



Особенности проектирования систем водяного отопления с внутрипольными конвекторами

В. А. Пухкал, канд. техн. наук, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Ключевые слова: водяное отопление, внутрипольный конвектор, моделирование, распределение скоростных и температурных полей, коэффициент увеличения тепловых потерь

Окончание. Начало статьи читайте в «АВОК», № 7, 2017.

Для правильного подбора внутрипольного конвектора при проектировании систем водяного отопления необходимо произвести расчет защиты обслуживаемой зоны помещения от холодных потоков воздуха. В первой части статьи были приведены методика и пример выполнения подобного расчета. В данном номере мы предлагаем читателям ознакомиться с окончательными результатами расчета для условий примера.

Исходные данные для примера (г. Санкт-Петербург):

- расчетная температура наружного воздуха: $t_n = -24$ °С;
- расчетная температура внутреннего воздуха: $t_b = 20$ °С;
- высота остекления: $h = 3$ м;
- средняя температура теплоотдающей поверхности: $t_0 = 82,5$ °С;
- нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче остекления (без учета отопительного прибора): $R_0 = 0,43$ (м²·°С)/Вт;
- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности: $\alpha_b = 8$ Вт/(м²·°С);
- коэффициент теплопроводности воздуха при температуре t_b : $\lambda_b = 0,0259$ Вт/(м·°С);
- кинематический коэффициент вязкости воздуха при температуре t_b : $\nu_b = 15,06 \cdot 10^{-6}$ м²/с;
- длина конвектора равна длине светового проема.

Параметры в восходящей теплой конвективной струе:

- средняя температура на внутренней поверхности остекления: $\tau_b = 16,88$ °С;

- координата точки встречи теплой и холодной струй: $x_b = 2,77$ м;
 - среднее значение коэффициента конвективной теплоотдачи: $\alpha_{к.н.стр.} = 8,81$ Вт/(м²·°С);
 - средний температурный напор: $t_m - \tau_b = 9,78$ °С;
 - средняя температура воздуха на оси восходящей теплой конвективной струи: $t_m = 26,66$ °С;
 - среднее значение коэффициента теплоотдачи излучением: $\alpha_{л.н.стр.} = 4,95$ Вт/(м²·°С);
 - средний коэффициент теплоотдачи на поверхности остекления в зоне действия нагретой струи: $\alpha_{в.н.стр.} = 13,76$ Вт/(м²·°С).
- Удельные (на 1 м длины остекления) конвективные тепловые потери в зоне действия нагретой струи:

$$Q_{к.н.стр.уд} = \alpha_{к.н.стр.} (t_m - \tau_b) x_b, \text{ Вт/м}; \quad (18)$$

$$Q_{к.н.стр.уд} = 8,81 \cdot 9,78 \cdot 2,77 = 238,7 \text{ Вт/м.}$$

Коэффициент конвективной теплоотдачи поверхности остекления в ниспадающей холодной конвективной струе воздуха:

$$\alpha_{к.х.стр.} = 1,68 (t_b - \tau'_b)^{0,333}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}; \quad (19)$$

Тепло,

достойное вас!



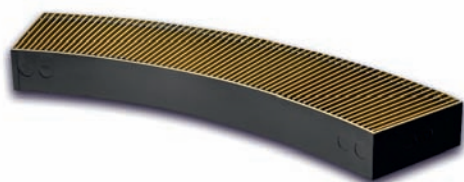
Реклама



ISOTERM®

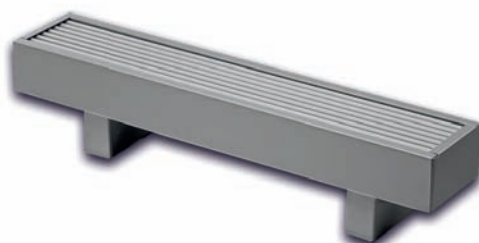
**АО «ФИРМА ИЗОТЕРМ» - ВЕДУЩИЙ РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ
МЕДНО-АЛЮМИНИЕВЫХ КОНВЕКТОРОВ ДЛЯ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ.**

Широчайшая линейка продукции на любой вкус!



Серия Golfstream

Встраиваемый в пол радиусный конвектор.
Индивидуальное решение
для помещений со сложной
конфигурацией.



Серия Коралл

Настенный, напольный
медно-алюминиевый конвектор.
Возможно исполнение
с принудительной конвекцией.



Серия Atoll Pro

Настенный, напольный
медно-алюминиевый конвектор.
Дизайн-от студии Артемия Лебедева.

