

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY PATENTU TYMCZASOWEGO

115015

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 02.11.77 (P. 201872)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 25.09.78

Opis patentowy opublikowano: 30.04.1982

Int. Cl.² G01M 15/00
H02P 7/52

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: Sławomir Łukjanow

Uprawniony z patentu tymczasowego: Przemysłowy Instytut Motoryzacji,
Warszawa (Polska)

Sposób modelowania charakterystyki silnika spalinowego za pomocą silnika elektrycznego

Przedmiotem wynalazku jest sposób modelowania charakterystyki silnika spalinowego za pomocą elektrycznego prądu przemiennego. Modelowana charakterystyka, będąca zależnością momentu obrotowego od prędkości obrotowej wału korbowego, jest sporządzona dla stałego kąta otwarcia przepustnicy gaźnika silnika spalinowego z zapłonem iskrowym lub dla stałego położenia listwy pompy wtryskowej silnika z zapłonem samoczynnym.

Znane są sposoby modelowania charakterystyki silnika spalinowego silnikiem elektrycznym prądu stałego lub przemiennego. Modelowanie to odbywa się za pomocą specjalnych układów z zadajnikami wykorzystującymi zasadę aproksymacji odcinkowej charakterystyki silnika spalinowego.

Niedogodnością tych sposobów jest konieczność posługiwania się rozbudowanymi układami sterowania silnika prądu stałego lub przemiennego, które nie mogą być zasilane bezpośrednio z przemysłowej sieci elektroenergetycznej lecz poprzez przekształtnik tyrystorowy.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu modelowania charakterystyki silnika spalinowego, polegającego na takim modelowaniu charakterystyki silnika elektrycznego, aby jej przebieg możliwie najdokładniej pokrywał się z przebiegiem rzeczywistym charakterystyki silnika spalinowego..

Istota wynalazku polega na tym, że modelujący charakterystykę silnika spalinowego indukcyjny silnik pierścieniowy zasilany jest tak obniżonym napięciem, aby jego maksymalny moment odpowiadał maksymalnemu momentowi silnika spalinowego, z uwzględnieniem przełożenia przekładni mechanicznej na wyjściu indukcyjnego silnika pierścieniowego. Wielkość tego przełożenia oblicza się według wzoru:

$$V_s = \frac{60 \cdot f_s}{p \cdot (n_s)_1}$$

w którym:

- V_s — przełożenie przekładni mechanicznej na wyjściu indukcyjnego silnika pierścieniowego,
- f_s — częstotliwość sieci zasilającej,
- p — liczba par biegunów,
- $(n_s)_1$ — prędkość końcowa indukcyjnego silnika pierścieniowego.

Obliczana według wzoru:

$$(n_s)_1 = 0,5 n_{su} + \frac{1}{C} \sqrt{(0,5 n_{su} \cdot C)^2 - C(Kn_u + n_{KW})},$$

przy czym

K — współczynnik obliczany z równania: $K=2[\epsilon-\alpha(1+\epsilon)]$,

ϵ — współczynnik zależny od stosunku rezystancji stojana do rezystancji wirnika i od poślizgu krytycznego,

$\alpha = \frac{M_M}{M_N}$ — elastyczność momentu silnika spalinowego,

M_M — moment maksymalny silnika spalinowego,

M_N — moment przy maksymalnej mocy silnika spalinowego,

C — współczynnik obliczany z równania: $C=2+K$,

n_{su} — suma prędkości obrotowej n_M silnika spalinowego przy maksymalnym momencie i prędkości obrotowej n_N silnika spalinowego przy maksymalnej mocy,

n_u — iloczyn prędkości obrotowej n_M silnika spalinowego przy maksymalnym momencie i prędkości obrotowej n_N silnika spalinowego przy maksymalnej mocy,

n_{KW} — suma kwadratów prędkości obrotowej n_M silnika spalinowego przy maksymalnym momencie i prędkości obrotowej n_N silnika spalinowego przy maksymalnej mocy.

Do analitycznego określenia charakterystyki momentu obrotowego silnika spalinowego stosuje się najczęściej wzór Hahna:

$$m_s = \alpha - (\alpha-1) \left(\frac{x-\beta}{1-\beta} \right)^2,$$

w którym:

$m_s = \frac{M}{M_N}$ — moment względny silnika spalinowego,

M — dowolny moment,

$x = \frac{n}{n_N}$ — względna prędkość obrotowa silnika spalinowego,

n — dowolna prędkość obrotowa,

$\beta = \frac{n_M}{n_N}$ — elastyczność prędkości silnika spalinowego.

