

3.2. Температура перегрева перфорированного блока

Для увеличения интенсивности теплоотвода кожух блока перфорируют либо в нем делают жалюзи. При равной площади перфорационных отверстий и жалюзи, последние пропускают несколько меньший поток воздуха. Необходимо иметь в виду, что при перфорированном кожухе внутренний объем блока скорее запыляется по сравнению с блоком имеющим жалюзи. В зависимости от конструктивных особенностей внутреннего строения блока нагретую зону можно представить в нескольких вариантах.

- Основной конструктив блока – горизонтальное шасси с расположенным на нем крупногабаритными теплоизлучающими элементами. Предполагается, что шасси имеет отверстия для прохода воздуха.

- Блок состоит из ряда кассет или ячеек расположенных горизонтально или вертикально.

Для шасси с крупногабаритными элементами, кассет расположенных вертикально или горизонтально размеры нагретой зоны определяются также как и в случае "герметичного" блока.

На рисунке 3.4 представлена расчетная модель блока с перфорацией и ее эквивалентная схема тепловых проводимостей.

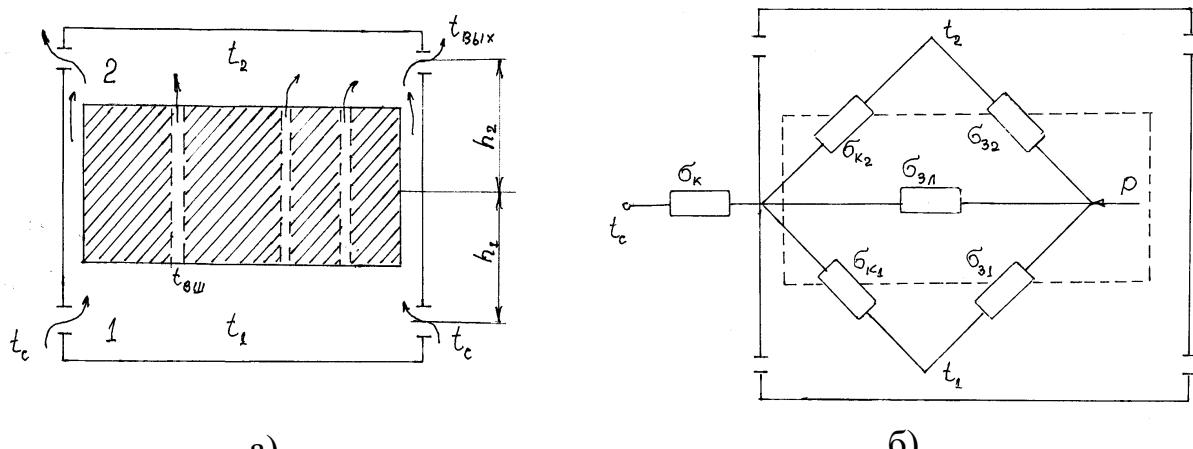


Рис.3.4. Расчтная модель блока (а) и эквивалентная схема тепловых проводимостей (б)

Исходные данные для расчета

P – суммарная мощность тепловыделения в блоке, Вт;

L_1, L_2, L_3 – геометрические размеры блока, м;

l_1, l_2, l_3 – размеры нагретой зоны, м;

$s_1, s_2, s_{\text{ш}}$ – площади отверстий кожуха в области 1 и 2 а также шасси; м^2 ;

t_c – температура окружающей среды.

1. Расчет начинают с предположения, что кожух не имеет вентиляционных отверстий, т.е. блок "герметичный". Странят тепловые характеристики по методике расчета температуры нагретой зоны одиночного блока. На рисунке 3.5. представлены эти характеристики.

