

Przy projektowaniu maszyn elektrycznych często dla wyznaczenia współczynnika k_1 stosowany jest empiryczny wzór Osanny

$$k_1 = \frac{t_1 + 108}{z_1 + 108} \quad 46.$$

Lepsze wyniki daje ten sam wzór skorygowany

$$k_1 = \frac{t_1 + 88}{z_1 + 88} \quad 47.$$

4. Amperozwoje dla zębów.

Gdy żłobek jest prostokątnym wówczas ząb posiada przekrój trapezowy o najmniejszym wymiarze Z_2 u podstawy, rys.76, zatem indukcja w zębie nie jest wszędzie jednakowa; największa jest przy podstawie, a najmniejsza u wierzchołka zęba.

Bywają zęby prostokątne, rys.15 / k, l / i wtedy na całej długości zęba indukcja jest jednokowa, a żłobek wypada o przekroju trapezowym. Zdarza się to rzadko i to w tych wypadkach kiedy wymiar zęba przy podstawie, przy zastosowaniu żłobka prostokątnego, wypada zbyt mały i nie czyni zadość wprost wymaganiom wytrzymałościowym, lub gdy indukcja magnetyczna w tym miejscu zęba przekracza dopuszczalne granice. W większości wypadków jednakże żłobek jest o przekroju prostokątnym, a ząb o przekroju trapezowym; uzwojenie wówczas jest łatwiejsze do wykonania.

Strumień magnetyczny z nabiegunków przedostaje się do rżenia twornika częściowo przez zęby, i

częściowo przez żłobki. Okazuje się że przy indukcjach w zębie mniejszych od 19.000, część strumienia przechodzącego przez żłobek jest mała i praktycznie przyjmujemy, że całkowity strumień przechodzi tylko przez zęby. Przy większych nasyceniach $B_z > 19.000$, strumień przechodzący przez żłobek zwiększa się wraz ze zwiększeniem indukcji w zębie wobec czego obliczona ilość amperozwojów na zęby, w założeniu, że cały strumień przechodzi tylko przez zęby, wypadnie zbyt duża i należy ją skorygować.

Obliczmy najpierw amperozwoje dla zębów w przypadku gdy $B_z < 19.000$.

Strumień magnetyczny jaki wchodzi do zęba jest strumieniem zebrany na długości jednej podziałki żłobkowej t_1 i wynosi

$$\phi = B_p \cdot l_1 \cdot t_1$$

lub w przybliżeniu

$$\phi_t = B_p \cdot l \cdot t_1$$

Ten strumień wchodząc do zęba wytwarza w nim w dowolnym miejscu indukcję magnetyczną B_z .

Przekrój zęba w rozpatrywanym miejscu będzie

$$Q_z = k_2 \cdot l \cdot z$$

gdzie l - długość jaką zajmuje żelazo twornika wraz z izolacją rys.75; z - szerokość zęba w dowolnym miejscu
 k_2 - współczynnik zmniejszenia czynnego przekroju z po-

wodu izolacji.

Wobec tego strumień w dowolnym przekroju zęba będzie:

$$\Phi_z = B_z \cdot Q_z = B_z \cdot k_2 \cdot l \cdot z$$

Ponieważ

$$\Phi_t = \Phi_z$$

więc

$$B_p \cdot l \cdot t_1 = B_z \cdot k_2 \cdot l \cdot z$$

skąd

$$B_z = B_p \frac{t_1}{k_2 z} \quad 48.$$

Wielkość minimalna indukcji magnetycznej u wierzchołka zęba o szerokości Z_1 , będzie:

$$B_{z_{min}} = B_p \frac{t_1}{k_2 z_1} \quad 49.$$

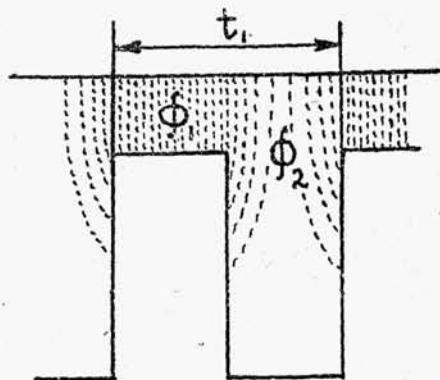
a wielkość maksymalna indukcji u podstawy zęba o szerokości Z_2 wynosi:

$$B_{z_{max}} = B_p \frac{t_1}{k_2 z_2} \quad 50.$$

Mając obie wartości indukcji magnetycznych znajdujemy z wykresów krzywych magnesowania odpowiednie wartości amperozwojów na 1 cm. długości, następnie amperozwoje całkowite:

$$AZ_z = L_z \left(\frac{a_{z_{max}} + a_{z_{min}}}{2} \right) \quad 51.$$

Przy dużych nasyceniach czyli przy $B_z > 19.000$ mamy jak gdyby dwie drogi strumienia magnetycznego połączone równolegle: jedna przez ząb, a druga przez żłobek rys.79.



