1.

$f := 50$ $n1 := 3000$ $P2 := 55000$ $m := 3$ $U1н := 220$

$$p := 60 \cdot \frac{f}{n1} = 1$$

$h := 0.225$ $Da := 0.392$ $Kd := 0.52$

31. 4A225M2	55	380 (3,5)	3000

$D := Kd \cdot Da = 0.204$ (м)

$$\tau := \frac{\pi \cdot D}{2 \cdot p} = 0.32$$

$ke := 0.98$ $\eta := 0.90$ $cos\varphi := 0.91$

$$P' := P2 \cdot \frac{ke}{\eta \cdot cos\varphi} = 6.581 \cdot 10^4$$

$A := 40000$ $B\delta := 0.74$

$коб1 := 0.95$

$$kb := \frac{\pi}{2 \cdot \sqrt{2}} = 1.111$$

$$\Omega := \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{p} = 314.159$$

$$l\delta := \frac{P'}{kb \cdot D^2 \cdot \Omega \cdot коб1 \cdot A \cdot B\delta} = 0.161$$

$$\lambda := \frac{l\delta}{\tau} = 0.504$$

2.

$t1max := 0.018$ $t1min := 0.016$

$$Z1min := \frac{\pi \cdot D}{t1max} = 35.577$$ $$Z1max := \frac{\pi \cdot D}{t1min} = 40.024$$

$Z1 := 36$

$$q := \frac{Z1}{2 \cdot p \cdot m} = 6$$

$$t1 := \frac{\pi \cdot D}{2 \cdot p \cdot m \cdot q} = 0.018$$ (м)

$$I1н := \frac{P2}{m \cdot U1н \cdot cos\varphi \cdot \eta} = 101.75$$

$$u' := \frac{\pi \cdot D \cdot A}{I1н \cdot Z1} = 6.993$$

$u' := 7 \qquad a := 2$

$$u := a \cdot u' = 14$$

$$w1 := \frac{u \cdot Z1}{2 \cdot a \cdot m} = 42$$

$$A := \frac{2 \cdot I1н \cdot w1 \cdot m}{\pi \cdot D} = 4.004 \cdot 10^4$$

$A := 40000$

$kоб1 := 0.95$

$$Ф := \frac{ke \cdot U1н}{4 \cdot kb \cdot w1 \cdot kоб1 \cdot f} = 0.024$$

$$B\delta := \frac{p \cdot Ф}{D \cdot l\delta} = 0.739$$

$B\delta := 0.74$

$AJ1 := 185 \cdot 10^9$

$$J1 := \frac{AJ1}{A} = 4.625 \cdot 10^6$$

предварительно

$$qэф := \frac{I1н}{a \cdot J1} = 1.1 \cdot 10^{-5}$$

$nэл := 10$

$$qэл := \frac{qэф}{nэл} = 1.1 \cdot 10^{-6} \qquad (м^2)$$

потаблице

$qэл := 1.094 \cdot 10^{-6} \qquad dэл := 1.18 \cdot 10^{-3} \qquad dиз := 1.26 \cdot 10^{-3}$

$qэф := qэл \cdot nэл = 1.094 \cdot 10^{-5} \qquad (м^2)$

$$J1 := \frac{I1н}{a \cdot qэл \cdot nэл} = 4.65 \cdot 10^6$$

3.

$kc := 0.97$ $lcm1 := l\delta = 0.161$ $Bz1 := 1.6$ $Ba := 1.4$

$$bz1 := \frac{B\delta \cdot t1 \cdot l\delta}{Bz1 \cdot lcm1 \cdot kc} = 0.008 \quad (м)$$

$$ha := \frac{\Phi}{2 \cdot Ba \cdot lcm1 \cdot kc} = 0.055 \quad (м)$$

$bшc := 4$ (мм)

$hшc := 1$ (мм)

$$hn := \frac{Da - D}{2} - ha = 0.039 \quad (м)$$

$$b1c := \frac{\pi \cdot (D + 2 \cdot hn)}{Z1} - bz1 = 0.016 \quad (м)$$

$$b2c := \frac{\pi \cdot (D \cdot 10^3 + 2 \cdot hшc - bшc) - Z1 \cdot bz1 \cdot 10^3}{Z1 - \pi} = 10.005 \, (мм)$$

$$h1c := hn \cdot 10^3 - \left(hшc + \frac{b2c - bшc}{2}\right) = 34.595 \quad (мм)$$

$\Delta bn := 0.2$ $\Delta hn := 0.2$ (мм)

$b'1 := b1c \cdot 10^3 - \Delta bn = 15.843$ (мм)

$b'2 := b2c - \Delta bn = 9.805$ (мм)

$h'1 := h1c - \Delta hn = 34.395$ (мм)

$bиз := 0.4$ (мм)

$Snp := 0$ $Suз := bиз \cdot (2 \cdot hn \cdot 10^3 + b1c \cdot 10^3 + b2c) = 41.298$ $(мм^2)$

$$S'n := \frac{b'1 + b'2}{2} \cdot h'1 - Suз - Snp = 399.796 \quad (мм^2)$$

$$kз := \frac{(diз \cdot 10^3)^2 \cdot u \cdot nэл}{S'n} = 0.556$$

4.