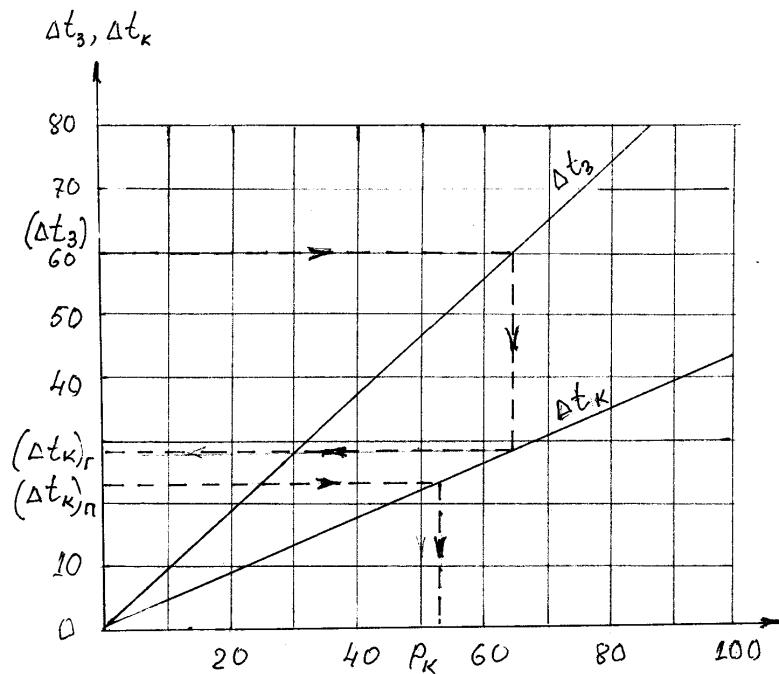


Рис.3.5. К определению температуры перегрева

2. Задаются перегревом нагретой зоны Δt_3 и находят перегрев кожуха герметичного блока для этой температуры. Определяют перегрев кожуха перфорированного блока, используя выражение

$$(\Delta t_k)_n = 0,75(\Delta t_k)_e$$

и по графику рис.2 находят мощность P_k соответствующую этому перегреву.

3. Задаются коэффициентом α_{3k}^{-1} от зоны к кожуху. Рекомендуется величину α_{3k}^{-1} в первом приближении выбирать равной (5 ± 1) . Вт/м²·К.

4. Рассчитывают мощность теплоотвода от зоны к кожуху за счет лучеиспускания

$$P_{3n} = \varepsilon_n f(t_3, t_k) \cdot (t_3 - t_k) \cdot \varphi_{3k} \cdot S_3,$$

где: ε_n - приведенная степень черноты нагретой зоны и внутренней поверхности кожуха. Если ε_3 и ε_k имеют значения больше 0,75, то можно воспользоваться выражением $\varepsilon_n = \varepsilon_3 \cdot \varepsilon_k$. Величину ε_n можно взять из расчета блока при условии герметичности кожуха;

$\varphi_{3k} = 1$ – кожух "обтягивает" нагретую зону;

S_3 – поверхность нагретой зоны (была определена ранее при расчете "герметичного" блока).

5. Находят температуру t_1^1 воздуха в первой (нижней) области

$$a \cdot t_1^2 - \delta \cdot t_1 + \varepsilon = 0$$

где

$$a = 2(S_{31} + S_{k1}) - \frac{S_{k1}}{S_{k2}} (S_{32} + S_{k2} - S_{31} - S_{k1});$$

$S_{31}; S_{32}; S_{k1}; S_{k2}$ – поверхности нагретой зоны и кожуха в соответствующих областях.

$$\delta = \left(2 + \frac{S_{\kappa 1}}{S_{\kappa 2}} \right) \cdot A_1 + A_2 - D(S_{32} + S_{r2} - S_{31} - S_{\kappa 1}) + \left(S_{31} - S_{\kappa 1} \cdot \frac{S_{32}}{S_{\kappa 2}} \right) t_c$$

$$A_1 = S_{31} \cdot t_3 + S_{\kappa 1} \cdot t_{\kappa}; \quad A_2 = S_{32} \cdot t_3 + S_{\kappa 2} \cdot t_{\kappa}; \quad A = A_1 + A_2.$$

$$D = S_{\kappa} \cdot \frac{t_{\kappa}}{S_{\kappa 2}} - \frac{P_{3l} - P_{\kappa}}{\alpha_{3\kappa}^1 \cdot S_{\kappa 2}}$$

$$\delta = D \cdot A_1 + [A - (S_{32} + S_{\kappa 2}) \cdot D] \cdot t_c$$

Из двух значений температур выбирают наименьшее, чтобы выполнялось условие, $t_1^1 < t_2^1$ т.е. температура воздуха в первой области (нижней) всегда ниже, чем во второй (верхней).

