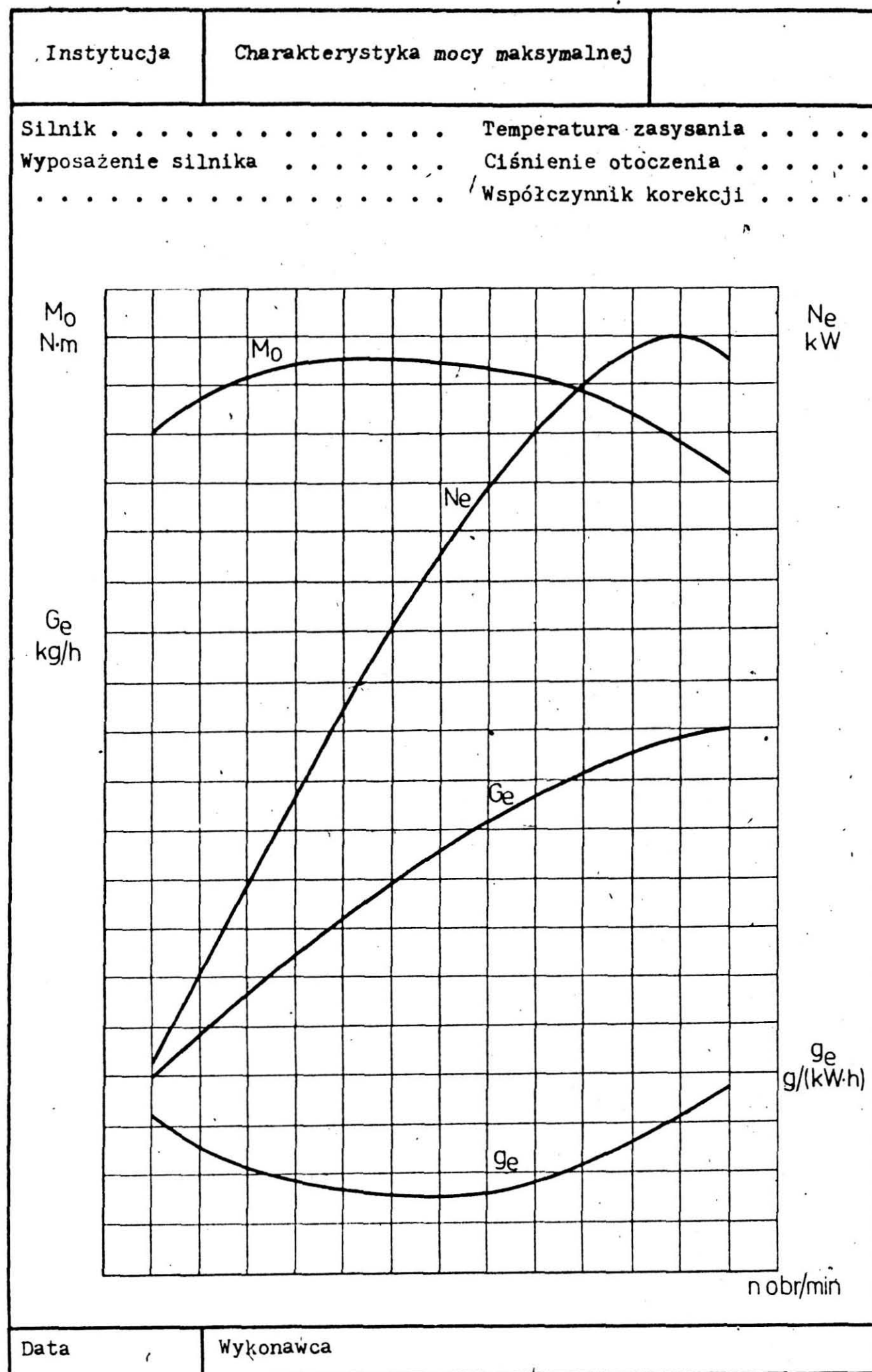
C - stała przybierająca dla poszczególnych hiperbol różne wartości, uzależnione od przyjmowanych kolejno wartości mocy użytecznej N_e .

Następnie przez punkty o współrzędnych (p_e, n) , z których p_e oblicza się wg wzoru (11) w zależności od N_e i współrzędnej n , które znajduje się na poszczególnych charakterystykach obciążeniowych dla przyjmowanych kolejno wartości jednostkowego zużycia paliwa g_e , przeprowadza się krzywe (warstwie) stałego jednostkowego zużycia paliwa. W przypadku posługiwania się charakterystykami częściowymi współrzędną p_e oblicza się wg wzoru (10) w zależności od M_o , który łącznie ze współrzędną n znajduje się na poszczególnych charakterystykach częściowych.