Do analitycznego określenia przebiegu charakterystyki momentu obrotowego indukcyjnego silnika pierścieniowego stosuje się wzór Klossa:

$$m_e = \frac{2\mu(1+\epsilon)}{\frac{s}{s_K} + \frac{s_K}{s} + 2\epsilon},$$

w którym:

$m_e = \frac{M}{M_n}$ — moment silnika indukcyjnego,

M_n — moment znamionowy silnika indukcyjnego,

$\mu = \frac{M_m}{M_n}$ — przeciążalność momentem silnika indukcyjnego,

M_m — maksymalny moment silnika indukcyjnego,

$s = \frac{n_s - n}{n_s}$ — poślizg wirnika silnika,

n_s — prędkość synchroniczna,

n — prędkość dowolna,

$s_k = \frac{n_s - n_k}{n_s}$ — poślizg utyku albo krytyczny wirnika silnika,

n_k — prędkość utyku.

Przebieg charakterystyk jest przedstawiony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia charakterystyki mechaniczne indukcyjnego silnika pierścieniowego, a fig. 2 — charakterystyki silnika spalinowego i indukcyjnego silnika pierścieniowego.

Krzywa a na fig. 1 przedstawia charakterystykę naturalną, krzywa b — charakterystykę przy włączonej w obwód wirnika rezystancji, natomiast krzywa c — charakterystykę przy włączonej w obwód wirnika rezystancji i obniżonym napięciu. Na krzywej b zaznaczono punkty charakterystyczne: c (n_k , M_m) oraz D (n_1 , M_n), przy czym n_1 — prędkość obrotowa odpowiadająca mocy znamionowej silnika indukcyjnego.

Na fig. 2 linia ciągła oznacza charakterystykę indukcyjnego silnika pierścieniowego, zaś linia przerywana — charakterystykę silnika spalinowego. Na obu krzywych zaznaczono punkty charakterystyczne: A (M_M , n_M) oraz B (M_N , n_N).

Dla właściwego odtwarzania charakterystyki silnika spalinowego najważniejszy jest jej przebieg między punktami charakterystycznymi A i B. Przy dopasowanym przebiegu charakterystyki indukcyjnego silnika pierścieniowego do charakterystyki silnika spalinowego, krzywa będąca charakterystyką indukcyjnego silnika pierścieniowego, tak jak przedstawiono na fig. 2, przechodzi przez punkty charakterystyczne A i B.

Należy zaznaczyć, że współrzędne punktu A na fig. 2 i punktu E na fig. 1 są zawsze takie same. Współrzędne punktów D i F na fig. 1 są różne. Wynika to z tego, że punkty A, C i E odpowiadają maksymalnemu momentowi silnika spalinowego M_M . Punkty B i F odpowiadają maksymalnej mocy na charakterystyce silnika spalinowego, zaś punkt D odpowiada momentowi znamionowemu M_n indukcyjnego silnika pierścieniowego.

Zaletami sposobu modelowania charakterystyki silnika spalinowego według wynalazku w porównaniu ze znanymi sposobami są: niższy koszt zakupu, łatwiejsza eksploatacja, proste sterowanie oraz uzyskanie charakterystyki zbliżonej do charakterystyki gaźnikowego silnika spalinowego.

W przykładowym zastosowaniu sposobu modelowania charakterystyki silnika spalinowego według niniejszego wynalazku zastosowano silnik spalinowy S-21, stosowany w samochodach dostawczych ŻUK, o następujących danych technicznych: moc maksymalna 70 KM przy 4.000 1/min; prędkość końcowa indukcyjnego silnika pierścieniowego $(n_s)_1 = 5632$ 1/min.; zaś przełożenie przekładni mechanicznej:

$$V_s = \frac{60 \cdot 50}{2 \cdot 5632} = 0,266$$

Wartość momentu obrotowego indukcyjnego silnika pierścieniowego odpowiadająca momentowi maksymalnemu silnika spalinowego wyniesie:

$$M_E = \frac{M_M}{V_s} = \frac{15,00}{0,266} = 56,39 \text{ kGm}$$

Wartość momentu obrotowego indukcyjnego silnika pierścieniowego odpowiadająca momentowi przy maksymalnej mocy silnika spalinowego wyniesie:

$$M_F = \frac{M_N}{V_s} = \frac{12,56}{0,266} = 47,06 \text{ kGm.}$$

Do napędu dobrano indukcyjny silnik pierścieniowy o mocy 75 kW, prędkości obrotowej 1470 1/min. i momencie maksymalnym 159 kGm. Aby charakterystyka momentu obrotowego przechodziła przez obliczone punkty E i F należy tak obniżyć napięcie, aby moment maksymalny wyniósł 56,39 kGm.

Sposób według wynalazku umożliwia napęd stanowiska bezwładnościowego do badań zespołów układu napędowego samochodu za pomocą indukcyjnego silnika pierścieniowego zamiast silnika spalinowego.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób modelowania charakterystyki silnika spalinowego za pomocą silnika elektrycznego z rezystancją włączoną w obwód wirnika, z n a m i e n n y t y m, że modelujący tę charakterystykę indukcyjny silnik pierścieniowy zasila się tak obniżonym napięciem, aby maksymalny moment (M_m) tego silnika odpowiadał maksymalnemu momentowi (M_M) silnika spalinowego z uwzględnieniem przełożenia (V_s) przekładni mechanicznej na wyjściu indukcyjnego silnika pierścieniowego, przy czym pożądaną prędkość końcową $((n_s)_1)$ indukcyjnego silnika pierścieniowego oblicza się ze wzoru:

$$(n_s)_1 = 0,5 n_{su} + \frac{1}{C} \sqrt{(0,5 n_{su} \cdot C)^2 - C(Kn_u + n_{KW})},$$

w którym:

K – współczynnik obliczany z równania: $K=2[\epsilon-\alpha(1+\epsilon)]$,

ϵ – współczynnik zależny od stosunku rezystancji stojana do rezystancji wirnika oraz od poślizgu krytycznego,

$\alpha = \frac{M_M}{M_N}$ – elastyczność momentu silnika spalinowego,

M_M – moment maksymalny silnika spalinowego,

M_N – moment przy maksymalnej mocy silnika spalinowego,

C – współczynnik obliczany z równania: $C=2+K$,

n_{su} – suma prędkości obrotowej n_M silnika spalinowego przy maksymalnym momencie i prędkości obrotowej n_N silnika spalinowego przy maksymalnej mocy,

n_u – iloczyn prędkości obrotowej n_M silnika spalinowego przy maksymalnym momencie i prędkości obrotowej n_N silnika spalinowego przy maksymalnej mocy,

n_{KW} – suma kwadratów prędkości obrotowej n_M silnika spalinowego przy maksymalnym momencie i prędkości obrotowej n_N silnika spalinowego przy maksymalnej mocy.

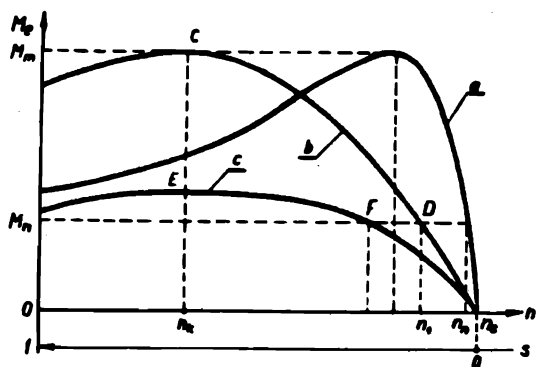


Fig. 1

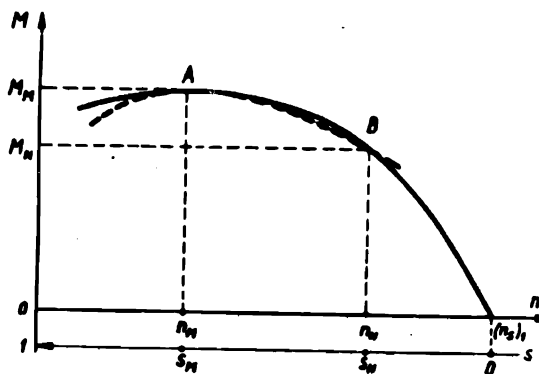


Fig. 2