



# Elektromagnesy

nap. prof. M. Pożaryski.

(Liczby w nawiasach stanowią odsyłacze do literatury na końcu rozdziału).

1. *Elektromagnesy* mają obecnie wielostronne zastosowanie. Najważniejsze są następujące. 1. Chwytnacz elektromagnetyczny zamiast haka na dźwigach. 2. Elektromagnes hamulcowy dla zwalniania hamulca. 3. Uchwyt elektromagnetyczny dla obrabiarek (5).

2. *Siła przyciągania* żelaznej zwory oblicza się w elektromagnesie zasilanym prądem stałym ze wzoru:

$$F = 4.06 \left( \frac{B}{10000} \right)^2 \cdot S.$$

$F$  — siła w kg,  $S$  pole przekroju poprzecznego strumienia magnetycznego w  $\text{cm}^2$ ,  $B$  średnia indukcja magnetyczna na powierzchni zwory.

Siła średnia przyciągania żelaznej zwory oblicza się w elektromagnesie zasilanym prądem zmiennym przy sinusoidalnym napięciu prądu ze wzoru:

$$F' = 2.03 \left( \frac{B_m}{10000} \right)^2 S$$

$F'$  i  $S$  — znaczenie jak wyżej,  $B_m$  indukcja magnetyczna maksymalna średnia na powierzchni zwory.

Powyższe wzory stosują się do tych przypadków gdy linie magnetyczne są prostopadłe do powierzchni zwory. Pole przekroju  $S$  należy liczyć łączne dla wszystkich strumieni wychodzących i wchodzących do zwory, przy różnej indukcji każde pole osobno.

3. *Chwytnacz elektromagnetyczny* najczęściej używany okrągły (3) rys. 1, przy indukcji magnetycznej  $B = 15000$  przy-  
ciąga zworę żelazną z siłą

$$F = 4,06 \cdot 1,5^2 \cdot \pi \frac{(110^2 - 98,8^2) + (48^2 - 5,6^2)}{4} = 33000 \text{ kg.}$$



Rys. 1.  
Chwytnacz elektromagnetyczny.

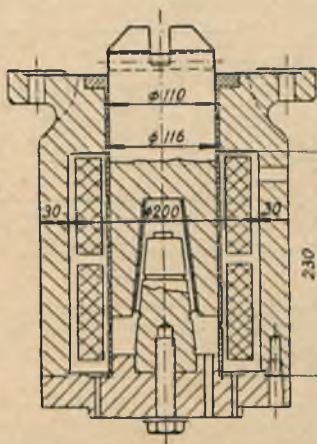
W praktyce siła nośna zależęć będzie w znacznym stopniu od rodzaju podnoszonych przedmiotów. Obliczać elektromagnes należy ze znacznym nadmiarem, na siłę np. 2,5 razy większą od pożądaną.

Amperozwoje potrzebne dla wywołania odpowiedniego strumienia magnetycznego obliczają się według ogólnych zasad, przyjmując szczelinę powietrzną do 1 cm i uwzględniając rozproszenie. Wobec tego jednak, że musimy przytem korzystać z niezbyt ścisłych współczynników, najwłaściwsza liczba amperozwojów dla każdego typu elek. magn. ustala się w praktyce doświadczalnie. Obliczenie cewek podane w końcu rozdziału o el. magn. Prąd stosuje się zawsze stały, wyłączniki momentalne, przy dużych magnesach z oporami bezindukcyjnymi równoległymi do uzwojenia el. magn., albo z opornikami szeregowymi regulacyjnymi (wyłączać stopniowo). Elektromagnesem nie można chwycić żelaza z zawartością 7 i więcej % manganu, praktycznie stosuje się elek. magn. dla żelaza z zawartością manganu nie więcej jak 3%. Elektromagnes nie chwyci dobrze żelaza grzącego przy temp. wyższej od 400° (2).

Chwytnice elektromagnetyczne okrągłe firmy Oerlikon w Szwajcarii (2). [Tablica nie kompletna].