Krzywą średniego ciśnienia użytecznego $p_e = f(n)$ przeprowadza się jako odpowiednik krzywej $M_o = f(n)$ charakterystyki zewnętrznej, korzystając ze wzoru (10).

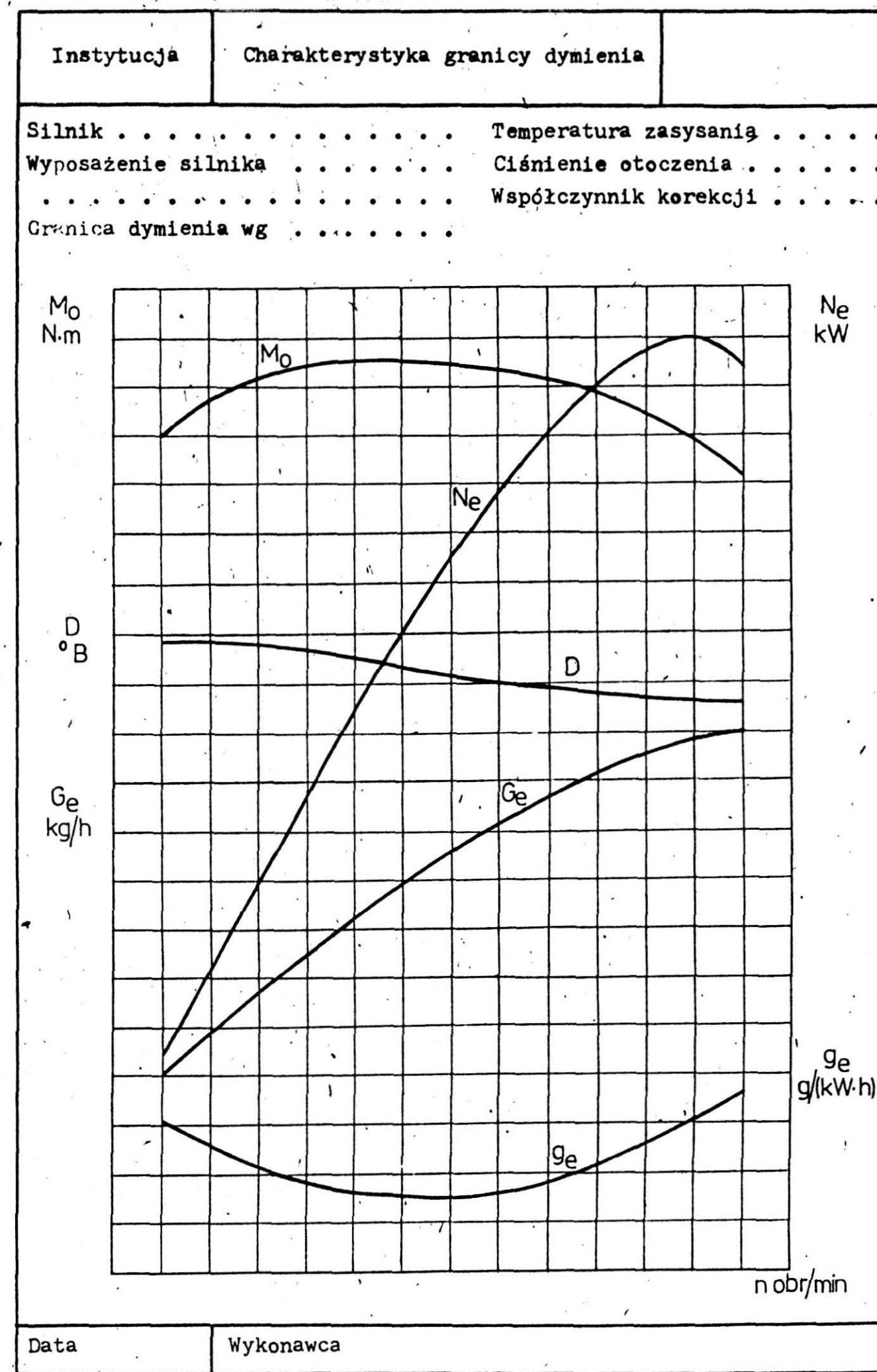
Charakterystyka powinna być wykreślona zgodnie z 2. 3. Wzór charakterystyki przedstawiono na rys. 7.

