

Особенности применения внутрипольных конвекторов

*В. А. Пухкал, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции
Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного
университета*

Внутрипольные конвекторы предназначены для систем водяного отопления жилых, общественных и административных зданий, в том числе детских учреждений, коттеджей и офисов [1–8].

Конвекторы удачно решают проблемы отопления помещений, где установка традиционных приборов затруднена из-за отсутствия места для их размещения (например, при сплошном остеклении фасада) или нецелесообразна, согласно требованиям современного дизайна. Конвекторы монтируются в конструкции пола вдоль окон и стен отапливаемых помещений и подключаются к системам водяного отопления. В жилых зданиях они могут быть установлены, например, в вестибюлях, в зимних садах и других подобных помещениях. Конвекторы с естественной конвекцией применяются в качестве экранов на пути холодного воздуха у светопрозрачных конструкций. Предотвращается поступление потока холодного воздуха от окон, и тем самым в помещении создается комфортный микроклимат.

Внутрипольные конвекторы рекомендуется применять только в насосных системах отопления. Конструкции конвекторов выпускаются с естественной и принудительной конвекцией. При монтаже внутрипольного конвектора короб с теплообменником скрывают в конструкции пола, погружая в цементную стяжку или проемы, организованные в фальшполах. Видимой остается только декоративная решетка, цвет которой можно подобрать под внутренний интерьер помещения. Решетка может быть продольной или рулонной. Она изготавливается из анодированного или покрытого полимерной краской алюминия, а также из нержавеющей стали, латуни и ценных пород дерева.

У большинства встраиваемых конвекторов короб выполнен из оцинкованной или нержавеющей стали. В качестве нагревательного элемента чаще всего используется медно-алюминиевый теплообменник, но применяются и полностью медные нагревательные элементы (в помещениях с высокой влажностью).

Для удобства монтажа теплообменники делают как концевыми (подающий и обратный трубопроводы подводятся с одной стороны), так и проходными. Конвекторы с односторонним подключением обладают тем преимуществом, что при подсоединении к

системе отопления с помощью гибких подводок дают возможность вынимать теплообменник из короба без отключения от системы, что удобно при уборке.

Анализ рекомендаций производителей конвекторов с естественной конвекцией позволил сделать следующие основные выводы:

— выбор места расположения нагревательного элемента в корпусе (установочном коробе) определяется соотношением тепловых потерь через остекление и теплового потока конвектора; основным является размещение нагревательного элемента в центре корпуса конвектора (рис. 1);

— расстояние от остекления до конвектора — от 80 до 350 мм.

Варианты расположения нагревательного элемента в установочном коробе (рис. 1):

— **вариант 1** — размещение нагревательного элемента со стороны помещения вплотную к стенке короба;

— **вариант 2** — размещение нагревательного элемента со стороны остекления вплотную к стенке короба;

— **вариант 3** — размещение нагревательного элемента в центре короба.