$\delta := 1.2$ (мм)

$Z2 := 28$

Внешний_диаметр $D2 := D - 2 \cdot \delta \cdot 10^{-3} = 0.201$ (м)

$L1 := l\delta = 0.161 \qquad L2 := L1 = 0.161 \qquad (м)$

$tz2 := \frac{\pi \cdot D2}{Z2} = 0.023 \qquad (м)$

$kв := 0.23$

$Dj := kв \cdot Da = 0.09 \qquad Dв := Dj = 0.09 \qquad (м)$

$vi := \frac{2 \cdot m \cdot w1 \cdot kоб1}{Z2} = 8.55$

$ki := 0.2 + 0.8 \cdot cos\varphi = 0.928$

$I2 := ki \cdot I1н \cdot vi = 807.326$

$J2 := 3.3 \cdot 10^{6}$

$qc := \frac{I2}{J2} = 2.446 \cdot 10^{-4} \qquad (м^2)$

$bшр := 1.5 \qquad hшр := 0.7 \qquad h'шр := 0.3 \qquad (мм)$

$Bz2 := 1.8$

$lcm2 := l\delta = 0.161$

$bz2 := \frac{B\delta \cdot tz2 \cdot l\delta}{Bz2 \cdot lcm2 \cdot kc} = 0.01 \qquad (м)$

$b1p := \frac{\pi \cdot (D2 \cdot 10^{3} + 2 \cdot hшр - 2 \cdot h'шр) - Z2 \cdot bz2 \cdot 10^{3}}{Z2 + \pi} = 11.789 \ (мм)$

$b2p := \sqrt{\frac{b1p^{2} \cdot \left(\frac{Z2}{\pi} + \frac{\pi}{2}\right) - qc \cdot 10^{6} \cdot 4}{\frac{Z2}{\pi} - \frac{\pi}{2}}} = 8.073 \qquad (мм)$

$h1p := (b1p - b2p) \cdot \frac{Z2}{2 \cdot \pi} = 16.561 \qquad (мм)$

Принимаем $b1p := 12 \qquad b2p := 8 \qquad h1p := 17 \qquad (мм)$

$hn2 := h'шр + hшр + \frac{b1p}{2} + h1p + \frac{b2p}{2} = 28 \qquad (мм)$

Принимаем $hn2 := 28 \qquad (мм)$

$$qc := \left(\frac{\pi}{8}\right) \cdot \left(b1p^2 + b2p^2\right) + 0.5 \cdot \left(b1p + b2p\right) \cdot h1p = 251.681 \left(мм^2\right)$$

$$J2 := \frac{I2}{qc \cdot 10^{-6}} = 3.208 \cdot 10^6$$

$$\Delta := 2 \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot p}{Z2}\right) = 0.224$$

$$Iкл := \frac{I2}{\Delta} = 3.605 \cdot 10^3$$

$$Jкл := 0.85 \cdot J2 = 2.727 \cdot 10^6$$

$$qкл := \frac{Iкл}{Jкл} = 0.001 \qquad \left(м^2\right)$$

$$bкл := 1.25 \cdot hn2 = 35 \qquad (мм)$$

$$aкл := \frac{qкл \cdot 10^6}{bкл} = 37.779 \qquad (мм)$$

$$qкл := bкл \cdot aкл = 1.322 \cdot 10^3 \qquad \left(мм^2\right)$$

$$Dк.ср := D2 \cdot 10^3 - bкл = 166.44 \qquad \left(мм^{\square}\right) \qquad мм\_2!!!!!$$

5.

