

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

**Napędy elektromechaniczne urządzeń mechatronicznych  
- projekt**

Ćwiczenie 5

**Dobór elektromagnesu do układu wykonawczego**

Temat 23

Wykonał: Paweł Trześniewski

Prowadzący: mgr inż. Karol Bagiński, mgr inż. Wojciech Credo

## 1. Wstęp

Celem ćwiczenia było zapoznanie się z algorytmem oraz przeprowadzenie doboru elektromagnesu nurnikowego, służącego do orientowania transportowanych tabletek w czasie. Urządzenie będzie realizowało pracę ze stałą częstotliwością. Ruch powrotny odbywać się będzie z wykorzystaniem sprężyny naciskowej.

## 2. Dane indywidualne

Parametry określające pracę układu:

- Siła tarcia produktu  $F_t = 2,5 \text{ N}$
- Minimalna siła sprężyny naciskowej  $F_{min} = 3,5 \text{ N}$
- Maksymalna siła sprężyny naciskowej  $F_{max} = 5 \text{ N}$
- Zakres ruchu nurnika  $L = 5 \text{ mm}$
- Wydajność linii produkcyjnej  $E = 900 \text{ szt./h}$
- Czas zasilania elektromagnesu  $t_z = 2 \text{ s}$
- Temperatura otoczenia  $T_{ot} = 35^\circ\text{C}$

## 3. Dobór elektromagnesu

W celu dobrania odpowiedniego urządzenia wyznaczono siły oporu jakie będzie musiało pokonać by zrealizować zamierzony ruch. Określone zostały wartości początkowa  $F_p$

$$F_p = F_t + F_{min} = 2,5 \text{ N} + 3,5 \text{ N} = 6 \text{ N}, \quad (1)$$

oraz końcowa  $F_k$

$$F_k = F_t + F_{max} = 2,5 \text{ N} + 5 \text{ N} = 7,5 \text{ N}, \quad (2)$$

jako sumy sił tarcia oraz nacisku sprężyny.

Następnie obliczono czas cyklu pracy elektromagnesu  $T$  w oparciu o wydajność linii produkcyjnej zgodnie z wzorem

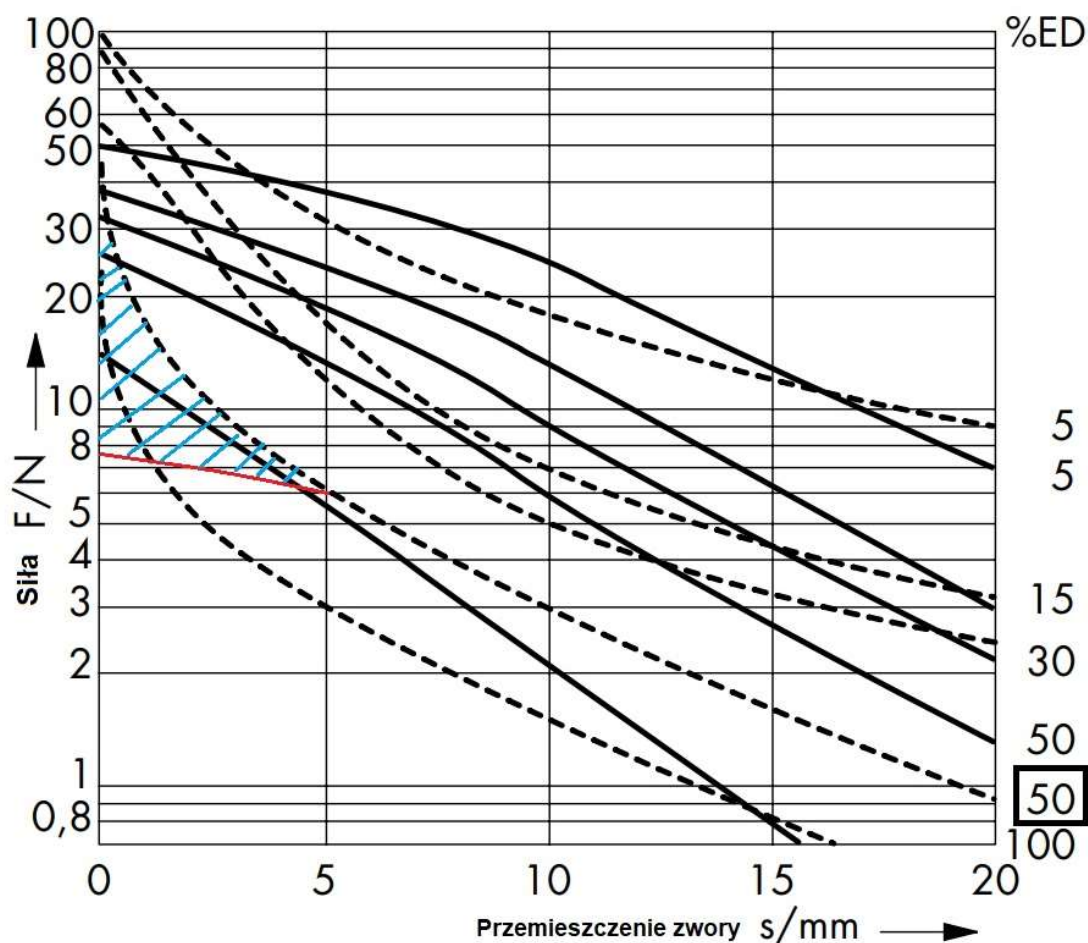
$$T = \frac{1}{E} \cdot 3600 = \frac{1 \text{ szt.}}{900 \frac{\text{szt.}}{\text{h}}} \cdot 3600 = 4 \text{ s}. \quad (3)$$

Na podstawie czasów cyklu i zasilania wyznaczony został względny czas pracy  $ED_{el}$  według zależności

$$ED_{el} = \frac{t_z}{T} \cdot 100\% = \frac{2}{4} \cdot 100\% = 50\%. \quad (4)$$

Producent podaje charakterystyki swoich modeli wyznaczone w temperaturze  $35^\circ\text{C}$ . Ponieważ przyjęta temperatura  $T_{ot}$  się od niej nie różni, niepotrzebna była dodatkowa korekta wartości  $ED_{el}$ .