Ciężar unoszony				Średn. el. mag. mm	Ciężar el. mag. kg	Moc prądu kW
Wióry leizny kg	Odpadki kg	Bryły surowca kg	Bloki stalowe kg			
—	—	—	500	400	70	0.17
—	—	—	1000	450	100	0.28
90	150	200	2000	500	140	0.4
130	230	300	3000	600	200	0.73
300	520	650	10000	1050	710	2,1
630	1100	1400	18000	1550	1600	4,9
820	1400	1800	25000	1800	2300	8,5

4. *Elektromagnes hamulcowy na prąd stały* buduje się zwykle z wciąganiem rdzeniem zakończonym stożkiem wypukłym lub wklęsłym.

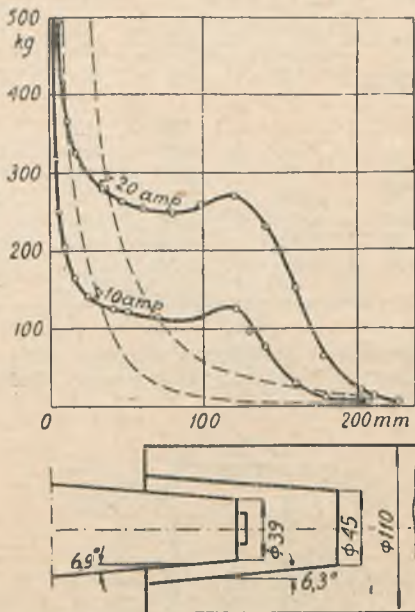


Rys. 2.  
Elektromagnes hamulcowy.

Przykład elektr. magn. fir. Emag (1) rys. 2.

Cewka ma 1504 zwoje z drutu okrągłego śred. 1,6 mm, oporn. cewki 6,4  $\Omega$  przy 20° C.

Na wykresie rys. 3 podano zależność siły, ciągnącej od położenia rdzenia, o — odpowiada najniższej dolnej pozycji rdzenia. Patrz również rys. 2.



Rys. 3.  
Siła elektromagnesu hamulcowego.

Linje ciągłe wyznaczono doświadczalnie, kropkowane zaś obliczając strumień magnetyczny i siłę, przy założeniu, że rdzeń jest zakończony płasko i niema stożka na denku, oraz nie uwzględniając rozproszenia.

Dane z praktyki. El. magn. hamulcowe włączone na pełne napięcie prądu zużywają przy pracy 50 kgcm ok. 150 W przy 200 kgcm, 300 W, przy 500 kgcm, 400 W i przy 1000 kgcm 500 W \*).

5. *Elektromagnes hamulcowy na prąd zmienny trójfazowy z potrójnym rdzeniem, żelazo z blach transformatorowych.*

\*) Kal. Uppenborna 1914 r.

Średnia siła przyciągania, nie uwzględniając rozproszenia linii magn. może być obliczona ze wzoru:

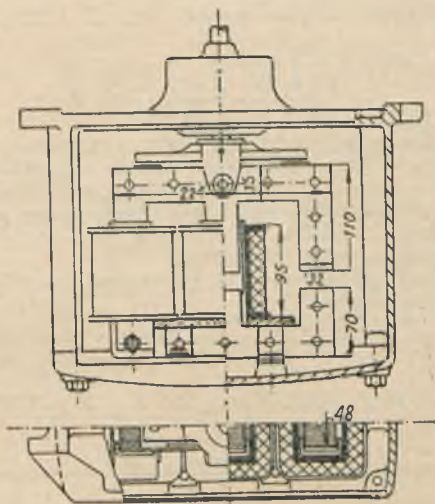
$$F = 0,308 \frac{U^2}{f^2 z^2 s} \cdot 10^8$$

$F$  — siła w kg, potrójnego rdzenia,  $U$  — napięcie skuteczne na jednej cewce w woltach,  $f$  — częstotliwość prądu,  $z$  — liczba zwojów jednej cewki,  $s$  — przekrój jednego rdzenia w  $\text{cm}^2$ .

Na rys. 4 (1) mamy szkic elektromagnesu firmy F. Klöckner, tu górna część rdzenia jest ruchoma. Przekrój rdzenia z uwzględnieniem izolacji pomiędzy blachami wynosi:

$$4,8 \cdot 3,2 \cdot 0,9 = 13,85 \text{ cm}^2.$$

Każda cewka ma 270 zwojów, śr. drutu 1,8 mm, oporn. 0,47  $\Omega$  przy 18° C.