$$Bz1 := \frac{B\delta \cdot t1 \cdot l\delta}{bz1 \cdot lcm1 \cdot kc} = 1.6$$

$$t2 := tz2 = 0.023$$

$$Bz2 := \frac{B\delta \cdot t2 \cdot l\delta}{bz2 \cdot lcm2 \cdot kc} = 1.8$$

$$Ba := \frac{\Phi}{2 \cdot ha \cdot lcm1 \cdot kc} = 1.4$$

$$mk2 := 0 \qquad dk2 := 0 \qquad Так\_как\_нет\_аксиальных\_каналов$$

$$h'j := \frac{2 + p}{3.2 \cdot p} \cdot \left(\frac{D2 \cdot 10^3}{2} - hn2\right) - \frac{2}{3} \cdot dk2 \cdot mk2 = 68.175 \qquad (мм)$$

$$Bj := \frac{\Phi}{2 \cdot h'j \cdot 10^{-3} \cdot lcm2 \cdot kc} = 1.139$$

$$bш1 := bшр = 1.5 \qquad (мм)$$

$$\gamma := \frac{\left(\frac{b\omega c}{\delta}\right)^2}{5 + \frac{b\omega c}{\delta}} = 1.333$$

$$k\delta := \frac{t1 \cdot 10^3}{t1 \cdot 10^3 - \gamma \cdot \delta} = 1.099$$

$$F\delta := 1.59 \cdot 10^6 \cdot B\delta \cdot k\delta \cdot \delta \cdot 10^{-3} = 1.551 \cdot 10^3$$

$$Hz1 := 850 \qquad Hz2 := 1520$$

$$hz1 := hn = 0.039 \qquad (м)$$

$$hz2 := hn2 \cdot 10^{-3} - 0.1 \cdot b2p \cdot 10^{-3} = 0.027 \qquad (м)$$

$$Fz1 := 2 \cdot hz1 \cdot Hz1 = 65.616$$

$$Fz2 := 2 \cdot hz2 \cdot Hz2 = 82.688$$

$$kz := 1 + \frac{Fz1 + Fz2}{F\delta} = 1.096$$

$$Ha := 400 \qquad Hj := 1290$$

$$La := \frac{\pi \cdot (Da - ha)}{2 \cdot p} = 0.529 \qquad (м)$$

$$hj := \left(\frac{D2 - Dj}{2} - hn2 \cdot 10^{-3}\right) = 0.028 \qquad (м)$$

$$Lj := \frac{\pi \cdot (Dj + hj)}{2 \cdot p} = 0.185 \qquad (м)$$

$$Fa := La \cdot Ha = 211.44$$

$$Fj := Lj \cdot Hj = 238.701$$

$$F\text{ц} := F\delta + Fz1 + Fz2 + Fa + Fj = 2.15 \cdot 10^3$$

$$k\mu := \frac{F\text{ц}}{F\delta} = 1.386$$

$$I\mu := \frac{p \cdot F\text{ц}}{0.9 \cdot m \cdot w1 \cdot коб1} = 19.957$$

$$I''\mu := \frac{I\mu}{I1н} = 0.196$$

6.

$$\rho 115 := \frac{10^{-6}}{41}$$

$ln1 := l\delta = 0.161 \quad (м)$

$B := 0.01 \quad (м)$

$Кл := 1.2$

$hn1 := hn = 0.039 \quad (м)$

$\beta 1 := 1$

$$bкт := \frac{\pi \cdot (D + hn1)}{2 \cdot p} \cdot \beta 1 = 0.381 \quad (м)$$

$lл1 := Кл \cdot bкт + 2 \cdot B = 0.477 \quad (м)$

$lср1 := 2 \cdot (ln1 + lл1) = 1.277 \quad (м)$

$L1 := lср1 \cdot w1 = 53.626 \quad (м)$

$$r1 := \rho 115 \cdot \frac{L1}{qэф \cdot a} = 0.06$$

$Квыл := 0.26$

$lвыл := Квыл \cdot bкт + B = 0.109 \quad (м)$

$$r''1 := r1 \cdot \frac{I1н}{U1н} = 0.028$$

$$\rho 115 := \frac{10^{-6}}{20.5}$$ *Примечание_таблицы_5.1*

$l2 := l\delta = 0.161 \quad (м)$

$$rc := \rho 115 \cdot \frac{l2}{qc \cdot 10^{-6}} = 3.129 \cdot 10^{-5}$$

$hкл := 1.2 \cdot hn2 = 33.6 \quad (мм)$

$Dклср := D2 - hкл \cdot 10^{-3} = 0.168 \quad (м)$

$$rкл := \rho 115 \cdot \frac{\pi \cdot Dклср}{Z2 \cdot qкл \cdot 10^{-6}} = 6.947 \cdot 10^{-7}$$

$$r2 := rc + \frac{2 \cdot r\kappa л}{\Delta^2} = 5.9 \cdot 10^{-5}$$

$$r'2 := r2 \cdot \frac{4 \cdot m \cdot \left(w1 \cdot коб1\right)^2}{Z2} = 0.04$$

$$r''2 := r'2 \cdot \frac{I1н}{U1н} = 0.019$$

$$r'2 := r2 \cdot \frac{4 \cdot m \cdot \left(w1 \cdot коб1\right)^2}{Z2} = 0.04$$