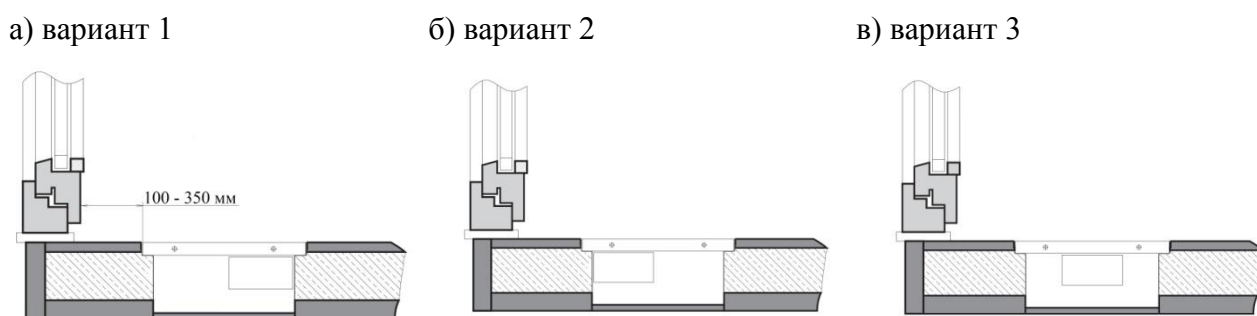


Рис. 1. Варианты расположения нагревательного элемента в установочном коробе

В связи с противоречивостью рекомендаций производителей по монтажу внутриспольных конвекторов эти данные требуют экспериментальной проверки.

В лаборатории кафедры теплогазоснабжения и вентиляции СПбГАСУ выполнены экспериментальные исследования встраиваемого в пол конвектора КРКД 43.14.150 (ОАО «Изотерм», Россия, рис. 2) с восьмитрубным нагревательным элементом. Нагревательный элемент оснащен с двух сторон боковыми отсечными планками высотой 32 мм. Основные размеры испытанной модели конвектора: длина — 1500 мм; глубина конвектора — 430 мм; высота конвектора — 140 мм. Трубы по ходу теплоносителя подсоединены в каждом ярусе попарно по схеме сверху вниз для двух ярусов.

Характеристики нагревательного элемента конвектора:

— размеры пластин оребрения (глубина/высота) — 200/100 мм;

- длина оребренной части нагревательного элемента — 1173 мм;
- количество пластин оребрения — 168 шт;
- шаг пластин оребрения — 7,0 мм;
- толщина пластин оребрения — 0,22 мм;
- высота боковых отсечных планок — 32 мм;
- количество труб — 8 шт.;
- наружный диаметр труб после их дорнования — 15,5 мм;
- толщина стенок труб — 0,4 мм.

Конвектор располагался на расстоянии 0, 100, 190, 300 и 400 мм от стенки (остекления). При проведении экспериментальных исследований стенка не охлаждалась.

Выполненная визуализация потоков воздуха задымлением и тепловизионная съемка показывают, что во всех случаях наблюдается настиление нагретой струи воздуха от конвектора на ограждение (рис. 2). При настилении струя поджимается к ограждению и разгоняется. Настиляющаяся на остекление струя повышает температуру остекления (рис. 3).

Максимальный тепловой поток конвектора обеспечивается при расположении нагревательного элемента у стенки короба со стороны остекления (вариант 2) при расположении конвектора на расстоянии от 0 до 100 мм от стенки. Например, при среднем температурном перепаде

$$\Delta t = \frac{t_1 + t_2}{2} - t_g = 70 \text{ } ^\circ\text{C},$$

где t_1 — температура теплоносителя на входе в нагревательный элемент, $^\circ\text{C}$; t_2 — температура теплоносителя на выходе из нагревательного элемента, $^\circ\text{C}$; t_g — температура воздуха в помещении, $^\circ\text{C}$,

тепловой поток при расположении конвектора на расстоянии 100 мм от стенки — $Q = 1441 \text{ Вт (100\%)}$.

При размещении нагревательного элемента в центре короба (вариант 3) тепловой поток снижается на 5% ($Q = 1365 \text{ Вт}$), а при размещении со стороны помещения (вариант 1) — на 22% (рис. 3). При размещении нагревательного элемента конвектора со стороны помещения вплотную к стенке короба наблюдается обратный поток нагретого воздуха, заходящего через решетку в нагревательный элемент.

Изменение расстояния от стенки до конвектора в пределах от 100 до 200 мм незначительно сказывается на тепловом потоке конвектора. При увеличении расстояния со 100 до 190 мм в варианте 3 (расположение нагревательного элемента конвектора в центре короба) тепловой поток при среднем температурном перепаде $70 \text{ } ^\circ\text{C}$ уменьшился

на 3% (с 1365 до 1323 Вт. Дальнейшее увеличение расстояния от стенки до конвектора до 300 мм приводит к уменьшению теплового потока на 7% (с 1365 до 1266 Вт).