W przypadku, gdy zachodzi potrzeba podania w charakterystyce dodatkowych parametrów pracy silnika, to odpowiednie krzywe przeprowadza się na podstawie charakterystyk



Rys. 5

BN-79/1374-03-5



Rys. 6

BN-79/1374-03-6

Instytucja	Charakterystyka ogólna
Silnik	Temperatura zasysania
Wyposażenie silnika	Ciśnienie otoczenia
.	Współczynnik korekcji

P_e
kPa

n obr/min
 N_{e1}
 N_{e2}

Data	Wykonawca
------	-----------

Instytucja	Charakterystyka obciążeniowa
Silnik	Temperatura zasysania
Wyposażenie silnika	Ciśnienie otoczenia
.	Współczynnik korekcji
Prędkość obrotowa	

g_e
g/(kW·h)

g_e
kg/h

N_e kW

Data	Wykonawca
------	-----------

obciążeniowych lub częściowych zawierających te parametry oraz na podstawie charakterystyki granicy dymienia w sposób analogiczny do wyżej opisanego.

4. WYKONANIE CHARAKTERYSTYK OBCIĄŻENIOWYCH

4.1. Wykonanie charakterystyki obciążeniowej (typowej). Pomiar przeprowadza się przy różnych skojarzeniach położenia przepustnicy w silniku z zapłonem iskrowym lub dźwigni sterowania w silniku z zapłonem samoczynnym i obciążenia silnika, przy których występuje założona prędkość obrotowa.

Pomiary niezbędne do wykreślenia charakterystyki, przeprowadzane przy założonej prędkości obrotowej n , obejmują:

- siłę obciążającą P ,
- zużycie paliwa określone przez czas t lub liczbę obrotów silnika U odpowiadającą zużyciu pomiarowej dawki paliwa o objętości ΔV (masie Δm).

Warunki pomiarów - wg 2.1.

Na podstawie wyników pomiarów oblicza się odpowiadające sobie wartości mocy użytecznej N_e i godzinowego zużycia paliwa G_e wg wzorów (3) i (5), (6), (7) lub (8) oraz wykreśla się krzywą $G_e = f(N_e)$. Następnie, na podstawie wykreślonej już krzywej oblicza się parametr pochodny - jednostkowe zużycie paliwa g_e wg wzoru (9) i przeprowadza się krzywą $g_e = f(N_e)$. Charakterystyka powinna być wykreślona zgodnie z 2.3. Wzór charakterystyki przedstawiono na rys. 8.

W przypadku gdy zachodzi potrzeba podania w charakterystyce dodatkowych parametrów pracy silnika, to odpowiednie pomiary przeprowadza się równolegle z powyższymi, a krzywe wykreśla się na podstawie uzyskanych wyników, w funkcji mocy użytecznej.

W celu uzyskania pełnego obrazu pracy silnika wykonuje się szereg charakterystyk przy założonych, różnych prędkościach obrotowych.

4.2. Wykonanie charakterystyki regulatorowej. Pomiary przeprowadza się w zakresie działania regulatora prędkości obrotowej przy różnych obciążeniach silnika i samoczynnie zmienianych przez regulator różnych położeniach przepustnicy w silniku z zapłonem iskrowym lub różnych dawkach paliwa w silniku z zapłonem samoczynnym.

Na początku pomiarów, przepustnica w silniku z zapłonem iskrowym powinna być ustawiona w położeniu całkowicie otwartym, a dźwignia sterowania w silniku z zapłonem samoczynnym - w położeniu stałym, odpowiadającym pomiarowemu zakresowi działania regulatora.

Pomiary niezbędne do wykreślenia charakterystyki obejmują:

- prędkość obrotową n ,
- siłę obciążającą P ,

- zużycie paliwa określone przez czas t lub liczbę obrotów silnika U odpowiadającą zużyciu pomiarowej dawki paliwa o objętości ΔV (masie Δm).

Warunki pomiarów - wg 2.1.

Na podstawie wyników pomiarów oblicza się dla poszczególnych prędkości obrotowych n moc użyteczną N_e i godzinowe zużycie paliwa G_e wg wzorów (3) i (5), (6), (7) lub (8) oraz wykreśla się krzywe $n = f(N_e)$ i $G_e = f(N_e)$. Następnie na podstawie wykreślonych już krzywych oblicza się parametry pochodne - moment obrotowy M_o i jednostkowe zużycie paliwa g_e wg wzorów (2) i (9) oraz przeprowadza się krzywe $M_o = f(N_e)$ i $g_e = f(N_e)$. Charakterystyka powinna być wykreślona zgodnie z 2.3. Wzór charakterystyki przedstawiono na rys. 9.

