

DŁAWIK WIELKI

(do wygrzewania).

Dane:

$$U = E = 150 \text{ V}, \quad J = 75 \text{ A}, \quad P = 11,3 \text{ kVA}, \\ f = 100/\text{sek}.$$

Szkic wymiarowy rdzenie (typ płaszczykowy).

Przekrój rdzenia

$$S = \frac{10 \times 10}{1,1} = 91 \text{ cm}^2$$

(spółczynnik 1,1 ze względu na izolację blach.

Przyjmuję

$$B = 12500 \text{ G}$$

Ilość zwojów:

$$Z = \frac{10^8 \cdot E}{4,44 \cdot S \cdot B_m \cdot f} = \frac{150 \cdot 10^8}{4,44 \cdot 91 \cdot 12500 \cdot 50} = 60$$

$$\underline{Z = 60}$$

Amperozwoje:

1. Ogólne:

$$(J \cdot z_m) = | 2 \cdot J_{sk} \cdot z = | 2 \cdot 75 \cdot 60 = \underline{6370}$$

2. W żelazie:

dla $B_m = 12500$ jest $i z = 10$ amperozwojów/cm

zatem

$$(J_z)_{Fe} = (iz) \cdot l_{Fe} = 10(2,15 + 2,4 + 5) = 537$$

3. W szczelinie:

$$(J_z)_{sz} = (J_z) - (J_z)_{Fe} = 5733$$

$$(J_z)_{sz} = 0,8 \cdot B \cdot d \quad ; \quad = \frac{(J_z)_{sz}}{0,8 \cdot B \cdot d} = \frac{5733}{0,8 \cdot 12500 \cdot d}$$

$$= 0,15 \text{ cm}$$

$$= 1,5 \text{ mm}$$

Grubość podkładek preszpanowych w szczelinach ma zatem wynosić około 1,5 mm. Grubość tę trzeba eksperymentalnie tak ustalić, aby prąd dławika wynosił $J = 75 \text{ A}$ przy napięciu dławika $U = 150 \text{ V}$.

Uzwojenie:

Przyjmuję gęstość prądu

$$i_d = 2,5 \text{ A/mm}^2$$

$$\text{zatem przekrój drutu } q = \frac{75}{2,5} = 30 \text{ mm}^2$$

$$q = 30 \text{ mm}^2$$

Można przyjąć drut okrągły (2 x bawełna)

o średnicy

$$d = 6,5 \text{ mm}$$

która odpowiada przekrojowi

$$q = 33,5 \text{ mm}^2$$

lub drut o innym kształcie przekroju

(n.p. o przekroju prostokątnym) o $q = 30 \text{ mm}^2$

Opór (dla drutu o $d = 6,5 \text{ mm}$)

$$R = \frac{z \cdot \acute{s}r}{q \cdot 57} \cdot 1,2 \quad (57 - \text{przewodność miedzi}$$

$$1,2 - \text{spółczynnik, uwzględniający nagrzanie}).$$

Średnia długość jednego zwoju

$$\acute{s}r = 4 \times 10 + 4 = 52,6 \text{ cm} = 0,53 \text{ m}$$

$$R = \frac{60 \cdot 0,53}{33,5 \cdot 57} \cdot 1,2 = 0,02$$

$$R = 0,02$$

Spadek napięcia

$$U = J \cdot R = 0,02 \cdot 75 = 1,5 \text{ V}$$

$$U = 1,5 \text{ V}$$

Straty:

1. Straty miedzi:

$$P_{Cu} = U \cdot J = 1,5 \cdot 75 = 113 \text{ W}$$

$$P_{Cu} = 113 \text{ W}$$

2. Straty żelaza:

Ciężar żelaza

$$G_{Fe} = 7,5 \cdot \frac{100(2,15 + 28)}{1000} = 44 \text{ kg}$$

Stratność: blacha transformatorowa 0,5 mm

$$\text{blachy} = 0,5 \text{ mm}$$

dla $B = 10 \text{ 000 G}$

$$p_{10} = 2,3 \text{ W/kg}$$

Dla $B = 12500 \text{ G}$

$$p_{12,5} = 2,3 \cdot 1,25^2 = 3,6 \text{ W/kg}$$

Zatem straty całkowite:

$$P_{Fe} = 44 \cdot 3,6 = 158 \text{ W}$$

$$P_{Fe} = 158 \text{ W}$$

Straty ogólne: $P_S = P_{Cu} + P_{Fe} = 113 + 158 = 271 \text{ W}$

$$P_S = 271 \text{ W}$$

Nagrzanie:

Czynna powierzchnia chłodząca

$$S = 2.2,5.2,8 + 2.1,9.2,8 + 2.1,0.2,0,5 + 2.1,5.2,2 = 33,2 \text{ dm}^2 \quad s = 33,2 \text{ dm}^2$$

Straty na dm^2

$$q = \frac{271}{33,2} = 8,16 \text{ W/dm}^2 \quad q = 8,16 \text{ W/dm}^2$$

Przyjmuję $t = 50^\circ$ dla

$$q_{50} = 7,5 \text{ W/dm}^2$$

Uzwojenia:

Zatem nadwyżka temp.

$$t = 50 \frac{q}{q_{50}} = 54,5^\circ \text{ C} \quad t = 54,5^\circ \text{ C}$$

Temperatura ta jest dopuszczalna (ruch przerywany).

D Ł A W I K M A Ł Y

wysokiego napięcia.

Dane:

$$U = E = 1500 \text{ V}, \quad J = 0,133 \text{ A}, \quad P = 200 \text{ VA}$$

$$f = 100/\text{sek}$$

Szkic wymiarowy rdzenia:

Typ płaszczowy:

Przekrój rdzenia

$$s = \frac{3,4}{1,1} = 11 \text{ cm}^2$$

$$\text{Przyjmuję} \quad B = 15 \text{ 000 G}$$

Ilość zwojów

$$z = \frac{10^8 \cdot E}{4,44 \cdot s \cdot B \cdot f} = \frac{1500 \cdot 10^8}{4,44 \cdot 11 \cdot 15000 \cdot 50} = 4 \text{ 000}$$

$$z = 4 \text{ 000}$$

Amperozwoje:

1. Ogólne

$$(Jz) = | 2 \cdot I_{sk} \cdot z = | 2 \cdot 0,133 \cdot 4000 = 746$$

2. W żelazie: dla $B = 15 \text{ 000 G}$ jest $iz = 25 \text{ az/cm}$

$$(Jz)_{Fe} = (iz) \cdot Fe = 25 \cdot (2,8 + 2 \cdot 2,5 + 1,5) = 640$$

3. Szczelina

$$(Jz)_{sz} = 746 - 640 = \underline{106}$$

Dławik może być zatem wykonany bez szczeliny - z przekładanych blach.

$$d_s = 9 + 7 + 125 = 20 \text{ mm} = 0,2 \text{ m}$$

$$R = \frac{4000 \cdot 0,2}{0,097,37} \cdot 1,2 = 173$$

$$R = 173$$

Spadek napięcia (ohmowy)

$$U = 173 \cdot 0,133 = 23 \text{ V}$$

$$U = 23 \text{ V}$$

Straty:

1. Straty miedzi:

Uzwojenie:

$$P_{Cu} = 23 \cdot 0,133 = 3,1 \text{ W}$$

$$P_{Cu} = 3,1 \text{ W}$$

Przyjmuję gęstość prądu

$$i_d = 1,5 \text{ A/mm}^2$$

Zatem przekrój drutu:

$$q = \frac{0,133}{1,5} = 0,089 \text{ mm}^2$$

$$G_{Fe} = \frac{0,133}{1000} = 0,000133 \text{ kg}$$

Przyjmuję drut okrągły o izolacji - emalji

$$d = 0,35 \text{ mm}$$

o przekroju

$$q = 0,097 \text{ mm}^2$$

Konstrukcja uzwojenia:

$$P_{10} = 23 \text{ W/kg}$$

Uzwojenie składa się z 8 cewek po 500 zwojów, o wy-

$$d_{10} = 10 \cdot 0,00$$

$$d_{10} = 10 \cdot 0,00$$

miarach zewnętrznych:

$$P_{10} = 2,3 \cdot 1,5^2 = 5,2 \text{ W/kg}$$

są one straty całkowite

Przy nawijaniu każdej z tych

$$P_{Fe} = 5,2 \cdot 2,4 = 12,5 \text{ W}$$

$$P_{Fe} = 12,5 \text{ W}$$

cewek co 100 zwojów dawać

izolację papierową. Całą cew-

Straty całkowite

kę owinać taśmą bawełnianą

$$P_0 = P_{Cu} + P_{Fe} = 3,1 + 12,5 = 15,6 \text{ W}$$

$$P_0 = 15,6 \text{ W}$$

i napoić na gorąco lakierem

zagrzaniem:

bakalitowym.

$$\text{Powierzchnia czynna: } S = 2,2 \cdot 1,1 = 2,42 \text{ dm}^2$$

$$q = \frac{15,6}{2,4} = 6,5 \text{ W/dm}^2$$

Cewki należy nasunąć na skrzyn-

kę z preszpanu 1,5mm, o wymia-

Nadwyżka temperatury

rach:

Między poszczególne

cewki należy wstawić

podkładki z preszpanu

1 mm:

Po zestawieniu całego uzwoje-

nia cewki, należy połączyć

ze sobą szeregowo.

Opór uzwojenia:

Średnia długość zwoju

$$\acute{s}r = 9 + 7 + 125 = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$R = \frac{4000 \cdot 0,2}{0,097 \cdot 57} \cdot 1,2 = 173$$

$$R = 173$$

Spadek napięcia (ohmowy)

$$U = 173 \cdot 0,133 = 23 \text{ V}$$

$$U = 23 \text{ V}$$

Straty:

1. Straty miedzi:

$$P_{Cu} = U \cdot I = 23 \cdot 0,133 = 3,1 \text{ W}$$

$$P_{Cu} = 3,1 \text{ W}$$

2. Straty żelaza:

Ciężar: *ciężar rdzenia wykonana z blach przekładanych.*

$$G_{Fe} = 7,5 \cdot \frac{3 \cdot 4 \cdot (8+8+11)}{1000} = 2,4 \text{ kg}$$

Stratność: rdzeń wykonany ze zwyczajnej blachy

transformatorowej 0,5 mm grubej

dla B = 10 000

$$p_{10} = 2,3 \text{ W/kg}$$

dla B = 15 000

$$p_{15} = 2,3 \cdot 1,5^2 = 5,2 \text{ W/kg}$$

zatem straty całkowite

$$P_{Fe} = 5,2 \cdot 2,4 = 12,5 \text{ W}$$

$$P_{Fe} = 12,5 \text{ W}$$

Straty całkowite

$$P_S = P_{Cu} + P_{Fe} = 3,1 + 12,5 = 15,6 \text{ W}$$

$$P_S = 15,6 \text{ W}$$

Nagrzanie:

$$\text{Powierzchnia czynna: } S = 2 \cdot 1,1 \cdot 1 = 2,2 \text{ dm}^2$$

$$S = 2,2 \text{ dm}^2$$

$$q = \frac{15,6}{2,2} = 7,1 \text{ W/dm}^2$$

$$q = 7,1 \text{ W/dm}^2$$

Nadwyżka temperatury

$$t = 50 \cdot \frac{7,1}{7,5} = 47^\circ \text{ C}$$

$$t = 47^\circ \text{ C}$$

Dławik do wygrzewania (150 V, 75 A) wykonać można również z pojedynczą (a nie z podwójną) szczeliną.

Wykonanie odpowiada wtedy szkicowi

Dolna część rdzenia wykonana z blach przekładanych.

Amperowość:

1. Ogólne:

Warstwa 1.

Warstwa 2.

Uwagi ogólne.

W rysunku konstrukcyjnym dławika na 10 kVA nie podana została osłona. Konstrukcja tej osłony zależy bowiem od podstawy, względnie urządzenia do transportu dławika.

Na szkicu wymiarowym dławika wysokiego napięcia (1500 V) podano jedynie wymiary części zasadniczych, t.j. rdzenia żelaznego oraz uzwojenia.