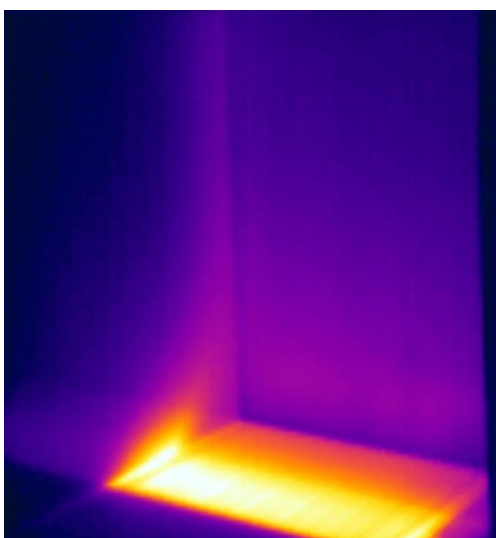
а)



б)



в)



г)

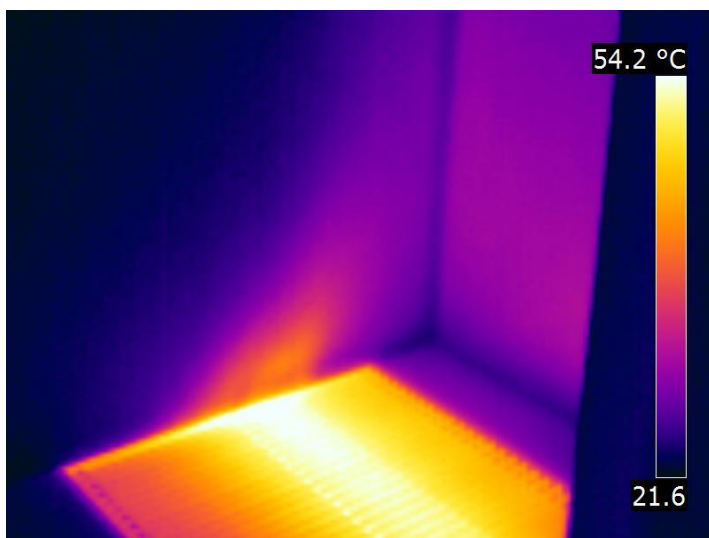
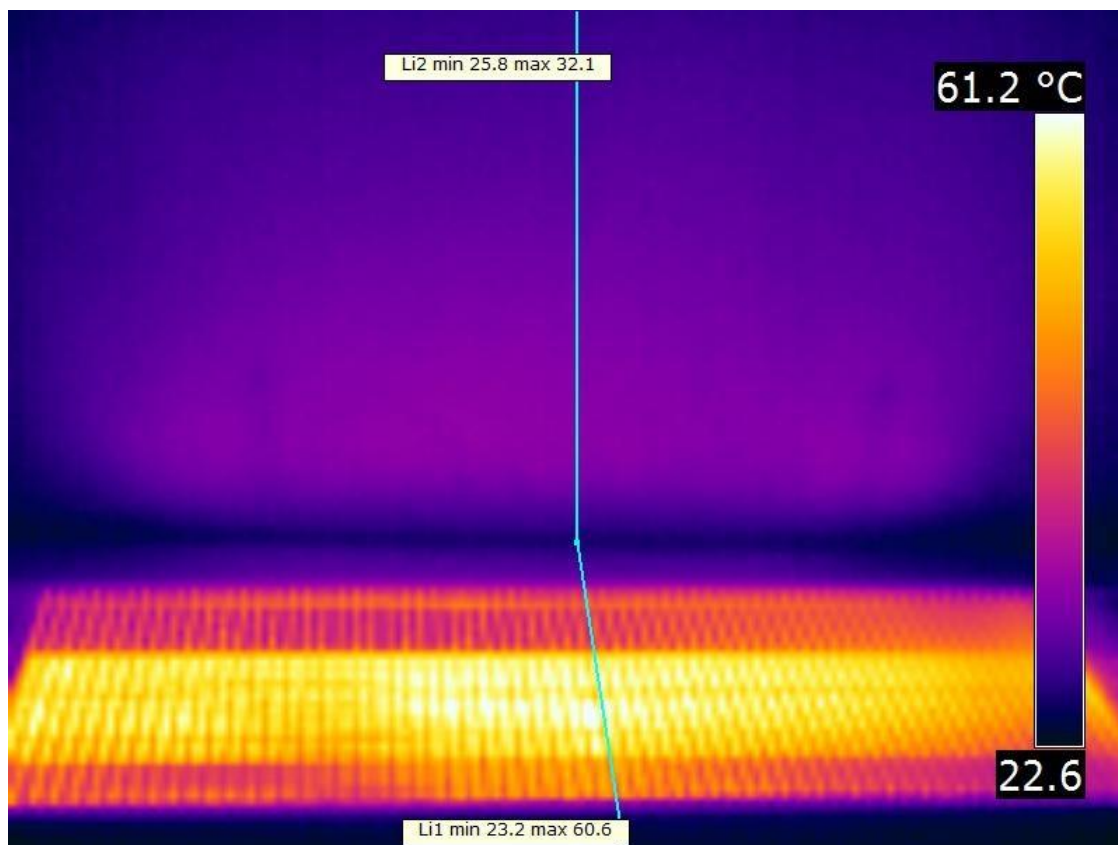