5. WYKONANIE CHARAKTERYSTYK REGULACYJNYCH

5.1. Wykonanie charakterystyki kąta wyprzedzenia zapłonu (wtrysku). Pomiary przeprowadza się dla różnych kątów wyprzedzenia zapłonu (wtrysku) przy położeniu przepustnicy w silniku z zapłonem iskrowym (dźwigni sterowania w silniku z zapłonem samoczynnym) odpowiadającym założonemu godzinowemu zużyciu paliwa i różnych obciążeniach silnika, przy których występuje założona prędkość obrotowa.

Pomiary niezbędne do wykreślenia charakterystyki, przeprowadzane przy założonej prędkości obrotowej n , obejmują:

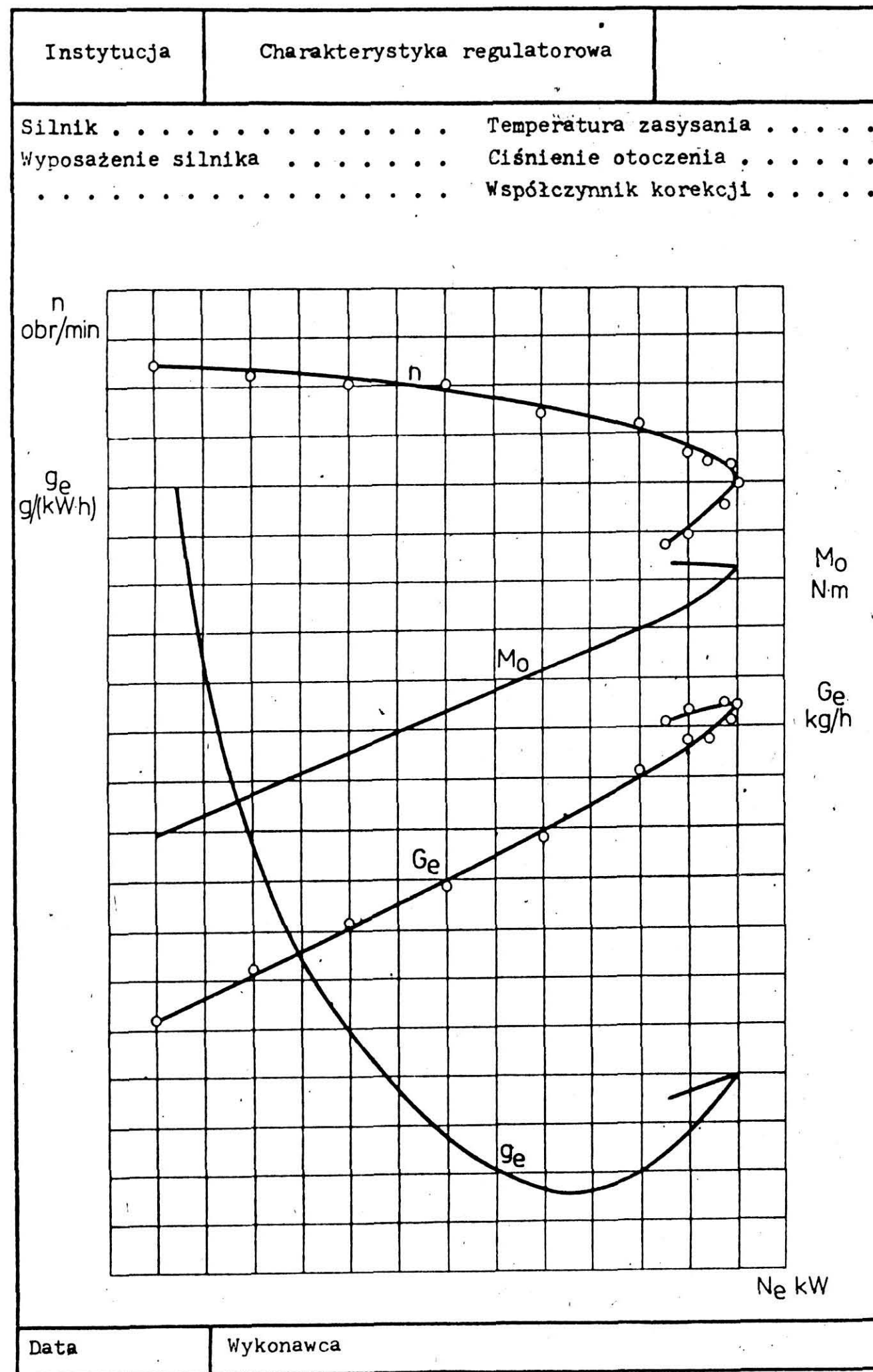
- siłę obciążającą P ,
- zużycie paliwa określone przez czas t i liczbę obrotów silnika U odpowiadającą zużyciu pomiarowej dawki paliwa o objętości ΔV (masie Δm).