Относит. $r''2 := r'2 \cdot \frac{I1н}{U1н} = 0.019$

$f1 := f = 50$ $l'\delta := l\delta = 0.161$ $(м)$

$h3 := h1c = 34.595$ $(мм)$ $b1c := 13$ $(мм)$ $h2 := 0$

$h1 := 0.5 \cdot \left(b1c - bшс\right) = 4.5$ $(мм)$

$k\beta := 1$ $k'\beta := 1$

$$\lambda n := \frac{h3}{3 \cdot b1c} \cdot k\beta + \left(\frac{h2}{b1c} + \frac{3 \cdot h1}{b1c + 2 \cdot bшс} + \frac{hшс}{bшс}\right) \cdot k'\beta = 1.78$$

$lл := lл1 = 0.477$ $(м)$ $\beta := \beta 1 = 1$

$$\lambda л1 := 0.34 \cdot \frac{q}{l'\delta} \cdot \left(lл - 0.64 \cdot \beta \cdot \tau\right) = 3.438$$

$\beta ск := 0$ $k'ск := 1$ для $\frac{t2}{t1} = 1.271$

$$\xi := 2 \cdot k'ск \cdot k\beta - коб1^2 \cdot \left(\frac{t2}{t1}\right)^2 \cdot \left(1 + \beta ск^2\right) = 0.543$$

$$\lambda д1 := \frac{t1 \cdot 10^3}{12 \cdot \delta \cdot k\delta} \cdot \xi = 0.61$$

$$x1 := 15.8 \cdot \frac{f1}{100} \cdot \left(\frac{w1}{100}\right)^2 \cdot \frac{l'\delta}{p \cdot q} \cdot \left(\lambda n + \lambda л1 + \lambda д1\right) = 0.219 \quad (Ом)$$

относит. $x1'' := x1 \cdot \frac{I1н}{U1н} = 0.101$

$h1 := hn2 - 0.5 \cdot b1p = 22$ $(мм)$

$kд := 1$

$$\lambda n2 := \left(\frac{h1}{3 \cdot b1p} \cdot \left(1 - \frac{\pi \cdot b1p^2}{8 \cdot qc}\right)^2 + 0.66 - \frac{b\text{ш}p}{2 \cdot b1p}\right) \cdot k\partial + \frac{h\text{ш}p}{b\text{ш}p} + 1.12 \cdot \frac{h'\text{ш}p \cdot 10^{-3} \cdot 10^6}{I2} = 1.848$$

$$\lambda л2 := \frac{2.3 \cdot Dк.ср \cdot 10^{-3}}{Z2 \cdot l'\delta \cdot \Delta^2} \cdot \log\left(\frac{4.7 \cdot Dк.ср \cdot 10^{-3}}{a\text{кл} \cdot 10^{-3} + 2 \cdot b\text{кл} \cdot 10^{-3}}\right) = 1.454$$

$$\xi := 1$$

$$\lambda\partial 2 := \frac{t2 \cdot 10^3}{12 \cdot \delta \cdot k\delta} \cdot \xi = 1.428$$

$$x2 := 7.9 \cdot f1 \cdot l\delta \cdot \left(\lambda n2 + \lambda л2 + \lambda\partial 2\right) \cdot 10^{-6} = 3.016 \cdot 10^{-4} \quad (Ом)$$

$$\Sigma\lambda 2 := \lambda n2 + \lambda л2 + \lambda\partial 2 = 4.73$$

$$x'2 := x2 \cdot \frac{4 \cdot m \cdot \left(w1 \cdot k\text{об}1\right)^2}{Z2} = 0.206 \quad (Ом)$$

Относит. $\quad x''2 := x'2 \cdot \frac{I1н}{U1н} = 0.095$

7.

$$p1.5 := 2.55 \qquad \beta := 1.5 \qquad \gamma c := 7.8 \cdot 10^3$$

$$ha := 0.5 \cdot \left(Da - D\right) - hn1 = 0.055 \quad (м)$$

$$ma := \pi \cdot \left(Da - ha\right) \cdot ha \cdot lcm1 \cdot kc \cdot \gamma c = 71.637 \quad (кг)$$

$$bz1cp := bz1 = 0.008 \quad (м)$$

$$mz1 := hz1 \cdot bz1cp \cdot Z1 \cdot lcm1 \cdot kc \cdot \gamma c = 14.393 \quad (кг)$$

$$k\partial a := 1.6 \qquad k\partial z := 1.8$$

$$Pст.осн := p1.5 \cdot \left(\frac{f1}{50}\right)^{\beta} \cdot \left(k\partial a \cdot Ba^2 \cdot ma + k\partial z \cdot Bz1^2 \cdot mz1\right) = 741.992$$