Bliższych szczegółów konstrukcyjnych dla innych części (jak uchwyt rdzenia, osłona) nie podano. Ze względu na to, iż dławiki te (wysokiego napięcia) muszą być wykonywane masowo (50 sztuk dla jednego urządzenia) trzeba bowiem w konstrukcji uwzględnić urządzenia fabrykacyjne w wytwórni, która je wytwarza.

Jako sygnalizacyjne lampy neonowe użyć można neonówki na 220 V, połączone w szereg z oporem $R = (60 - 100) \cdot 10^3$, wytrzymującym prąd $i = 20$ mA.

Straty żelaza

DŁAWIK WIELKI

(do wygrzewania)

Stratność: blacha transformatorowa 0,3 mm

blachy = 0,3 mm

Dane:

U = E = 150 V, J = 75 A, P = 11,3 kVA

dla f = 50

f = 100/sek

Szkic wymiarowy rdzenia

Estymacja straty całkowite:

Przekrój rdzenia

$P_{Fe} = 5,65 \cdot 26 = 147 \text{ W}$

$s = \frac{8,8}{1,1} = 58 \text{ cm}^2$

$P_{Fe} = 147 \text{ W}$

Straty ogólne

Przyjmuję

$B_m = 10\ 000 \text{ G}$

$P_g = P_{Cu} + P_{Fe} = 93 + 147 = 240 \text{ W}$

Ilość zwojów

$P_g = 240 \text{ W}$

Wzrost

$Z = \frac{10^8 \cdot E}{4,44 \cdot s \cdot B_m \cdot f} =$

Czynnik porównawczy

$= \frac{150 \cdot 10^8}{4,44 \cdot 58 \cdot 10^4 \cdot 100} =$

$= 58 + 2 \cdot 0,8 \cdot 2,3 + 4 \cdot 0,6 \quad Z = 58$

Amperozwoje:

1. Ogólne:

$(Jz)_m = | 2 \cdot J_{sk} \cdot z = | 2 \cdot 75 \cdot 58 = 6160$

2. W żelazie: $i z_{10\ 000} = 4,5$

$(Jz)_{Fe} = i z \cdot P_{Fe} = 4,5 \cdot (2 \cdot 15 + 2 \cdot 4 + 4) = 227$

3. W powietrzu

$(Jz)_{szcz} = (Jz) - (Jz)_{Fe} = 5833$

Szczelina

$= \frac{(Jz)_{szcz}}{0,8 \cdot B \cdot 2} = \frac{5833}{0,8 \cdot 10\ 000 \cdot 2} = 3,6 \text{ mm}$

$B = 10\ 000 \text{ G}$
 $= 3,6 \text{ mm}$

Uzwojenie:

Przyjmuję gęstość prądu

$i_d = 2,5 \text{ A/mm}^2$

zatem przekrój drutu

$q = 30 \text{ mm}^2$

Drut okrągły

$d = 6,5 \text{ mm}$

Straty miedzi:

W stosunku

$= \frac{4,8 + 4}{4 \cdot 10 + 4} \cdot \frac{58}{60} = 0,82$ mniejsze aniżeli

dławika na f = 50

$P_{Cu} = 113 \cdot 0,82 = 93 \text{ W}$

$P_{Cu} = 93 \text{ W}$

Straty żelaza

$$G_{Fe} = 7,5 \cdot \frac{64 \cdot (2 \cdot 15 + 24)}{1000} = 26 \text{ kg}$$

Stratność: blacha transformatorowa 0,5 mm

blachy = 0,5 mm

dla B = 10 000 G i f = 50

p₅₀ = 2,3W/kg

dla f = 100

$$P_{100} = 2,3 \cdot \left(\frac{f}{50}\right)^{1,3} = 2,3 \cdot 2^{1,3} = 2,3 \cdot 2,46 = 5,65 \text{ W/kg}$$

Zatem straty całkowite:

$$P_{Fe} = 5,65 \cdot 26 = 147 \text{ W}$$

$$P_{Fe} = 147 \text{ W}$$

Straty ogólne

$$P_S = P_{Cu} + P_{Fe} = 93 + 147 = 240 \text{ W}$$

$$P_S = 240 \text{ W}$$

Nagrzanie:

Czynna powierzchnia chłodząca:

$$\begin{aligned} S &= 2 \cdot 2,3 \cdot 2,4 + 8 \cdot 1,7 \cdot 2,4 \\ &+ 2 \cdot 0,8 \cdot 2,3 + 4 \cdot 0,6 \cdot 1,5 = \\ &= 26,5 \text{ dm}^2 \end{aligned}$$

Straty na dm²

$$q = \frac{240}{26,5} = 9,06 \text{ W/dm}^2$$

$$t = 50 \cdot \frac{9,06}{7,5} = 60,4^\circ\text{C}$$

Za dużo!