6. Находят температуру воздуха во второй области в первом приближении

$$t_2^1 = D - \frac{S_{\kappa 1} \cdot t_1}{S_{\kappa 2}}$$

7. Определяют температуру воздуха вблизи отверстий шасси или вблизи каналов между вертикальными кассетами

$$t_{\text{ши}}^1 = 2t_2^1 - t_c$$

8. Находят температуру воздуха на выходе из кожуха (из области 2)

$$t_{\text{вых}}^1 = 2t_2^1 - t_{\text{ши}}$$

9. Определяют количество протекающего воздуха через блок

$$G^1 = s_1 \cdot \mu_1 \cdot T_c \cdot \rho_c \cdot \sqrt{2g} \cdot \sqrt{\frac{\frac{h_1 + h_2}{T_c} - \frac{h_1}{T_1} - \frac{h_2}{T_2}}{T_c + \left(\frac{s_1 \cdot \mu_1}{s_2 \cdot \mu_2} \right)^2 \cdot T_2 + \left(\frac{s_1 \cdot \mu_1}{s_{\text{ши}} \cdot \mu_{\text{ши}}} \right)^2 \cdot T_1}}$$

где $s_1, s_2, s_{\text{ши}}$ – площади перфораций в областях один, два и шасси (нагретой зоне);

h_1 и h_2 – средневзвешенные расстояния от середины нагретой зоны в областях 1 и 2 до центра группирования отверстий;

$\mu_1, \mu_2, \mu_{\text{ши}}$ – коэффициенты расхода воздуха через жалюзи в соответствующих областях. Если имеются перфорации, то $\mu=0,65$. Величина μ для жалюзей зависит от их формы и угла раскрытия (см. таблицу).

T_1, T_2, T_c – абсолютные температуры соответствующих областей.

Зависимость коэффициента μ от b/l и β представлена в таблице 1.
Таблица 1

β	Значение μ при b/l равно			Эскиз жалюзи
	1 : 4	1 : 3	1 : 2	
15	0,30	0,27	0,23	
30	0,39	0,43	0,39	
45	0,52	0,54	0,50	
60	0,62	0,60	0,56	
90	0,65	0,64	0,62	

10. По графику (рисунок 3.6) уточняют коэффициент теплоотдачи α^{11} .

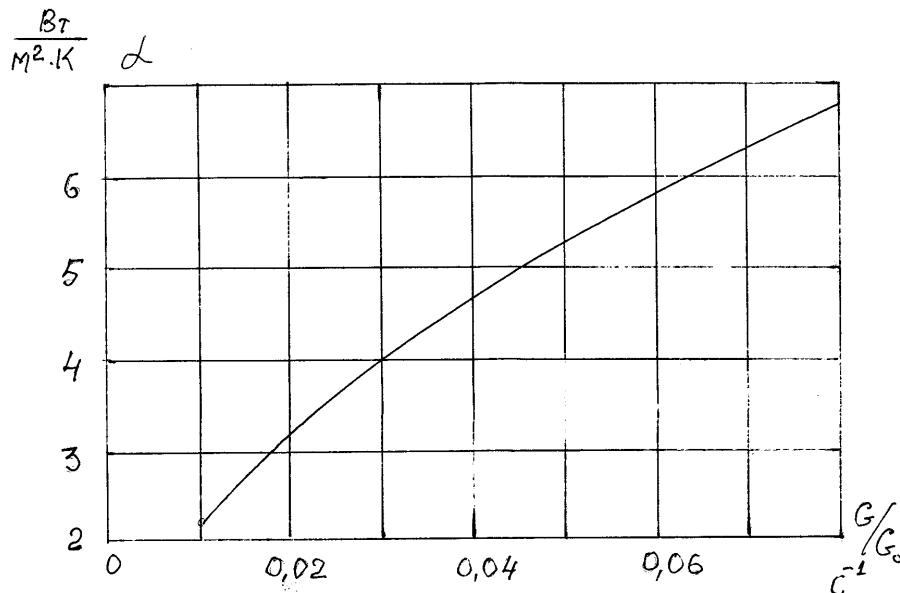


Рис.3.6. Коэффициент теплопередачи

Масса воздуха заполняющего блок при температуре 20⁰ С будет

$$G_0 = V_{бл} \cdot K_3 \cdot \rho_в$$

где $V_{бл}$ – внутренний объем блока;

K_3 - коэффициент заполнения блока, $K_3 = V_{деталей} / V_{блока}$;

$\rho_в$ – плотность воздуха при температуре 20⁰С.

