

s-расстояние от зазора до обмотки в мм

p-длина шага зазора в мм

δ - глубина скин слоя

$s > 4 \cdot \delta$ необходимое условие

Кольцо 29.5*19*14.9

d := 19

N1 := 2

количество зазоров

$s := 2$

N2 := 4

$$p1 := \frac{\pi \cdot d}{N1} = 29.845$$

$$p2 := \frac{\pi \cdot d}{N2} = 14.923$$

n := 5.4

$$k := \frac{0.95}{0.95 + 1.4 \cdot s} = 0.253$$

$$b := 3.33 \cdot s + 2.14 = 8.8$$

Fac := 1.1

коэфф повышения сопротивления обмотки без учета зазора

$$Fac1 := \frac{-k}{\left(b^{-n} + p1^{-n}\right)^{\frac{1}{n}}} + k \cdot p1 + Fac = 6.432$$

коэфф повышения сопротивления обмотки в области зазора для 2-х зазоров

$$Fac2 := \frac{-k}{\left(b^{-n} + p2^{-n}\right)^{\frac{1}{n}}} + k \cdot p2 + Fac = 2.674$$

коэфф повышения сопротивления обмотки в области зазора для 4-х зазоров

$P_m := 0.6$ мощность потерь обмотки без учета зазора в ваттах

$W := 120$ общее количество витков

$$\frac{P_m}{W} = 5 \times 10^{-3} \quad \text{мощность потерь на виток}$$

$$Fac1 \cdot \frac{P_m}{W} - \frac{P_m}{W} = 0.027 \quad \text{доп потери в витках в области зазора при 2-х зазорах}$$

$$Fac2 \cdot \frac{P_m}{W} - \frac{P_m}{W} = 8.371 \times 10^{-3} \quad \text{доп потери в витках в области зазора при 4-х зазорах}$$

Для примера необходим эффективный зазор 2 мм

Given

$$T = 1 + \frac{\sqrt{2.7} \cdot \frac{lg}{N1^2}}{\sqrt{77}} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot d}{\frac{lg}{N1}}\right)$$

$$\text{Find}(lg, T) \rightarrow \begin{pmatrix} 3.3330057193808807135 \\ 1.6665028596904403567 \end{pmatrix} \quad \text{Для 2-х зазоров}$$

$$lg1 := 3.3330057193808807135$$

$$\frac{lg1}{N1} = 1.667 \quad \text{толщина одной прокладки}$$

основные потери распределены в области равной трем длинам зазора
для 2-х зазоров

$$L1 := 3 \cdot \frac{lg1}{N1} + 3 \cdot \frac{lg1}{N1} = 9.999$$

$g := 0.6$ толщина провода или скрутки проводов

$$\frac{L1 \cdot 0.027}{g} = 0.45 \quad \text{доп потери в обмотке от вихревых токов для сердечника с 2-мя зазорами}$$

Given

$$lg = 2.001 \cdot T$$

$$T = 1 + \frac{2 \cdot \frac{lg}{N2^2}}{\sqrt{77}} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot d}{\frac{lg}{N2}}\right) \quad \text{Для 4-х зазоров}$$

$$\text{Find}(lg, T) \rightarrow \begin{pmatrix} 2.3579503255395540438 \\ 1.1783859697848845796 \end{pmatrix}$$

$$lg2 := 2.3579503255395540438$$

$$\frac{lg2}{N2} = 0.589 \quad \text{толщина одной прокладки}$$

основные потери распределены в области равной трем длинам зазора
для 4-х зазоров

$$L2 := 3 \cdot \frac{lg2}{N2} + 3 \cdot \frac{lg2}{N2} + 3 \cdot \frac{lg2}{N2} + 3 \cdot \frac{lg2}{N2} = 7.074$$

$g := 0.6$ толщина провода или скрутки проводов

$$\frac{L_2 \cdot 0.0084}{g} = 0.099 \quad \text{доп потери в обмотке от вихревых токов для сердечника с 4-мя зазорами}$$

вывод – для сердечника с 2-мя зазорами дополнительные потери в обмотке 450 милливатт
если сделать 4 зазора то доп потери в обмотке от вихревых токов 100 милливатт

реально перегрев в зазоре при 2-х зазорах составлял 16-18 градусов

перегрев в зазоре при 4-х зазорах составлял 4-5 градусов