$$ko2 := 1.5$$

$$\frac{b\text{ш}c}{\delta} = 3.333 \qquad \beta o2 := 0.24$$

$$Bo2 := \beta o2 \cdot k\delta \cdot B\delta = 0.195 \quad (Тл)$$

$$pпов2 := 0.5 \cdot ko2 \cdot \left(\frac{Z1 \cdot n1}{10000}\right)^{1.5} \cdot \left(Bo2 \cdot t1 \cdot 10^3\right)^2 = 320.791 \quad (Вт)$$

$$t2 := 0.012 \quad (м)$$

$$Pпов2 := pпов2 \cdot \left(t2 - b\text{ш}p \cdot 10^{-3}\right) \cdot Z2 \cdot lcm2 = 15.224 \quad (Вт)$$

$$Bz2ср := Bz2 = 1.8 \quad (Тл)$$

$$Bпул2 := \frac{\gamma \cdot \delta \cdot 10^{-3}}{2 \cdot t2} \cdot Bz2ср = 0.12 \qquad (Тл)$$

$$bz2ср := bz2 = 0.01 \qquad (м) \qquad hz2 := hп2 = 28 \qquad (мм)$$

$$kc2 := kc \cdot 7800 = 7.566 \cdot 10^{3}$$

$$mz2 := Z2 \cdot hz2 \cdot 10^{-3} \cdot bz2ср \cdot lcm2 \cdot kc2 = 9.172 \qquad (кг)$$

$$Pпул2 := 0.11 \cdot \left(\frac{Z1 \cdot n1}{1000} \cdot Bпул2 \right)^{2} \cdot mz2 = 169.46 \qquad (Вт)$$

$$Pст.доб := Pпов2 + Pпул2 = 184.683 \qquad (Вт)$$

$$Pст := Pст.осн + Pст.доб = 926.675 \qquad (Вт)$$

$$Kt := 1$$

$$Pмех := Kt \cdot \left(\frac{n1}{10} \right)^{2} \cdot Da^{4} = 2.125 \cdot 10^{3} \ (Вт)$$

$$Pдоб.н := 0.005 \cdot \frac{P2}{\eta} = 305.556 \qquad (Вт)$$

$$Pэ1xx := 3 \cdot I\mu^{2} \cdot r1 = 71.422 \qquad (Вт)$$

$$Ixxa := \frac{Pст + Pмех + Pэ1xx}{m \cdot U1н} = 4.732 \qquad (А)$$

$$Ixx := \sqrt{Ixxa^{2} + I\mu^{2}} = 20.51 \qquad (А)$$

$$cos\varphi xx := \frac{Ixxa}{Ixx} = 0.231$$

8.

$$r12 := \frac{Pст.осн}{m \cdot I\mu^{2}} = 0.621 \qquad (Ом)$$

$$x12 := \frac{U1н}{I\mu} - x1 = 10.805 \qquad (Ом)$$

$$c1 := 1 + \frac{x1}{x12} = 1.02 \qquad Так\_как\_\gamma' < 1 \ ^{\circ}$$

$$\gamma' := \operatorname{atan}\left(\frac{r1 \cdot x12 - r12 \cdot x1}{r12 \cdot (r1 + r12) + x12 \cdot (x1 + x12)}\right) = 0.004$$

$$I0a := \frac{Pст.осн + 3 \cdot I\mu^2 \cdot r1}{3 \cdot U1н} = 1.232 \quad (A)$$