11. По уточненному значению α^{11} повторяют расчет во втором приближении, при этом принимают температуру зоны (t_3), температуру кожуха (t_k), мощность $P_{зл}$ (полученная по п. 4) и P_k (получена из графика рис.1 при перегреве кожуха на Δt_k) оставляют неизменными

12. В результате расчета во втором приближении находят температуры $t_1^{11}; t_2^{11}; t_{вых}^{11}$ и uG^{11} . Находят величину отношения G^{11}/G_0 и по графику (рисунок 3) уточняют значение α^{11} .

13. Находят мощность, рассеиваемую блоком во втором приближении

$$P^{11} = P_{\kappa} + 2 \cdot G^{11} \cdot C_p \cdot (t_2^{11} - t_1^{11})$$

14. Используя выражение (1) находят температуру t_{κ}^{11*} во втором приближении

$$t_{\kappa}^{11*} = \frac{1}{S_{\kappa 1}} \cdot \left[\frac{2 \cdot C_p \cdot G^{11}}{\alpha^{11}} \cdot (t_1 - t_c) + (S_{31} + S_{\kappa 1}) \cdot t_1^{11} - S_{31} \cdot t_3^{11} \right] \quad (1)$$

15. Определяют разность между температурой t_{κ} и t_{κ}^{11} . Если величина разности этих температур составляет более 5%, то проводят расчет в третьем приближении. Используют выражение

$$t_{\kappa}^{111} = t_{\kappa}^{11} - 0,1(t_{\kappa} - t_{\kappa}^{11}).$$

По найденной температуре t_{κ}^{111} по графику (рисунок 3.5) находят мощность рассеиваемую кожухом блока в третьем приближении P_{κ}^{111} .

16. Находят значение функции температур $f(t_3; t_{\kappa}^{111})$ и определяют P_{31}^{111} .

Уточняют величину D^{111} с учетом $(P_{31}^{111} - P_{\kappa}^{111})$. P_{κ}^{111} получена из графика при температуре t_{κ}^{111} . Рассчитывают $t_1^{111}, t_2^{111}, t_{\kappa}^{111}$ и находят G^{111} .

17. По полученным данным из графика рисунок 3.6 находят α^{111} . Мощность, рассеиваемая блоком в третьем приближении будет

$$P^{111} = P_{\kappa}^{111} + 2G^{111} \cdot C_p \cdot (t_2^{111} - t_1^{111}).$$

18. Находят температуру кожуха в третьем приближении

$$t_{\kappa}^{111*} = \frac{1}{S_{\kappa 1}} \cdot \left[\frac{2G^{111} \cdot C_p}{\alpha^{111}} (t_1^{111} - t_2) + (S_{31} + S_{\kappa 1}) \cdot t_1^{111} - S_{31} \cdot t_3 \right]$$

19. Окончательное значение температуры кожуха (t_{κ}) и рассеиваемой мощности (P) в блоке находят по выражениям

$$\frac{t_{\kappa} - t_{\kappa}^{111}}{t_{\kappa} - t_{\kappa}^{111*}} = \frac{t_{\kappa}^{11} - t_{\kappa}^{111}}{t_{\kappa 1}^{11*} - t_{\kappa 1}^{111*}} \quad P = P^{111} + \frac{t_{\kappa} - t_{\kappa}^{111}}{t_{\kappa}^{11} - t_{\kappa}^{111}} \cdot (P^{11} - P^{111})$$

Полученная в результате расчета мощность P и соответствующая ей температура t_{κ} наносятся на график рисунок 3.4. По двум точкам строят характеристику $\Delta t_{\kappa} = f(P)$, (начало координат и t_{κ}). Зная фактическую мощность, рассеиваемую в блоке, по этим двум характеристикам окончательно находят температуры перегрева зоны и кожуха. В случае если они оказываются больше допустимых, необходимо увеличить площадь перфорационных отверстий, либо перейти на принудительное охлаждение блока (принудительную вентиляцию).