Warunki pomiarów - wg 2.1.

Na podstawie wyników pomiarów oblicza się dla poszczególnych kątów wyprzedzania zapłonu α_{wz} (wtrysku α_{ww}) moc użyteczną N_e i godzinowe zużycie paliwa G_e , które powinno być stałe, wg wzorów (3) i (5), (6), (7) lub (8) oraz wykreśla się krzywą $N_e = f(\alpha_{wz})$ ($N_e = f(\alpha_{ww})$). Następnie, na podstawie wykreślonej już krzywej i obliczonej wartości G_e oblicza się parametr pochodny - jednostkowe zużycie paliwa g_e wg wzoru (9) i przeprowadza się krzywą $g_e = f(\alpha_{wz})$ ($g_e = f(\alpha_{ww})$). Charakterystyka powinna być wykreślona zgodnie z 2.3. Wzór charakterystyki przedstawiono na rys. 10.

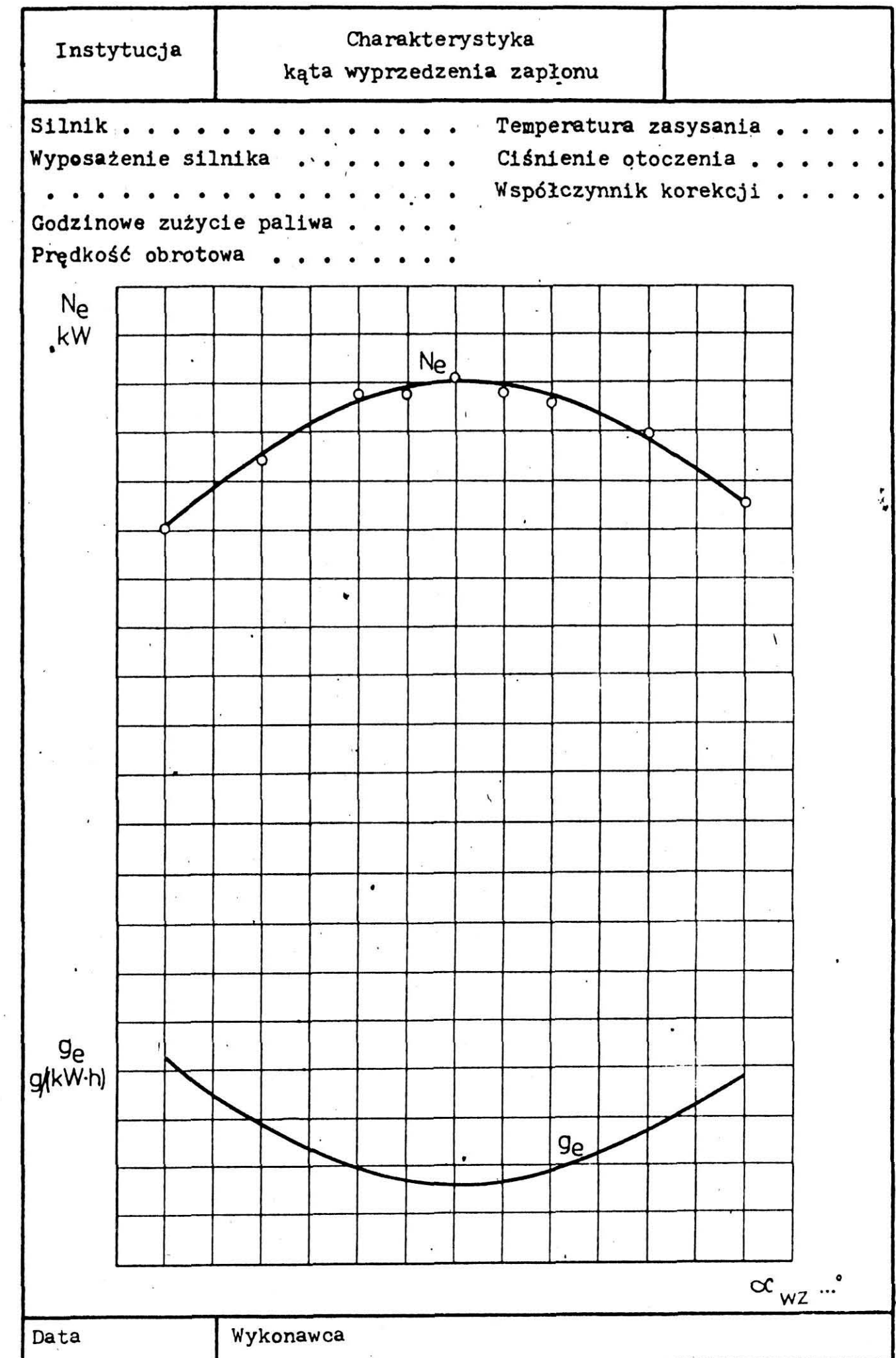
W przypadku gdy zachodzi potrzeba podania w charakterystyce dodatkowych parametrów pracy silnika, to odpowiednie pomiary przeprowadza się równolegle z powyższymi, a krzywe wykreśla się na podstawie uzyskanych wyników, w funkcji kąta wyprzedzenia zapłonu (wtrysku).