(812) 460-88-22, 322-88-82

www.isoterm.ru

$$\alpha_{\text{к.х.стр.}} = 1,68 \cdot (20 - 7,21)^{0,333} = 3,93 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

Удельные (на 1 м длины остекления) конвективные теплотери в зоне действия холодной струи:

$$Q_{\text{к.х.стр.уд}} = \alpha_{\text{к.х.стр.}} \cdot (t_{\text{в}} - \tau'_{\text{в}})(h - x_{\text{в}}), \text{ Вт}/\text{м}; \quad (20)$$

$$Q_{\text{к.х.стр.уд}} = 3,93 \cdot (20 - 7,21) \cdot (3 - 2,77) = 11,6 \text{ Вт}/\text{м}.$$

Удельные конвективные теплотери в зоне действия нагретой и холодной струй:

$$Q_{\text{к.уд}} = Q_{\text{к.н.стр.уд}} + Q_{\text{к.х.стр.уд}}, \text{ Вт}/\text{м}; \quad (21)$$

$$Q_{\text{к.уд}} = 238,7 + 11,6 = 250,3 \text{ Вт}/\text{м}.$$

Для локализации ниспадающего холодного потока воздуха необходимо, чтобы конвективный тепловой поток отопительного прибора был не менее конвективных тепловых потерь через остекление. Поэтому проверяем выполнения условия:

$$Q_{\text{к.о.п.уд}} \geq Q_{\text{к.уд}} \text{ Вт}/\text{м};$$

$251 > 250,3 \text{ Вт}/\text{м}$, которое в данном случае выполняется.

Если это условие не выполняется, то следует принять новое значение эквивалентного диаметра.

Удельные полные теплотери через остекление:

$$Q_{\text{уд}} = \alpha_{\text{в.н.стр.}} \cdot (t_{\text{м}} - \tau_{\text{в}})x_{\text{в}} + \alpha_{\text{в}}(t_{\text{в}} - \tau'_{\text{в}})(h - x_{\text{в}}), \text{ Вт}/\text{м}; \quad (22)$$

$$Q_{\text{уд}} = 13,76 \cdot 9,78 \cdot 2,77 + 8 \cdot (20 - 7,21) \cdot (3 - 2,77) = 396 \text{ Вт}/\text{м}.$$

Таким образом, наличие восходящей полуограниченной струи, настилающейся на остекление, вызывает увеличение тепловых потерь на $[(396 - 307) / 307] \cdot 100\% = 29\%$.

Теплотери через остекление:

$$Q_{\text{ост}} = Q_{\text{уд}} \cdot l_{\text{ост}}, \text{ Вт}, \quad (23)$$

где

$l_{\text{ост}}$ – длина остекления, м;

$$Q_{\text{ост}} = 396 \cdot 3 = 1188 \text{ Вт}.$$

Удельный тепловой поток отопительного прибора: $Q_{\text{о.п.уд}} = 396 \text{ Вт}/\text{м}$.

Поправочный коэффициент, учитывающий увеличение тепловых потерь:

$$K_Q = \frac{Q_{\text{уд}}}{Q_{\text{уд}}}; \quad (24)$$

$$K_Q = 396 / 307 = 1,29.$$

Для условий примера выполнен расчет при различных значениях сопротивления теплопередаче остекления. Результаты расчета представлены на рис. 2 в виде зависимости коэффициента увеличения тепловых потерь от сопротивления теплопередаче остекления. Точка встречи нагретой и охлажденной конвективных струй находится на высоте от пола 1,5–2,7 м в зависимости от сопротивления теплопередаче остекления. Эти данные могут быть использованы для ориентировочной оценки величины тепловых потерь через остекление при сходных условиях применения.

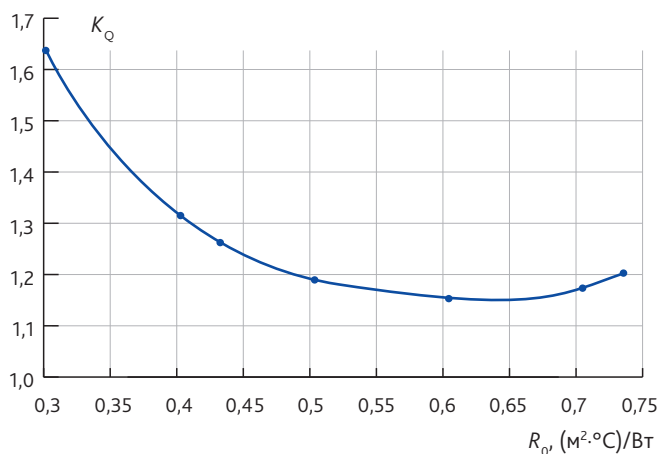
Заключение

1. Предложена методика расчета систем водяного отопления с внутривольными конвекторами, расположенными у остекления и имеющими длину конвекторов, равную длине остекления.

2. Для защиты помещения от ниспадающего потока холодного воздуха внутривольные конвекторы размещаются на расстоянии от остекления до конвектора до 400 мм. При этом происходит настиание потока теплого воздуха от конвектора на остекление.

3. При настиании потока теплого воздуха на остекление увеличиваются тепловые потери через остекление, что должно быть учтено в расчете.

4. Для уменьшения тепловых потерь через остекление целесообразно повышать термическое сопротивление остекления. Для варианта подбора внутривольных конвекторов из условий восполнения конвективных тепловых потерь через остекление наименьшими будут тепловые потери при термическом сопротивлении остекления в пределах 0,55–0,65 ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт (коэффициент увеличения тепловых потерь – 1,18). ■



■ Рис. 2. Зависимость коэффициента увеличения тепловых потерь через остекление от сопротивления теплопередаче остекления