Рис. 2. Визуализация потоков воздуха: а — вид конвектора при испытаниях; б — визуализация потоков воздуха задымлением при расположении нагревательного элемента у стенки короба со стороны помещения (вариант 1); конвектор на расстоянии 100 мм от стенки; в — термограмма (тепловизионная съемка) при расположении нагревательного элемента у стенки короба со стороны помещения (вариант 1);

конвектор у стенки; г — термограмма при расположении нагревательного элемента в центре короба (вариант 3); конвектор на расстоянии 100 мм от стенки

а)



б)

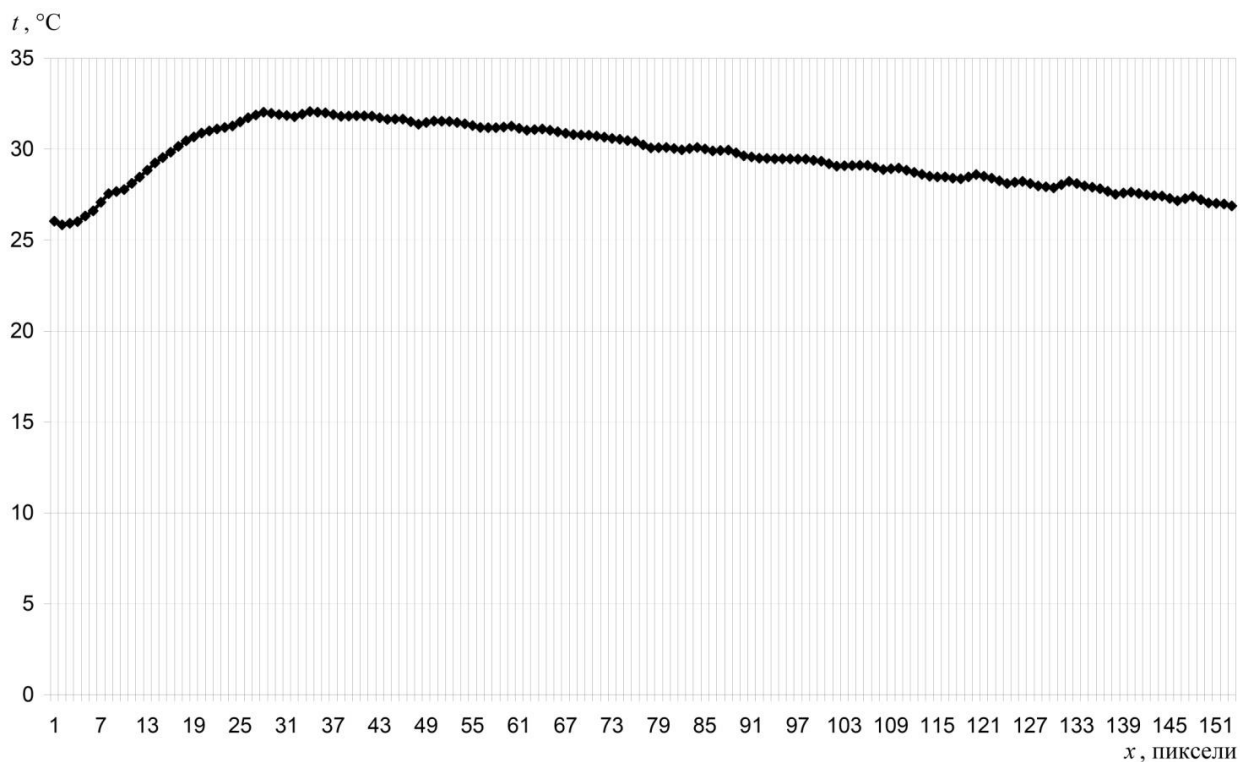


Рис. 3. Визуализация потоков воздуха (тепловизионная съемка): а — термограмма при расположении нагревательного элемента в центре короба (вариант 3; конвектор на расстоянии 100 мм от стенки); б — изменение температуры по линии Li2 (снизу-вверх по высоте)

