

7.2. Расчет вентиляции камер Т1 (Т2) силовых трансформаторов типа Trihal-1000 10/0,4 кВ

Исходные данные:

1) Сухой трансформатор 10/0,4 кВ - Trihal 1000/10:

- а) номинальная мощность $S_{Т.ном} = 1000 \text{ кВ} \cdot \text{А}$;
- б) напряжение короткого замыкания $u_k = 6 \%$;
- с) потери короткого замыкания $P_{к.з.} = 10 \text{ кВт}$ (при $t = 120^\circ \text{C}$);
- д) потери холостого хода $P_{х.х.} = 2 \text{ кВт}$.

Суммарные потери сухого силового понижающего трансформатора 10/0,4 кВ - Trihal 1000/10 (производства «Schneider Electric»), приведенные к 120°C , при номинальной нагрузке (коэффициент загрузки трансформатора $k_3 = 1$) составляют:

$$P_{Тр.ном.} = P_{х.х.} + k_3^2 \cdot P_{к.з.} = 2 + 1^2 \cdot 10 = 12 \text{ кВт}$$

Суммарные потери сухого силового понижающего трансформатора 10/0,4 кВ - Trihal 1000/10 (производства «Schneider Electric»), приведенные к 120°C , при 20 % перегрузе - аварийный режим (коэффициент загрузки трансформатора $k_3 = 1,2$) составляют:

$$P_{Тр.авария} = P_{х.х.} + k_3^2 \cdot P_{к.з.} = 2 + 1,2^2 \cdot 10 = 16,4 \text{ кВт}$$

Объем приточного воздуха, необходимого для поглощения избытков тепла определяется по формуле ($\text{м}^3/\text{ч}$):

$$G = \frac{3600 \cdot Q_{изб.}}{C_p \cdot \rho_B \cdot (t_{уд} - t_{пр})} = \frac{3600 \cdot P_{Тр} \cdot 10^3}{C_p \cdot \rho_B \cdot (\Delta T)}$$

где $Q_{изб.} = P_{Тр}$ - теплоизбытки (Вт);

C_p - массовая удельная теплоемкость воздуха ($1000 \text{ Дж/кг} \cdot \text{K}$);

ρ_B – плотность приточного воздуха (1,2 кг/м³);

$t_{уд} - t_{пр} = \Delta T$ – разность температур удаляемого и приточного воздуха,

принимая с запасом разность $\Delta T = 10$ (согласно ПУЭ п.4.2.102, не более $\Delta T = 15$).

Номинальный режим работы трансформатора:

$$G_{ном} = \frac{3600 \cdot P_{Tr.ном} \cdot 10^3}{C_p \cdot \rho_B \cdot (\Delta T)} = \frac{3600 \cdot 12 \cdot 10^3}{1000 \cdot 1,2 \cdot 10} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Аварийный режим работы трансформатора:

$$G_{авария} = \frac{3600 \cdot P_{Tr.авария} \cdot 10^3}{C_p \cdot \rho_B \cdot (\Delta T)} = \frac{3600 \cdot 16,4 \cdot 10^3}{1000 \cdot 1,2 \cdot 10} = 4,92 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Необходимая и достаточная производительность вентилятора (м³/ч):

$$L_{\text{вентилятора}} = k_{\pi} \cdot G$$

где $k_{\pi} = 1,1$ - коэффициент, учитывающий возможные потери в вентиляторе;

$G = G_{авария}$ - объём приточного воздуха, необходимого для поглощения избытков тепла в аварийном режиме работы трансформатора – 20% перегруз (м³/ч);

$G = G_{ном}$ - объём приточного воздуха, необходимого для поглощения избытков тепла в номинальном режиме работы трансформатора (м³/ч).

$$L_{\text{вентилятора}}^{авария} = k_{\pi} \cdot G_{авария} = 1,1 \cdot 4,92 \cdot 10^3 = 5,412 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{вентилятора}}^{ном} = k_{\pi} \cdot G_{ном} = 1,1 \cdot 3,6 \cdot 10^3 = 3,96 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Принимаем к установке осевой вентилятор типа ВО-14-320-5. Паспортные данные вентилятора:

- производительность $L_{\text{вентилятора}}^{\text{паспорт}} = 4,6 \div 6,5 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{ч};$

- тип электродвигателя АИР63В4, мощностью 0,37 кВт;
- полное давление 145 – 75 Па.

Тогда (учитываем, что нет потерь на местные сопротивления – вентилятор забирает воздух «напрямую» из помещения трансформаторной камеры):

$$L_{\text{вентилятора}}^{\text{авария}} = k_{\text{п}} \cdot G_{\text{авария}} = 5,412 \cdot 10^3 \leq L_{\text{вентилятора}}^{\text{паспорт}} = 6,5 \cdot 10^3$$

Скорость движения воздуха в сечении вытяжной жалюзийной решетки (м/с):

Примечание: учитываем следующее:

- рекомендуемая скорость движения воздуха в сечении жалюзийной решетки при механическом побуждении 1 – 2 м/с;
- вытяжной вентилятор работает «напрямую» на улицу, т.е. не имеет дополнительной системы воздуховодов для забора удаляемого воздуха, где возможны неучтенные потери и следовательно в дальнейших расчетах можно принимать максимальную (или близкую к максимальной) производительность L вентилятора, согласно технического паспорта на оборудование.

$$V_{\text{в.ж}} = \frac{L_{\text{вентилятора}}^{\text{паспорт}} \cdot 10^3}{3600} = \frac{6 \cdot 10^3}{3600} = 1,667 \text{ м/с}$$

Необходимая площадь живого сечения жалюзийных решеток, при наличии механической вентиляции (м²):

Номинальный режим работы трансформатора:

$$F_{\text{ж}}^{\text{ном}} = \frac{G_{\text{ном}}}{3600 \cdot V_{\text{В_ж}}} = \frac{3,6 \cdot 10^3}{3600 \cdot 1,667} = 0,6 \text{ м}^2$$

Аварийный режим работы трансформатора:

$$F_{\text{ж}}^{\text{авария}} = \frac{G_{\text{авария}}}{3600 \cdot V_{\text{В_ж}}} = \frac{4,92 \cdot 10^3}{3600 \cdot 1,667} = 0,82 \text{ м}^2$$

Примечание: характерное значение коэффициента живого сечения жалюзийных решеток: 0,5 – 0,7.

Коэффициент живого сечения жалюзийной решетки принимаем с учетом запыленности:

$$k_{\text{ж_р}}^{\text{пыль}} = 0,6$$

Тогда необходимая полная площадь жалюзийной решетки (т.е. габаритная):

Номинальный режим работы трансформатора:

$$F_{\text{ж_ном}}^{\text{полная}} = \frac{F_{\text{ж}}^{\text{ном}}}{k_{\text{ж_р}}^{\text{пыль}}} = \frac{0,6}{0,6} = 1 \text{ м}^2$$

Аварийный режим работы трансформатора:

$$F_{\text{ж_авария}}^{\text{полная}} = \frac{F_{\text{ж}}^{\text{авария}}}{k_{\text{ж_р}}^{\text{пыль}}} = \frac{0,82}{0,6} = 1,367 \text{ м}^2$$

Принимаем к установке в камере трансформатора вытяжную и приточную жалюзийные решетки полной площадью 1,4 м² каждая.