Rys. 79.

Oznaczając przez ϕ_t strumień przypadający na szerokości jednej podziałki żłobkowej przez ϕ_1 - strumień wchodzący do zęba i przez ϕ_2 - strumień przechodzący przez żłobek, mamy

$$\phi_t = \phi_1 + \phi_2 \quad 52.$$

Jak widzimy żłobek osłabia

strumień w zębie.

Przy dalszych rozważaniach będziemy rozróżniać dwie wielkości indukcji magnetycznej: jedną indukcję teoretyczną, albo idealną B_{zi} , która by wypadła gdyby strumień przypadający na szerokości jednej podziałki żłobkowej przechodził całkowicie przez ząb i drugą - indukcję rzeczywistą B_{zr} , którą otrzymujemy w założeniu, że tenże sam strumień przechodzi przez ząb i żłobek.

Całe obliczenie sprowadza się do wyznaczenia zależności między B_{zi} i B_{zr} .

Gdy równanie 52. podzielimy przez przekrój zęba

$$F_1 = l \cdot z \cdot k_2$$

w dowolnym rozpatrywanym miejscu, otrzymamy

$$\frac{\phi_t}{F_1} = \frac{\phi_1}{F_1} + \frac{\phi_2}{F_1}$$

Pomnożmy i podzielmy drugi składnik tej równości

przez

$$\Phi_2 = l_1 \cdot t_1 - k_2 \cdot z \cdot l_1$$

co stanowi pole przekroju żłobka, a otrzymamy

$$\frac{\Phi_z}{F_1} = \frac{\Phi_1}{F_1} + \frac{\Phi_2 F_2}{F_1 F_2}$$

Bierąc pod uwagę, że

$$\frac{\Phi_z}{F_1} = B_{zi} \quad \frac{\Phi_1}{F_1} = B_{zr}$$

$$\frac{\Phi_2}{F_2} = H$$

jest natężeniem pola magnetycznego w żłobku mamy

$$B_{zi} = B_{zr} + H \left(\frac{F_2}{F_1} \right) \quad 53.$$

Oznaczając stosunek przekroju żłobka do przekroju zęba przez

$$k_3 = \frac{F_2}{F_1} = \frac{l_1 t_1 - k_2 z l_1}{k_2 z l_1} \quad 54.$$

i podstawiając go do równania 53 otrzymamy

$$B_{zi} = B_{zr} + k_3 H$$

Ponieważ

$$H = \frac{az_z}{0,8} = 1,25 \cdot az_z$$

więc równanie 53 można napisać

$$B_{zi} = B_{zr} + 1,25 \cdot k_3 \cdot az_z \quad 55.$$

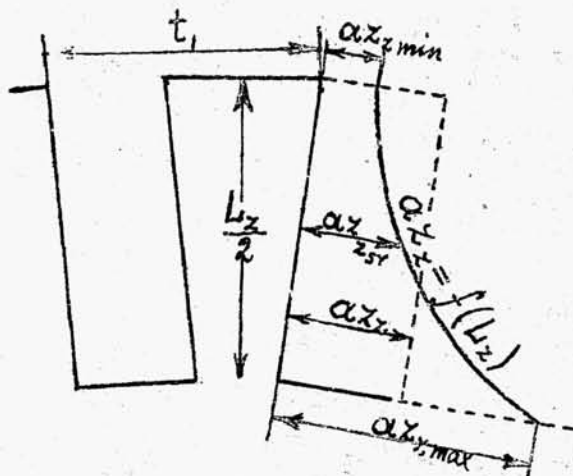
Otrzymaliśmy jedno równanie z dwoma niewiadomymi B_{zr} i az_z , które rozwiązujemy zwykle metodą kolejnych podstawień.

W tym celu wg. wzoru 48 znajdujemy B_{zi} następnie z krzywej magnesowania odpowiednią wartość na az_z , którą wstawiamy w równanie 55 i znajdujemy B_{zr} w

pierwszym przybliżeniu.