W celu uzyskania pełnego obrazu wpływu kąta wyprzedzenia zapłonu (wtrysku) na pracę silnika wykonuje się szereg charakterystyk przy założonych, różnych położeniach przepustnicy (dźwigni sterowania) i prędkościach obrotowych.



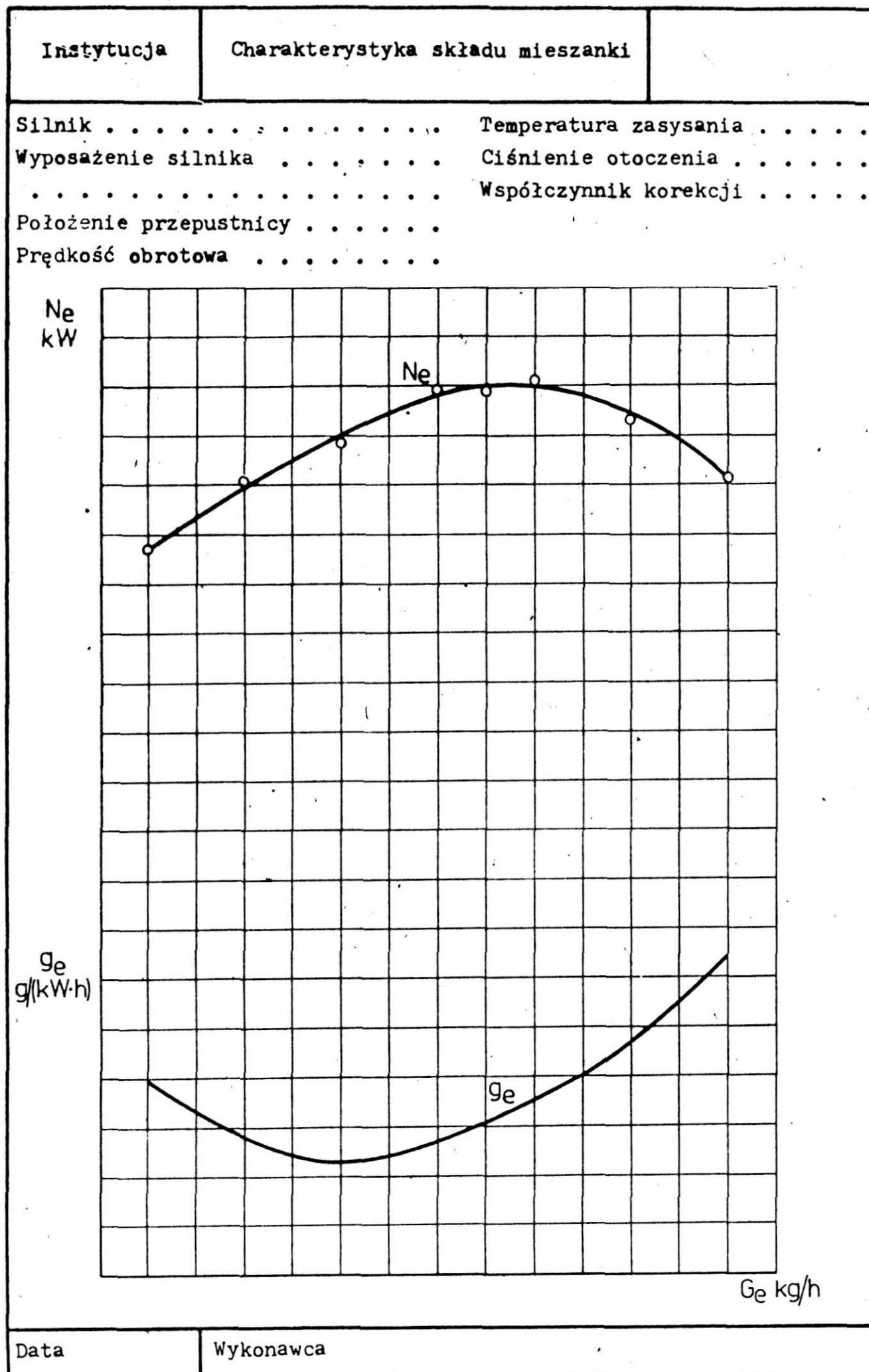
Rys. 9

BN-79/1374-03-9



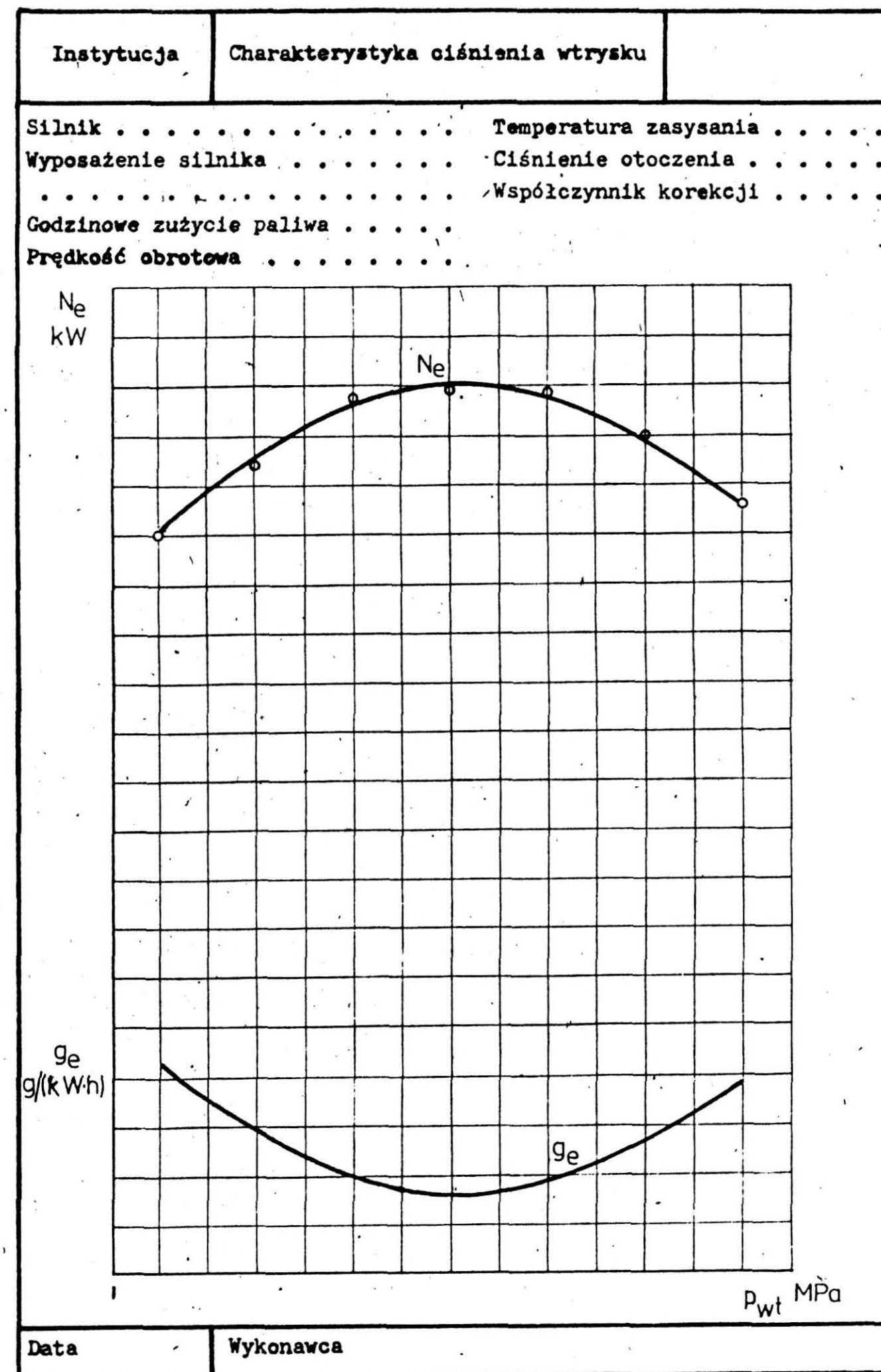
Rys. 10

BN-79/1374-03-10



Rys. 11

BN-79/1374-03-11



Rys. 12

BN-79/1374-03-12

5.2. Wykonanie charakterystyki składu mieszanki. Pomiar przeprowadza się dla różnych regulacji gaźnika przy założonym położeniu przepustnicy i różnych obciążeniach silnika z zapłonem iskrowym, przy których występuje założona prędkość obrotowa oraz przy zmiennym kącie wyprzedzenia zapłonu, zapewniającym uzyskanie mocy maksymalnej w każdym punkcie pomiarowym.