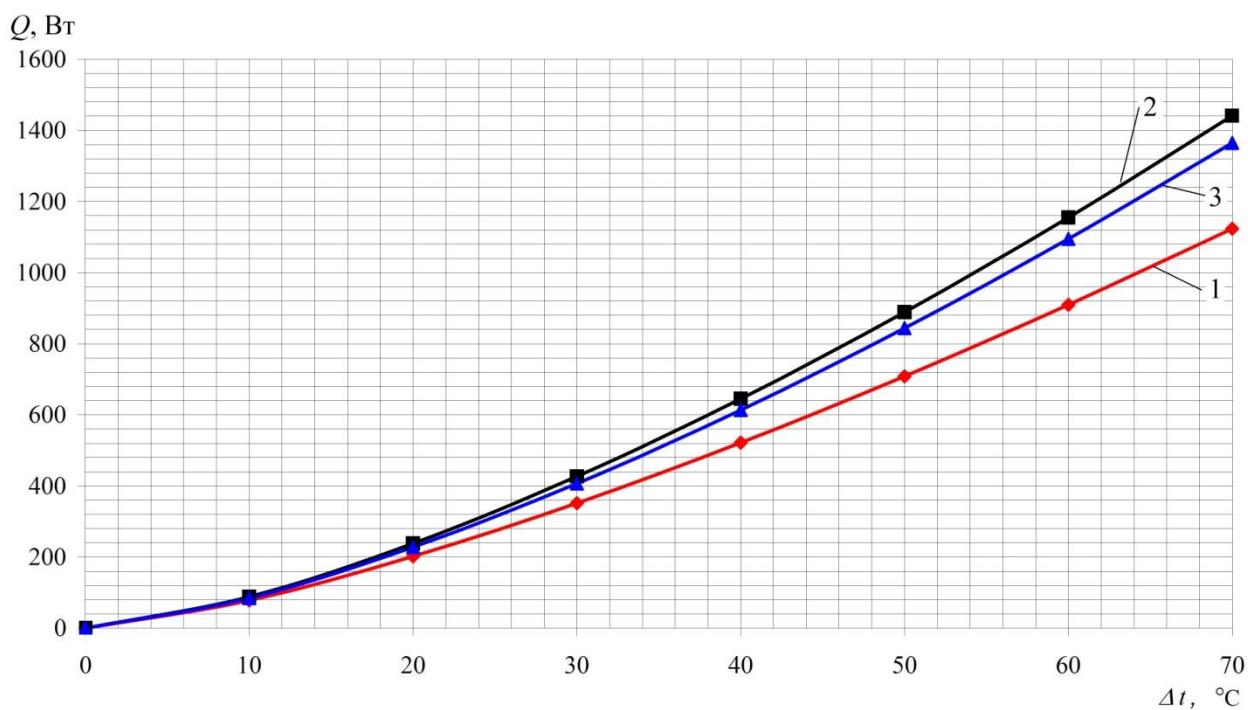


Рис. 4. Зависимость теплового потока конвектора от среднего температурного перепада при расположении конвектора на расстоянии 100 мм от стенки
1 — вариант 1; 2 — вариант 2; 3 — вариант 3

Уменьшение расстояния со 100 до 0 мм в варианте 1 (размещение нагревательного элемента со стороны помещения вплотную к стенке короба) позволяет увеличить тепловой поток на 3%.

Заключение

1. При установке внутрипольных конвекторов на расстоянии до 400 мм от ограждений (остекление, наружная стена) создается восходящая конвективная струя, настилаяющаяся на ограждение.

2. При настилении конвективной струи увеличивается температура ограждения и, соответственно, тепловые потери через ограждение.

3. Максимальный тепловой поток конвектора обеспечивается при расположении нагревательного элемента у стенки короба со стороны остекления при расположении конвектора на расстоянии от 0 до 100 мм от стенки.

4. Рекомендуется размещение нагревательного элемента внутрипольного конвектора с естественной циркуляцией воздуха со стороны остекления вплотную к стенке короба. Расстояние от остекления до конвектора должно быть в диапазоне от 100 до 200 мм.

5. При выборе варианта размещения нагревательного элемента конвектора следует учитывать, что номинальный тепловой поток отопительных приборов ($Q_{н.у}$, Вт) определен при нормированных условиях и размещении нагревательного элемента в центре короба.