$$a' := c1^2 = 1.041$$

$$b' := 0$$

$$a := c1 \cdot r1 = 0.061 \quad (Ом)$$

$$b := c1 \cdot (x1 + c1 \cdot x'2) = 0.437 \quad (Ом)$$

$$Pст + Pмех = 3.052 \cdot 10^3 \quad (Вт)$$

$$sн := r''2 = 0.019$$

РАСЧЁТЫ_ДЛЯ_ТАБЛИЦЫ_1

$$Pн := 55 \quad (кВт) \qquad 2 \cdot p = 2 \qquad U1н = 220 \quad (В)$$

$$I0a = 1.232 \quad (A) \qquad I0p := I\mu = 19.957 (A)$$

$$Pст + Pмех = 3.052 \cdot 10^3 \quad (Вт) \qquad r1 = 0.06 \quad (Ом)$$

$$r'2 = 0.04 \quad (Ом) \qquad c1 = 1.02$$

$$a' = 1.041 \qquad a = 0.061 \quad (Ом)$$

$$b' = 0 \quad (Ом) \qquad b = 0.437 \quad (Ом)$$

Принимаем $s := sн$

$$a' \cdot \frac{r'2}{s} = 2.25 \quad (Ом)$$

$$b' \cdot \frac{r'2}{s} = 0 \quad (Ом)$$

$$R := a + a' \cdot \frac{r'2}{s} = 2.311 \quad (Ом)$$

$$X := b + b' \cdot \frac{r'2}{s} = 0.437 \quad (Ом)$$

$$Z := \sqrt{R^2 + X^2} = 2.352 \qquad (Ом)$$

$$I''2 := \frac{U1н}{Z} = 93.519 \qquad (А)$$

$$cos\varphi'2 := \frac{R}{Z} = 0.983$$

$$sin\varphi'2 := \frac{X}{Z} = 0.186$$

$$I1a := I0a + I''2 \cdot cos\varphi'2 = 93.123 \qquad (А)$$

$$I1p := I0p + I''2 \cdot sin\varphi'2 = 37.334 \qquad (А)$$

$$I1 := \sqrt{I1a^2 + I1p^2} = 100.328 \qquad (А)$$

$$I'2 := c1 \cdot I''2 = 95.411 \qquad (А)$$

$$P1 := 3 \cdot U1н \cdot I1a \cdot 10^{-3} = 61.461 \qquad (кВт)$$

$$Pэ1 := 3 \cdot I1^2 \cdot r1 \cdot 10^{-3} = 1.805 \qquad (кВт)$$

$$Pэ2 := 3 \cdot I'2^2 \cdot r'2 \cdot 10^{-3} = 1.099 \qquad (кВт)$$

$$Pдоб := Pдоб.н \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{I1}{I1н}\right)^2 = 0.297 \qquad (кВт)$$

$$\Sigma P := (Pст + Pмех) \cdot 10^{-3} + Pэ1 + Pэ2 + Pдоб \cdot 10^{-3} = 5.957$$

$$P2 := P1 - \Sigma P = 55.505 \qquad (кВт)$$

$$\eta := 1 - \frac{\Sigma P}{P1} = 0.903$$

$$cos\varphi := \frac{I1a}{I1} = 0.928$$

$$\nu расч := 115$$

$$hc := hп2 - (hшр - h'шр) = 27.6 \qquad (мм)$$

$$s := 1$$

$$\xi := 63.61 \cdot hc \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{s} = 1.756$$
$$\varphi := 0.55$$

$\varphi' := 0.85$ $\varphi 089 := 0.89 \cdot \xi^4 = 8.455$

$hr := \frac{hc \cdot 10^{-3}}{1+\varphi} = 0.018$ (м)

$b1p = 12$

$b2p = 8$ $h1p = 17$

$k\partial := \varphi' = 0.85$

$\frac{b1p}{2} = 6$ (мм) $\frac{b1p}{2} + h1p = 23$ (мм)

$3.8 < 17 < 19$

$br := b1p - \frac{b1p - b2p}{h1p} \cdot \left(hr \cdot 10^3 - \frac{b1p}{2}\right) = 9.222$ (мм)

$qr := \frac{\pi \cdot b1p^2}{8} + \frac{b1p + br}{2} \cdot \left(hr \cdot 10^3 - \frac{b1p}{2}\right) = 181.827$ ($мм^2$)

$kr := \frac{qc}{qr} = 1.384$ $qc = 251.681$

$rc = 3.129 \cdot 10^{-5}$

$KR := 1 + \frac{rc}{r2} \cdot (kr - 1) = 1.204$ $r2 = 5.9 \cdot 10^{-5}$

$r'2 = 0.04$

$r'2\xi := KR \cdot r'2 = 0.048$ (Ом)

$\lambda n2\xi := \left(\frac{h1}{3 \cdot b1p} \cdot \left(1 - \frac{\pi \cdot b1p^2}{8 \cdot qc}\right)^2 + 0.66 - \frac{b\text{ш}p}{2 \cdot b1p}\right) \cdot k\partial + \frac{b\text{ш}p}{h\text{ш}p} + 1.12 \cdot \frac{h'\text{ш}p \cdot 10^3}{6.5 \cdot I2} = 3.027$

$Kx := \frac{\lambda n2\xi + \lambda л2 + \lambda \partial 2}{\lambda n2 + \lambda л2 + \lambda \partial 2} = 1.249$ $x'2 = 0.206$

$x'2\xi := x'2 \cdot Kx = 0.257$ (Ом)

$I'2 := \frac{U1н}{\sqrt{\left(r1 + \frac{r'2\xi}{s}\right)^2 + (x1 + x'2\xi)^2}} = 451.04$ (А)

$k\text{нас} := 1.35$ $I1 := I'2 = 451.04$ (А)