Mając B_{Zr} - znajdujemy z tablic odpowiednie az_z , wstawiamy je w równanie 55 i znajdujemy już dokładniej B_{Zr} i t.d.

Ponieważ przekrój zęba, przy żłobku prostokątnym jest wielkością zmienną, jest koniecznem określić rzeczywistą indukcję B_{Zr} w zębie w kilku miejscach. Zwykle wystarczy ograniczyć się do wyznaczenia minimalnej indukcji $/B_z/$ u wierzchołka, średniej $/B_{Zr}/$ i maksymalnej $/B_{Z2}/$ u podstawy zęba.



Rys. 80.

Po obliczeniu tych indukcji znajdujemy z wykresów odpowiednie wartości amperozwojów na 1 cm. długości, których średnia arytmetyczna nie stanowi szukanej wartości amperozwojów dla zębów jak to było w przypadku, gdy $B_z < 19.000$, o czym można się przekonać wy-

kreślając krzywą zależności między wysokością zęba L_z a amperozwojami az_z , rys. 80.

Po splanimetrowaniu otrzymanej krzywej, budujemy równoważny prostokąt o wysokości $\frac{L_z}{2}$ i drugi bok równy az_z

da nam średnią liczbę amperozwojów na 1 cm. długości . pba.

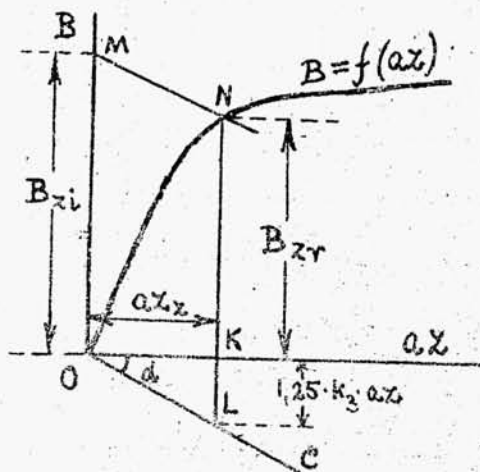
Charakter krzywej jest zbliżony do paraboli zatem stosując wzór Simpsona możemy analitycznie znaleźć wielkość amperozwojów dla zęba na 1 cm. jego długości

$$aZ_z = \frac{aZ_{zmin} + 4aZ_{zsr} + aZ_{zmax}}{6} \quad 56.$$

Amperozwoje całkowite

$$AZ_z = aZ_z \cdot l_z$$

Rzeczywistą indukcję B_{zr} magnetyczną w zębie możemy znaleźć posługując się wykresem przedstawionym na rys. 81. Mając krzywą magnecowania dla gatunku blachy, z której jest wykonany twornik, prowadzimy z punktu O prostą OC pod ką-



Rys. 81.

tem α do osi aZ , gdzie $\operatorname{tg} \alpha = 1,25 \cdot k_3$. Następnie z punktu M odpowiadającego indukcji idealnej B_{zi} , obliczonej wg. wzoru 48 prowadzimy prostą MN równoległą do OC. Spuszczając z punktu N prostą NL prostopadłą do osi aZ , otrzymamy