Литература

1. Здания и сооружения со светопрозрачными фасадами и кровлями. Теоретические основы проектирования светопрозрачных конструкций. Под общей редакцией И. В. Борискиной — СПб, Инженерно-информационный Центр Оконных Систем, 2012 — 400 с.

2. Крупнов Б. А., Крупнов Д. Б. Отопительные приборы, производимые в России и ближнем зарубежье: Научно-популярное издание. 3-е издание, дополненное и переработанное. — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. — 152 с.

3. Майоров В. А. Передача теплоты через окна: Учеб. пособие. Издательство АСВ. — М.: 2014. — 120 с.

4. Махов Л. М. Отопление. Учеб. для вузов: — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2014. — 400 с.

5. Отопительные приборы и поверхности — М.: Издательский центр «Аква-Терм», 2012. — 84 с.

6. Рекомендации по применению конвекторов «Гольфстрим» («Изотерм-ТД»), встраиваемых в конструкцию пола (вторая редакция). — М.: Научно-техническая фирма ООО «ВИТАТЕРМ», 2008. — 52 с.

7. Тульская С. Г. Экспериментальные исследования теплового режима производственных помещений и обеденных залов ресторанных комплексов / С. Г. Тульская, О. А. Сотникова, Ю. Г. Булыгина // Научный журнал Инженерные системы и сооружения. — 2012. — № 2 (8) — С. 62–70.

8. Jan Babiak, Bjarne W. Olesen, Dušan Petráš. Low Temperature Heating and High Temperature Cooling Embedded. Water Based Surface Heating and Cooling Systems. Guidebook NO 7 — REHVA, 2013. — 110 p.