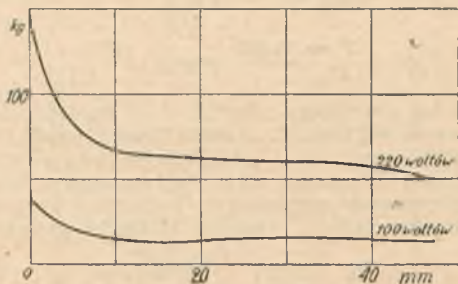


Rys. 4.

Elektromagnes hamulcowy zasilany prądem trójfazowym.

Na rys. 5 podana jest siła przyciągania górnej części rdzenia w zależności od grubości szczeliny powietrznej. Wykres wyznaczono doświadczalnie dla prądu o 50 okresach na sek., dla kilku napięć na rys. dwie linie jedna dla 220 V, druga

dla 100 V napięcia międzyprzewodowego przy cewkach połączonych w gwiazdę.



Rys 5  
Siła przyciągania elektromagnesu trójfazowego

Z powyższego wzoru wypada przy  $U = 220$  V.

$$F = 0,308 \left( \frac{220}{\sqrt{3}} \right)^2 \frac{1}{50^2 \cdot 270^2 \cdot 13,85} \cdot 10^8 = 195 \text{ kg}$$

przy  $U = 100$  V, będzie  $F = 40,2$  kg.

Porównyując otrzymane liczby z wynikami doświadczenia widzimy, że przy zsuniętych rdzeniach i 220 V otrzymuje się siłę, która wynosi: 73,5% obliczonej a przy 100 V już 93,3% obliczonej. Przy szczelinie 20 mm otrzymujemy siły znacznie mniejsze 32,4% i 33,7%. Przyczyną jest rozproszenie linii magn. nie uwzględnione we wzorze.

Indukcja magnetyczna w rdzeniu w powyższych warunkach obliczona wypada

$$B = \frac{U}{\sqrt{3}} \cdot \frac{10^8}{4,44 \cdot s \cdot f \cdot z}$$

przy 220 V —  $B = 15300$ , a przy 100 V —  $B = 6950$ .

Dane z praktyki.  
(Kalen. Uppenborna 1914 r.).

Praca elektr. magn. w kgcm	M o c p o b r a n a			
	Przy wysuniętym rdzeniu		Przy wsuniętym rdzeniu	
	Rzeczywista W	Pozorna VA	Rzeczywista W	Pozorna VA
100	4000	15000	60	300
500	7000	40000	200	600

Elektromagnesy hamulcowe należy zaopatrywać w tłumiki. Dobre tłumiki (fir. Brown-Boveri) są nastawiane osobno na czas skoku do góry od 0,3 do 23 sek. i na czas opadania od 0,2 do 18 sek.

6. *Cewki elektromagnesów* obliczają się odpowiednio jak szeregowo i bocznikowe cewki maszyn elektrycznych. Przy ciągłej pracy i przyroście temperatury względem otoczenia 50° wystarcza 10 cm<sup>2</sup> bocznej powierzchni cewek na wát mocy ciepła wywiązującego się w cewce. Przy cewkach trójfazowych potrójnych, brać należy tylko zewnętrzną boczną powierzchnię całego układu. Obliczenia dokładniejsze (4).

Cewki elektromagnesów hamulcowych trzeba osadzać mocno naciskając sprężynami pod krańcowe zwoje kłaść miękkie podkładki dla uniknięcia uszkodzeń od częstych wstrząsów.

---

## BIBLIOGRAFJA.

1. E. Jasse Die Elektromagnete 1930 r. J. Springer. Tu szczegółowy wykaz źródeł.
  2. C. Michenfelder. Kran u. Transportanlagen 1926. J. Springer.
  3. Elektrot. Zeitsch. 1912 r. str. 29, 57. Pfiffner Die Berechnung von Lasthebemagneten.
  4. Elektrot. Zeitsch. 1932 r. str. 384. G. Schiffner Elektromagnete für Aussetzleistung.
  5. T. Geisler. Uchwyty elektromagnetyczne. 1923. (O uchwytach elektromagnetycznych patrz również „Mechanik” T. II 1932 r. wyd. T.K.T.)
-