Trzeba n.p. zwiększyć szerokość pakietu rdzeni z 80 mm na 90 mm.

$$B = \frac{10000 \cdot 80}{90} = 8900 \text{ G}$$

$$B = 8900 \text{ G}$$

Ilość zwojów bez zmian

$$z = 58$$

Straty miedzi

$$P_{Cu} = 93 \cdot \frac{46,6}{44,6} = 97 \text{ W}$$

$$P_{Cu} = 97 \text{ W}$$

Straty żelaza

$$G_{Fe} = 26 \cdot \frac{9}{8} = 29,3 \text{ kg}$$

Stratność

$$p = 5,67 \cdot 0,89^2 = 4,49 \text{ W/kg}$$

zatem

$$P_{Fe} = 29,3 \cdot 4,49 = 132 \text{ W}$$

$$P_{Fe} = 132 \text{ W}$$

Straty całkowite:

$$P_S = 97 + 132 = 229 \text{ W}$$

$$P_S = 229 \text{ W}$$

Nagrzanie

Czynna powierzchnia

$$S = 26,5 + 2 \cdot 0,1 \cdot (2,3 + 2,4) = 27,5 \text{ dm}^2$$

Straty na dm^2

$$q = \frac{229}{27,5} = 8,31 \text{ W/dm}^2$$

$$t = 50 \cdot \frac{8,31}{7,5} = 55,4^\circ\text{C dopuszczalne}$$

$$t = 55,4^\circ \text{ C}$$

Pozostają więc wymiary definitywne:

Ilość zwojów

58

drut

0,5mm ϕ

izolacja

podwójna

bawełna.

Grubość szczeliny

$$(I_z)_{8900} = 3,2$$

$$(J_z)_{Fe} = 3,2 \cdot 50,5 = 162$$

Amperozwoje szczeliny

$$(J_z)_{szcz} = 6000$$

Szczelina

$$= \frac{6000}{0,8 \cdot 8900 \cdot 2} = 0,42 \text{ cm}$$

$$= 4,2 \text{ mm}$$

D Ł A W I K M A Ł Y

wysokiego napięcia.

Dane:

$$U = E = 1500 \text{ V}, \quad J = 0,133 \text{ A} \quad P = 200 \text{ VA}$$
$$f = 100/\text{sek}$$

Pozostają bez zmian wymiary jak przy dławiku na $f = 50$, z tą różnicą, iż rdzeń wykonany będzie ze szczeliny.

Ilość zwojów

$$z = 4000$$

drut

$$d = 0,35 \text{ mm}$$

Izolacja: emalia

Konstrukcja cewek jak dla dławika $f = 50$

$$\text{Indukcja } B = \frac{B_{50}}{2} = 7500 \text{ G}$$

$$B = 7500 \text{ G}$$

1. Amperozwoje ogólne 746 Az

2. Amperozwoje żelaza

$$(Jz)_{Fe} = 2,6 \cdot 25,5 = \underline{66 \text{ Az}}$$

3. Amperozwoje szczeliny

$$(Jz)_{sz} = 746 - 66 = 680 \text{ Az}$$

Szczelina

$$= \frac{680}{0,8 \cdot 7500 \cdot 2} = 0,057 \text{ cm}$$

$$= 0,6 \text{ mm}$$

Straty żelaza

$$p = 2,3 \cdot 0,75^2 \cdot 2^{1,3} = 3,2 \text{ W/kg}$$

Ciążar żelaza: 2,4 kg

zatem

$$P_{Fe} = 3,2 \cdot 2,4 = \underline{7,7 \text{ W}} \text{ mniej niż dla } f = 50$$