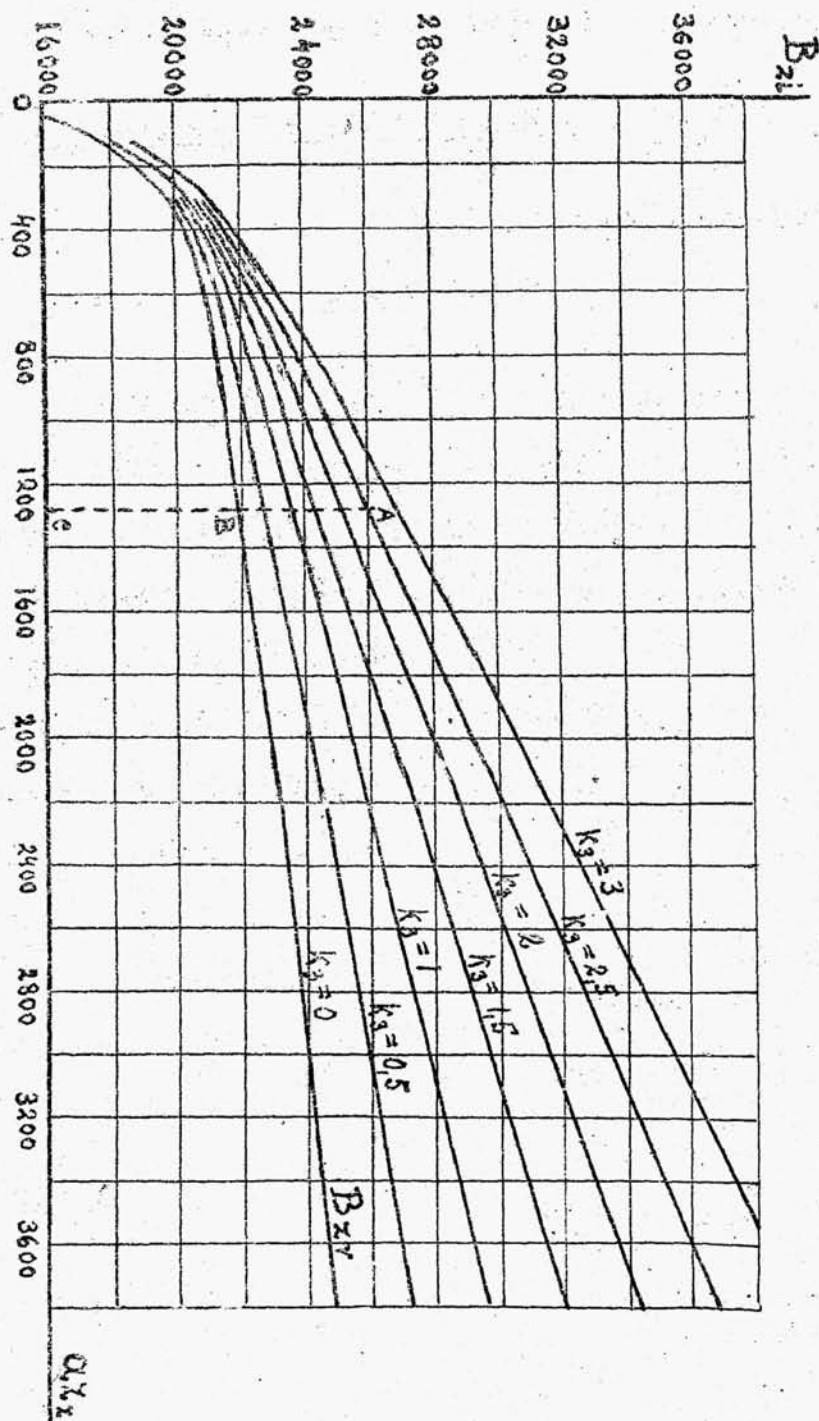
następujące wielkości:

$$B_{zi} = MK$$

$$aZ_z = OK$$

$$1,25 \cdot k_3 \cdot aZ_z = KL$$

Na rys.82 przedstawiony jest cały szereg krzywych zależności B_{zi} i az_z dla różnych współczynników k_3 .



Rys 82.

P r z y k ł a d.

Dane: $B_{zi} = 26000$, $k_3 = 2,5$. Znaleźć B_{zr} .

Z punktu A, przecięcia się poziomej, odpowiadającej indukcji 26000, z krzywą $k_3 = 2,5$, prowadzimy prostopadłą w dół do przecięcia się z krzywą magnesowania czyli z krzywą indukcji rzeczywistej $/k_3 = 0/$. Dla tego punktu $B_{zr} = 21850$ /punkt B/ i $az_z = 1285$ /punkt C/.

W punkcie 6 niniejszego rozdziału podajemy obliczenie amperozwojów dla magnesów. W tem miejscu nadmieniamy, że rdzenie magnesów mogą być masywne, lub z blach, podobnie jak twornik. Zależy to od wielkości wahan inductioni /pulsacji pola/ w szczelinie, a więc i w magnesach skutkiem uzębienia twornika.

Pulsacja pola w magnesach charakteryzuje się t.zw. współczynnikiem prądów wirowych

$$f_w = (k_1 - 1) \left(\frac{B_p}{10^5} \right) \frac{n}{60} \cdot z \quad 57.$$

gdzie k_1 - współczynnik wg. wzoru 47, z - liczba żłobków, B_p - indukcja w szczelinie, n - liczba obrotów twornika na minutę, z - liczba żłobków.

Gdy f_w wypadnie większy od 10 należy rdzenie biegunów dawać z blach żelaznych.