

Коэффициент теплопередачи н/п

Интенсивность передачи теплоты от теплоносителя через н/п в помещение характеризуется коэффициентом теплопередачи нагревательного прибора - $K_{\text{нп}}$. Он выражает плотность теплового потока на внешней поверхности стенки н/п при перепаде температур в 1°C :

$$K_{\text{нп}} = \frac{1}{R_{\text{нп}}}, \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{K}$$

где $R_{\text{нп}}$ – термическое сопротивление теплопередаче нагревательного прибора: $R_{\text{нп}} = R_{\text{вн}} + R_{\text{ст}} + R_{\text{н}}, \text{ м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$

где $R_{\text{вн}}$ – термическое сопротивление теплопередаче от нагреваемой жидкости к внутренней поверхности стенки н/п (теплообмен происходит за счет конвекции + теплопроводность);

$R_{\text{ст}}$ – термическое сопротивление теплопередаче от внутренней к наружной поверхностям стенки нагревательного прибора (теплопроводность);

$R_{\text{н}}$ – термическое сопротивление теплопередаче от наружной поверхности стенки н/п к холодной среде (жидкости или газу) (теплообмен происходит за счет конвекции + излучение). $\Delta\theta$

Основные факторы, определяющие $K_{\text{нп}}$: вид и конструктивные особенности н/п и температурный напор

Коэффициент теплопередачи вновь разрабатываемых н/п определяют экспериментально. Вид н/п позволяет заранее судить о возможном значении $K_{\text{нп}}$. Результаты экспериментов по определению $K_{\text{нп}}$ показали, что его можно описать:

- для теплоносителя воды: $K_{\text{нп}} = m \cdot \Delta\theta_{\text{ср}}^n \cdot G^p$

где: m, n, p – экспериментальные коэффициенты, которые определяются для каждого типа н/п;

$$\Delta\theta_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}}}{2} - t_{\text{в}} \quad \text{- температурный напор н/п;}$$

$t_{\text{в}}$ – температура воздуха в отапливаемом помещении, $^\circ\text{C}$;

$t_{\text{вх}}, t_{\text{вых}}$ – температура теплоносителя соответственно на входе в н/п и на выходе из него, $^\circ\text{C}$;

G – относительный расход воды в н/п, $\text{кг}/\text{ч}$, – отношение действительного расхода через н/п к номинальному, принятому при тепловом испытании н/п. При испытании образцов н/п за такой расход принят расход $360 \text{ кг}/\text{ч}$ (раньше испытание каждого вида н/п проводились при различном номинальном расходе воды: для радиаторов $17,4 \text{ кг}/\text{ч}$, для конвекторов $300 \text{ кг}/\text{ч}$).

Тепловой расчет нагревательных приборов (определение поверхности нагрева)

$$Q_{\text{ну}} = \frac{Q_{\text{нп}}}{\varphi_{\text{к}}} \quad , \text{ Вт (ккал/ч)},$$

где $Q_{\text{ну}}$ – номинальный условный тепловой поток н/п, по которому выбирают типоразмер прибора, используя каталоги н/п или справочник.

$\varphi_{\text{к}}$ – комплексный коэффициент приведения $Q_{\text{ну}}$ к расчетным условиям.

- для воды :

$$\varphi_{\text{к}} = \left(\frac{\Delta t_{\text{ср}}}{70} \right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{\text{пр}}}{360} \right)^p \cdot b \cdot \Psi \cdot c$$

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}}}{2} - t_{\text{в}} \quad - \text{температурный напор н/п (для теплоносителя – воды), } ^\circ\text{C};$$

$G_{\text{пр}}$ – расход теплоносителя через н/п, кг/ч;

b – коэффициент учета атмосферного давления;

Ψ – коэффициент учета направления движения теплоносителя в н/п ;

n, p, c – постоянные для данного типа н/п коэффициенты.

ТАБЛИЦА 9.1
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА *b* УЧЕТА РАСЧЕТНОГО АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Тип отопительного прибора	Значения <i>b</i> при атмосферном давлении, гПа (мм. рт. ст.)								
	1040 (780)	1013,3 (760)	1000 (750)	987 (740)	973 (730)	960 (720)	947 (710)	933 (700)	920 (690)
Радиатор панельный стальной однорядный	1,008	1,0	0,996	0,991	0,987	0,982	0,978	0,973	0,968
Радиатор двухрядный и секционный чугунный	1,011	1,0	0,994	0,989	0,983	0,977	0,972	0,966	0,960
Конвектор без кожуха, Труба ребристая, прибор «Коралл»	1,012	1,0	0,994	0,988	0,982	0,976	0,970	0,963	0,957
Конвектор с кожухом	1,015	1,0	0,992	0,983	0,975	0,968	0,961	0,954	0,947

где $a = 0,006$ – для чугунных секционных и стальных панельных радиаторов типа РСВ1; $a = 0,002$ – для конвекторов настенных типа «Универсал», «Аккорд» и прибора «Коралл» в двухрядном исполнении по высоте; для остальных приборов $\Psi = 1$; n , p , c – экспериментальные числовые показатели (табл. 9.2).

