

5. Тепловой расчёт

Тепловой расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной справочно-информационной литературе и, с учётом данных, приведённых в настоящих рекомендациях. Тепловой поток конвекторов Vitron Q, Вт, при условиях отличных от нормальных (нормированных), определяется по формуле:

$$Q = Q_{\text{н}} \cdot \left(\frac{\Theta}{70}\right)^{1+n} \cdot \left(\frac{M_{\text{нр}}}{0,1}\right) \cdot b = Q_{\text{н}} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b =$$
$$= K_{\text{н}} \cdot 70 \cdot F \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b, \text{Вт}$$

где:  
Q – номинальный тепловой поток конвектора при нормальных условиях (Массовый расход теплоносителя – 0,1 кг/с, температурный напор – 70 °С);  
Θ – фактический температурный напор, °С, определяемый по формуле

$$\Theta = \frac{t_{\text{н}} + t_{\text{к}}}{2} \cdot t_{\text{н}} = t_{\text{н}} - \frac{\Delta t_{\text{нр}}}{2} - t_{\text{н}}, \text{Вт}$$

где:  
t<sub>н</sub> и t<sub>к</sub> – соответственно начальная и конечная температуры теплоносителя (на входе и выходе) в конвекторе, °С;  
t<sub>н</sub> – расчётная температура помещения, принимаемая равной расчётной температуре воздуха в помещении t<sub>в</sub>, °С;  
Δt<sub>нр</sub> – перепад температур теплоносителя между входом и выходом конвектора, °С;  
70 – нормированный температурный напор, °С;  
n и m – эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя для разных типов конвектора (см. таб. 1 и 2),  
M<sub>нр</sub> – фактический массный расход теплоносителя через отопи-тельный прибор (конвектор), кг/с;

$$M_{\text{нр}} = \frac{Q_{\text{ном}}}{c \cdot (t_{\text{н}} - t_{\text{к}})} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

где:  
c – удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·К)  
0,1 – нормированный массный расход теплоносителя через конвектор, кг/с;  
b – безразмерный поправочный коэффициент на расчётное атмосферное давление (см. таб. 3);  
φ<sub>1</sub> = (Θ/70)<sup>(1+n)</sup> – безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока конвектора при отличии расчётного температурного напора от нормального;  
φ<sub>2</sub> = (M<sub>нр</sub>/0,1)<sup>m</sup> – безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока конвектора при отличии расчётного (фактического) массного расхода теплоносителя через прибор от нормального;

β – безразмерный поправочный коэффициент, характеризующий зависимость теплопередачи конвектора от его длины;

k – безразмерный поправочный коэффициент, учитывающий влияние конструкции и материала декоративной воздуховыпускной решетки на теплоотдачу конвектора;

K<sub>н</sub> – коэффициент теплопередачи конвектора при нормальных условиях, определяемый по формуле

$$K_{\text{н}} = \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}} \cdot \frac{Q_{\text{н}}}{F \cdot 70}$$

где:

F – площадь наружной поверхности теплообмена конвектора, м².

Коэффициент теплопередачи конвектора K, Вт/(м²·°С), при условиях, отличных от нормальных, определяется по формуле

$$K = K_{\text{н}} \cdot \left(\frac{\Theta}{70}\right)^n \cdot \left(\frac{M_{\text{нр}}}{0,1}\right)^m \cdot b = K_{\text{н}} \cdot \left(\frac{\Theta}{70}\right)^n \cdot \varphi_2 \cdot b$$

Таблица 1 - Усреднённые значения показателей степени n конвектора VITRON с естественной конвекцией

Коэффициент n для ВК						
Ширина	160	200	260	300	360	400
Высота						
65	1,8	1,75	1,7	1,65	1,6	1,55
70	1,75	1,7	1,65	1,6	1,55	1,5
75	1,7	1,65	1,6	1,55	1,5	1,45
80	1,65	1,6	1,55	1,5	1,45	1,4
90	1,6	1,55	1,5	1,45	1,4	1,3
110	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
140	1,41	1,34	1,32	1,3	1,28	1,25
150	1,4	1,35	1,32	1,3	1,28	1,25
200	1,3	1,25	1,3	1,28	1,26	-
300	1,2	-	1,28	1,26	1,24	-
400	1,1	-	1,27	1,25	1,22	-
500	1,0	-	1,26	1,24	1,2	-
600	0,9	-	1,25	1,23	1,18	-