W oparciu o powyższe parametry wybrany został model **H 6203-F-24 V DC 50% ED**. Jego charakterystykę wraz z obciążeniem przedstawia rysunek 1.



Rysunek 1. Charakterystyka elektromagnesu, na podstawie [2].

Zakreskowane pole ilustruje nadwyżkę energii w postaci energii kinetycznej  $E_k$ . Jej wyznaczenie pozwoliło określić prędkość z jaką zwora uderzać będzie o ogranicznik ruchu. W celu znalezienia konkretnej wartości pola, przy pomocy programu graficznego, zebrano wartości sił odpowiadających przemieszczeniom (szczelinom powietrznym), z zakresu od 0 do 5 (wartość  $L$ ), dla ED wynoszącego 50%. Z pobranych punktów wykreślono charakterystykę w arkuszu kalkulacyjnym oraz dokonano dopasowania funkcji (rys.2). Największy współczynnik korelacji zapewniło dopasowanie logarytmiczne

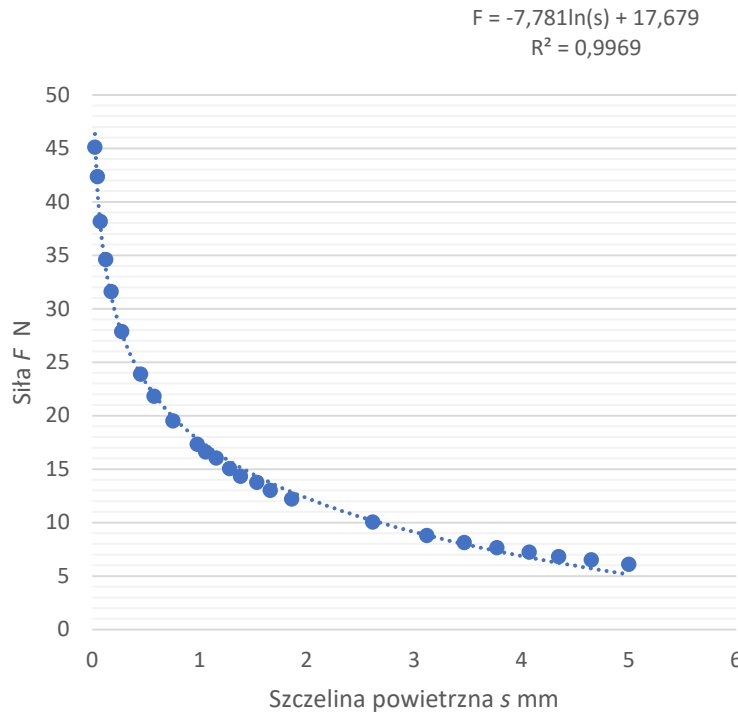
$$F(s) = -7,781 \ln s + 17,769.$$

Pole pod tak wyrażoną funkcją stanowi energię całkowitą  $E_c$  generowaną przez urządzenie, wyrażoną wzorem

$$E_c = \int_{s_1}^{s_2} F(s) ds = \int_{s \rightarrow 0}^5 -7,781 \ln s + 17,769 ds \approx 65 \text{ mJ}, \quad (5)$$

przy czym  $s_1$  oznacza położenie początkowe, a  $s_2$  końcowe zwory. Aby znaleźć  $E_k$ , od obliczonej wartości należy odjąć wartość pracy  $W$ , wynikającej z sił oporu, określonej przez pole pod charakterystyką obciążenia (linia czerwona na rys.1) opisanej zależnością

$$F(s) = -0,3s + 7,5.$$



Rysunek 2. Matematyczne przybliżenie charakterystyki elektromagnesu na wybranym przedziale.

Wartość  $W$  obliczono analogicznie jak  $E_c$ , zgodnie z wzorem (5)

$$W = \int_0^5 -0,3s + 7,5 \approx 34 \text{ mJ}.$$

Korzystając z zależności

$$E_k = E_c - W = 65 \text{ mJ} - 34 \text{ mJ} = 31 \text{ mJ}, \quad (6)$$

otrzymano wartości energii kinetycznej jaką osiągnie urządzenie w momencie uderzenia o ogranicznik ruchu. Na jej podstawie uzyskano prędkość  $v$  z jaką to nastąpi

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 31 \text{ mJ}}{45 \text{ g}}} = 1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad (7)$$

przy czym  $m$  – masa zwory.

#### 4. Wnioski

Przedstawiony algorytm doboru jest bardzo szybki i prosty, natomiast wyznaczenie energii kinetycznej czy też prędkości osiągananej przez zworę jest czasochłonne i wymaga wykorzystania programów komputerowych.

## **5. Literatura**

1. Wierciak J. – *Dobór elektromagnesu do układu wykonawczego – Instrukcja*, Warszawa 2012
2. Katalog *KUHNKE Solenoid Catalogue 09/08*

## **6. Załączniki**

- Karta katalogowa elektromagnesu H 62