$a := 2$ $ky := 1$

$Fп.ср := 0.7 \cdot \frac{k\text{нас} \cdot I1 \cdot u}{a} \cdot \left(k'\beta + ky \cdot k\text{об}1 \cdot \frac{Z1}{Z2}\right) = 6.628 \cdot 10^3$

$$Cn := 0.64 + 2.5 \cdot \sqrt{\frac{\delta \cdot 10^{-3}}{t1 + t2}} = 1.142$$

$$B\phi\delta := \frac{Fn.cp}{1.6 \cdot \delta \cdot 10^{-3} \cdot Cn} \cdot 10^{-6} = 3.023 \qquad (Тл)$$

$$\kappa\delta := 0.75$$

$$c1 := \left(t1 \cdot 10^{3} - b\text{шс}\right) \cdot \left(1 - \kappa\delta\right) = 3.447 \qquad (мм)$$

$$h' := 0.5 \cdot \left(b1p - b2p\right) = 2$$

$$\Delta\lambda n1нас := \frac{h\text{шс} + 0.58 \cdot h'}{b\text{шс}} \cdot \frac{c1}{c1 + b\text{шс}} = 0.25$$

$$\lambda n1 := \lambda n = 1.78$$

$$\lambda n1нас := \lambda n1 - \Delta\lambda n1нас = 1.53$$

$$\lambda\partial 1нас := \lambda\partial 1 \cdot \kappa\delta = 0.458$$

$$\Sigma\lambda 1нас := \lambda n1нас + \lambda\partial 1нас + \lambda л1 = 5.426$$

$$\Sigma\lambda 1 := \lambda n1 + \lambda\partial 1 + \lambda л1 = 5.829$$

$$x1нас := x1 \cdot \frac{\Sigma\lambda 1нас}{\Sigma\lambda 1} = 0.203$$

$$c2 := \left(t2 \cdot 10^{3} - b\text{шр}\right) \cdot \left(1 - \kappa\delta\right) = 2.625 \qquad (мм)$$

$$\Delta\lambda n2нас := \frac{h\text{шр}}{b\text{шр}} \cdot \frac{c2}{c2 + b\text{шр}} = 0.297$$

$$\lambda n2нас := \lambda n2\xi - \Delta\lambda n2нас = 2.73$$

$$\lambda\partial 2нас := \lambda\partial 2 \cdot \kappa\delta = 1.071$$

$$\lambda 2\xi нас := \lambda n2нас = 2.73$$

$$\Sigma\lambda 2\xi нас := \lambda 2\xi нас + \lambda\partial 2нас + \lambda л2 = 5.255$$

$$x'2\xi нас := x'2 \cdot \frac{\Sigma\lambda 2\xi нас}{\Sigma\lambda 2} = 0.229 \qquad (Ом)$$

$$x12n := x12 \cdot \frac{Fц}{F\delta} = 14.973$$

$$c1nнас := 1 + \frac{x1нас}{x12n} = 1.014$$

$$an := r1 + c1nнас \cdot \frac{r'2\xi}{s} = 0.109$$

$$bn := c1nнас \cdot x'2\xiнас + x1нас = 0.435$$

$$I'2 := \frac{U1н}{\sqrt{an^2 + bn^2}} = 490.439 \quad (A)$$

$$I1 := I'2 \cdot \frac{\sqrt{an^2 + (bn + x12n)^2}}{c1nнас \cdot x12n} = 497.94 \quad (A)$$

Относительные_значения

$$I1n := I1 = 497.94 \qquad I'2n := I'2 = 490.439$$

$$I''n := \frac{I1n}{I1н} = 4.894$$

$$s = 1 \qquad sн := r''2 = 0.019$$

$$I'2н := 51.585 \quad (A) \quad по\_таблице\_1\_при\_sн(вместо\_s)$$

$$M''n := \left(\frac{I'2n}{I'2н}\right)^2 \cdot KR \cdot \frac{sн}{s} = 2.026$$

9.

$$K := 0.22$$

$$Pэ1 := 1900 \quad (Вт) \quad по\_таблице\_1\_при\_sн$$

$$\alpha 1 := 170$$

$$lcp1 = 1.277$$

$$kp := 1.07 \quad для\_изоляции\_класса\_F$$

$$l1 := l\delta = 0.161 \quad (м) \qquad Pст.осн = 741.992$$

$$P'э.n1 := kp \cdot Pэ1 \cdot \frac{2 \cdot l1}{lcp1} = 514.041 \quad (Вт) \quad D = 0.204$$

$$l1 = 0.161$$

$$\Delta\zeta пов1 := K \cdot \frac{P'э.n1 + Pст.осн}{\pi \cdot D \cdot l1 \cdot \alpha 1} = 15.725 \quad (^\circ C)$$