Таблица 2 - Усреднённые значения показателей степени n конвектора VITRON с принудительной конвекцией

Коэффициент n для ВКВ 24В						
Ширина	160	200	260	300	360	400
Высота						
65	-	-	1,7	1,65	1,6	1,55
70	-	-	1,65	1,6	1,55	1,5
75	1,7	1,65	1,6	1,55	1,5	1,45
80	-	-	1,55	1,5	1,45	1,4
90	1,6	1,55	1,5	1,45	1,4	1,3
110	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
140	1,4	1,35	1,32	1,3	1,28	1,25
150	1,4	1,35	1,32	1,3	1,28	1,25

Таблица 3 - Значение поправочного коэффициента b.

Коэф b	Атмосферное давление	
	мм рт.ст.	гПа
0,965	690	920
0,97	700	933
0,975	710	947
0,98	720	960
0,985	730	973
0,99	740	987
0,995	750	1000
1	760	1013,3
1,01	780	1040

6. Гидравлический расчёт

Гидравлический расчёт проводится по существующим методикам с применением основных расчётных зависимостей, изложенных в специальной справочно-информационной литературе и, с учётом данных, приведённых в настоящих рекомендациях. При гидравлическом расчёте теплопроводов потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений следует определять по методу «характеристик сопротивления»

$$\Delta P = S_{\text{уч}} \cdot G_{\text{уч}}^2$$

или по методу «удельных линейных потерь давления»

$$\Delta P = R \cdot L + Z,$$

где:  
ΔP – потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений, Па;

S = A Z' – характеристика сопротивления участка теплопроводов, равная потере давления в нём при расходе теплоносителя 1 кг/с, Па/(кг/с)²;  
A – удельное скоростное давление в теплопроводах при расходе теплоносителя 1 кг/с, Па/(кг/с)² (при теплоносителе воде принимается по приложению 1);

Z' = [(λ/d<sub>вн</sub>) · L + Σζ] – приведённый коэффициент сопротивления рассчитываемого участка теплопровода;  
λ – коэффициент трения;  
d<sub>вн</sub> – внутренний диаметр теплопровода, м;  
λ/d<sub>вн</sub> – приведённый коэффициент гидравлического трения, 1/м;  
G – массовый расход теплоносителя, кг/с;  
R – удельная линейная потеря давления на 1 м трубы, Па/м;  
Z – местные потери давления на участке, Па.

Потери давления на участке находятся по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$\Delta P_{\text{уч}} = \left(\frac{\lambda}{d_{\text{в}}}\right) \cdot l_{\text{уч}} \cdot \left(\frac{\rho \cdot \omega^2}{2}\right) + \sum \zeta_{\text{уч}} \cdot \left(\frac{\rho \cdot \omega^2}{2}\right)$$

где: R = (λ/d<sub>в</sub>) · (ρ·ω²/2) – потери давления на трение;

Z = Σζ<sub>уч</sub> · (ρ·ω²/2) – потери давления на местные сопротивления;

λ – коэффициент гидравлического сопротивления, характеризующий потери давления на трение и зависит от характера движения жидкости (ламинарного или турбулентного) и эквивалентной шероховатости труб;

d<sub>в</sub> – внутренний диаметр, мм;

ω – скорость движения воды в трубопроводе, м/с;

ρ – плотность воды, кг/м³;  
Скорость воды на участке находится по формуле

$$\omega_{\text{уч}} = \frac{4 \cdot G}{3600 \cdot \rho \cdot \pi \cdot d_{\text{в}}^2}$$

Коэффициент гидравлического сопротивления для области гладких труб (4000 < Re < 10⁵) находится по формуле Блазиуса:

$$\lambda = \frac{0,3164}{(\text{Re})^{0,25}}$$

где Re – критерий (число) Ренольдса

$$\text{Re} = \frac{\omega \cdot d_{\text{в}}}{\nu}$$

ν – коэффициент кинематической вязкости (для воды ν = 0,365·10⁻⁶ м²/с).

Δ<sub>э</sub> – эквивалент шероховатости труб, для меди = 0,002