ТАБЛИЦА 9.2
ЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ n , p , c ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Тип отопительного прибора	Направление движения теплоносителя	Расход теплоносителя G , кг/ч	n	p	c
Радиатор чугунный секционный и стальной панельный однорядный и двухрядный типа РСВ1	Сверху – вниз	18–50	0,3	0,02	1,039
		54–536		0	1,0
		536–900		0,01	0,996
	Снизу – вниз	18–115	0,15	0,08	1,092
		119–900		0	1,0
	Снизу – вверх	18–61	0,25	0,12	1,113
65–900		0,04		0,97	
Конвектор настенный с кожухом типа «Комфорт-20» и конвектор напольный с кожухом типов «Ритм», «Ритм-1500»	—	36–86	0,35	0,18	1
		90–900		0,07	
Конвектор напольный высокий типа «КВ»	—	36–900	0,25	0,1	1
Конвекторы настенные с кожухом типов «Универсал», «Универсал С»	Любое	36–86	0,3	0,18	1
		90–900		0,07	
Конвектор настенный без кожуха типа «Аккорд» однорядный и двухрядный	Любое	36–900	0,2	0,03	1
Радиатор стальной панельный типа РСГ2 однорядный	Сверху – вниз	22–288	0,3	0,025	1
		324–900		0	
	Снизу – вверх	22–288	0,25	0,08	1
		324–900		0	
То же, двухрядный	Сверху – вниз	22–288	0,3	0,01	1
		324–900		0	

ТАБЛИЦА 9.11

ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВочНОГО КОЭФФИЦИЕНТА Ψ , УЧИТЫВАЮЩЕГО ДВИЖЕНИЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ПРИБОРЕ СНИЗУ-ВВЕРХ

Тепловой поток прибора, Вт (ккал/ч)	Значения Ψ при расходе воды в подводке к прибору $G_{пр}$, кг/ч																	
	30	35	40	45	50	60	70	100	140	180	225	275	335	400	470	600	800	1000
Радиаторы чугунные секционные и стальные панельные РСВ1																		
До 400 (344)	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,0		
400–525 (344–451)	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,0	
525–700 (451–602)	0,89	0,89	0,92	0,93	0,95	0,95	0,95	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,0
700–870 (602–748)	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,93	0,94	0,96	0,97	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
870–1000 (748–860)	0,84	0,86	0,88	0,89	0,90	0,92	0,93	0,95	0,97	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
1000–1150 (860–989)		0,84	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,94	0,96	0,97	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99

Тепловой поток прибора, Вт (ккал/ч)	Значения Ψ при расходе воды в подводке к прибору $G_{пр}$, кг/ч																	
	30	35	40	45	50	60	70	100	140	180	225	275	335	400	470	600	800	1000
1150–1500 (989–1290)			0,85	0,86	0,89	0,90	0,93	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
1500–1750 (1290–1505)					0,87	0,88	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
1750–2000 (1505–1720)						0,86	0,90	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99
2000–2300 (1720–1978)							0,88	0,91	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	0,99
2300–2500 (1978–2150)							0,88	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	0,99
2500–2750 (2150–2365)							0,86	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	0,99
2750–3000 (2365–2580)							0,85	0,89	0,92	0,93	0,95	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98

Для двухтрубных систем ($\Delta t = 95 - 70^\circ\text{C}$) $\Psi = 0,85$

Конвекторы настенные «Аккорд», «Универсал», «Универсал С» и приборы типа «Коралл» в двухрядном исполнении по высоте

До 400 (344)	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,0								
400–525 (344–451)	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,0							
525–700 (451–602)	0,96	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	1,0						
700–870 (602–748)	0,95	0,96	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,0					
870–1000 (748–860)		0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,0				
1000–1150 (860–989)			0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,0			
1150–1500 (989–1290)				0,95	0,95	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,0		
1500–1750 (1290–1505)					0,95	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,0	
1750–2000 (1505–1720)						0,95	0,97	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,0	
2000–2300 (1720–1978)							0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,0
2300–2500 (1978–2150)							0,96	0,97	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
2500–2750 (2150–2365)							0,95	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
2750–3000 (2365–2580)								0,96	0,97	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99

Для двухтрубных систем ($\Delta t = 95 - 70^\circ\text{C}$) $\Psi = 0,95$