$$Пn1 := 2 \cdot hn + b1c \cdot 10^{-3} + b2c \cdot 10^{-3} = 0.1 \quad (м)$$

$$\lambda экв := 0.16 \quad для\_изоляции\_класса\_F$$

$$\lambda' экв := 1.1$$

При $Z1 = 36$ $l1 = 0.161$

$Пп1 = 0.1$

$\frac{dэл}{dиз} = 0.937$ $bиз.п1 := bиз = 0.4$

$$Δζиз.п1 := \frac{P'э.п1}{Z1 \cdot Пп1 \cdot l1} \cdot \left(\frac{bиз.п1 \cdot 10^{-3}}{λэкв} + \frac{(b1c + b2c) \cdot 10^{-3}}{16 \cdot λ'экв} \right) = 3.361 \quad (°C)$$

$$P'э.л1 := kp \cdot Pэ1 \cdot 2 \cdot \frac{lл1}{lcp1} = 1.519 \cdot 10^3 \quad (Вт)$$

$λэкв = 0.16$

$b1c = 13$

$Pэ1 = 1.9 \cdot 10^3$ $lл1 = 0.477$ $lcp1 = 1.277$ $b2c = 10.005$

$Пл1 := Пп1 = 0.1$ $(м)$ $hп1 = 0.039$ $λ'экв = 1.1$

$bиз.л1 := 0$ $lвыл = 0.109$ $α1 = 170$

$$Δζиз.л1 := \frac{P'э.л1}{2 \cdot Z1 \cdot Пл1 \cdot lл1} \cdot \left(\frac{bиз.л1}{λэкв} + \frac{hп1}{12 \cdot λ'экв} \right) = 1.291 \quad (°C)$$

$P'э.п1 = 514.041$

$Δζпов1 = 15.725$

$Δζиз.п1 = 3.361$

$lcp1 = 1.277$

$l1 = 0.161$

$Δζпов.л1 = 4.765$

$Δζиз.л1 = 1.291$

$lл1 = 0.477$

$$Δζпов.л1 := \frac{K \cdot P'э.п1}{2 \cdot π \cdot D \cdot lвыл \cdot α1} = 4.765 \quad (°C)$$

$K = 0.22$

$D = 0.204$

$$Δζ'1 := \frac{(Δζпов1 + Δζиз.п1) \cdot 2 \cdot l1}{lcp1} + \frac{(Δζпов.л1 + Δζиз.л1) \cdot 2 \cdot lл1}{lcp1} = 9.35$$

$Pэ2 := 1148\,(Вт)$ $ΣP := 6411\ (Вт)$ *по_таблице_1_при_sн*

$$ΣP' := ΣP + (kp - 1) \cdot (Pэ1 + Pэ2) = 6.624 \cdot 10^3 \quad (Вт)$$

$$ΣP'в := ΣP' - (1 - K) \cdot (P'э.п1 + Pст.осн) - 0.9 \cdot Pмех = 3.732 \cdot 10^3 \quad (Вт)$$

$P'э.п1 = 514.041$

$Пр := 0.46$ $(м)$ $K = 0.22$ $Pст.осн = 741.992$

$Pмех = 2.125 \cdot 10^3$

$$Sкор := (π \cdot Da + 8 \cdot Пр) \cdot (l1 + 2 \cdot lвыл) = 1.864 \quad (м^2)$$

$αв := 26$ $Da = 0.392$ $Пр = 0.46$ $ΣP = 6.411 \cdot 10^3$

$lвыл = 0.109$

$$Δζв := \frac{ΣP'в}{Sкор \cdot αв} = 77.021 \quad (°C)$$

$kp = 1.07$

$Pэ1 = 1.9 \cdot 10^3$

$Δζ1 := Δζ'1 + Δζв = 86.371$ $(°C)$ $Δζ'1 = 9.35$

$$km := m \cdot \sqrt{\frac{n1}{100} \cdot Da} = 10.288$$

$ΣP'в = 3.732 \cdot 10^3$

$$Qв := \frac{km \cdot ΣP'в}{1100 \cdot Δζв} = 0.453 \quad \left(\frac{м^3}{c} \right)$$

$n1 = 3 \cdot 10^3$

$Da = 0.392$

$$Q'в := 0.6 \cdot Da^3 \cdot \frac{n1}{100} = 1.084 \quad \left(\frac{м^3}{c} \right)$$

$$Q'в > Qв$$

вывод

$$Ca := \frac{l\delta \cdot D^2 \cdot w1}{P'} = 4.28 \cdot 10^{-6}$$

$l\delta = 0.161$

$P' = 6.581 \cdot 10^4$ $w1 = 42$

$D = 0.204$