Pomiary niezbędne do wykreślenia charakterystyki, przeprowadzane przy założonej prędkości obrotowej n , obejmują:

- siłę obciążającą P ,
- zużycie paliwa określone przez czas t lub liczbę obrotów silnika U odpowiadającą zużyciu pomiarowej dawki paliwa o objętości ΔV (masie Δm).

Warunki pomiarów - wg 2.1.

Na podstawie wyników pomiarów oblicza się dla poszczególnych regulacji gaźnika moc użyteczną N_e i godzinowe zużycie paliwa G_e wg wzorów (3) i (5), (6), (7) lub (8) oraz wykreśla się krzywą $N_e = f(G_e)$. Następnie na podstawie wykreślonej już krzywej oblicza się parametr pochodny - jednostkowe zużycie paliwa g_e wg wzoru (9) i przeprowadza się krzywą $g_e = f(G_e)$. Charakterystyka powinna być wykreślona zgodnie z 2.3. Wzór charakterystyki przedstawiono na rys. 11.

W przypadku gdy zachodzi potrzeba podania w charakterystyce dodatkowych parametrów pracy silnika, to odnośne pomiary przeprowadza się równolegle z powyższymi, a krzywe wykreśla się na podstawie uzyskanych wyników, w funkcji godzinowego zużycia paliwa (regulacji gaźnika).

W celu uzyskania pełnego obrazu wpływu regulacji gaźnika na pracę silnika wykonuje się szereg charakterystyk przy założonych, różnych położeniach przepustnicy i prędkościach obrotowych.

5.3. Wykonanie charakterystyki ciśnienia wtrysku. Pomiar przeprowadza się dla różnych ciśnień wtrysku przy założonym godzinowym zużyciu paliwa i różnych obciążeniach silnika z zapłonem samoczynnym, przy których występuje założona prędkość obrotowa. Stałe godzinowe zużycie paliwa uzyskuje się przez nadanie dźwigni sterowania odpowiedniego położenia w każdym punkcie pomiarowym.

Pomiary niezbędne do wykreślenia charakterystyki, przeprowadzane przy założonej prędkości obrotowej n , obejmują:

- siłę obciążającą P ,
- zużycie paliwa określone przez czas t lub liczbę obrotów silnika U odpowiadającą zużyciu pomiarowej dawki paliwa o objętości ΔV (masie Δm).

Warunki pomiarów - wg 2.1.

Na podstawie wyników pomiarów oblicza się dla poszczególnych ciśnień wtrysku p_{wt} moc użyteczną N_e i godzinowe zużycie paliwa G_e , które powinno być stałe, wg wzorów (3) i (5), (6), (7) lub (8) oraz wykreśla się krzywą $N_e = f(p_{wt})$. Następnie, na podstawie wykreślonej już krzywej i obliczonej wartości G_e oblicza się parametr pochodny - jednostkowe zużycie paliwa g_e wg wzorów (9) i przeprowadza się krzywą $g_e = f(p_{wt})$. Charakterystyka powinna być wykreślona zgodnie z 2.3. Wzór charakterystyki przedstawiono na rys. 12.

W przypadku gdy zachodzi potrzeba podania w charakterystyce dodatkowych parametrów pracy silnika, to odnośne pomiary przeprowadza się równolegle z powyższymi, a krzywe wykreśla się na podstawie uzyskanych wyników, w funkcji ciśnienia wtrysku.

W celu uzyskania pełnego obrazu wpływu ciśnienia wtrysku na pracę silnika wykonuje się szereg charakterystyk przy założonych, różnych dawkach paliwa i prędkościach obrotowych.

K O N I E C

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 z następującymi istotnymi zmianami:

a) wprowadzono charakterystyki:

- regulatorową,
- mocy maksymalnej,
- granicy dymienia,
- regulacyjne,

b) wprowadzono określenia charakterystyk,

c) uaktualniono wzory obliczeniowe,

BN-79/1374-04 Silniki samochodowe. Badania stanowiskowe. Badania niezawodności - w zakresie badań niezawodności pracy silnika.

3. Normy związane

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

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