



# Границы применимости активных климатических балок в офисных помещениях

**А. А. Бородкин**, технический директор компании ООО «Инженерное бюро ВИНДЭКО»

**В. В. Устинов**, генеральный директор компании «Линдаб» – члена НП «АВОК» категории «Премиум»

**Ключевые слова:** активная климатическая балка, микроклимат, полная холодопроизводительность, расход воздуха, плотность теплового потока

Цель данной статьи – определение границ применимости активных климатических балок в условиях действующих в РФ нормативов по расходу наружного воздуха на человека и плотности посадки людей на  $1 \text{ м}^2$  помещения.



### Помещение и требования к параметрам микроклимата

Анализ выполняется для офиса открытой планировки с размерами: длина по фасаду – 20 м, глубина – 6 м, высота подвесного потолка – 3 м, площадь – 120 м<sup>2</sup>.

Время реверберации в офисе: 1 с.

Высота рабочей зоны принята равной 1,3 м.

Допустимый уровень звукового давления на отметке 1,3 м: 35 дБ (А).

Допустимая скорость струи воздуха на входе в рабочую зону не более 0,25 м/с.

Температура воздуха в помещении: 25 °С.

### Исходные данные по нагрузкам на систему кондиционирования

Подбор балок выполняется для нескольких сценариев по плотности посадки людей в помещении – 10, 8 и 6 м<sup>2</sup>/чел, чему соответствует 20, 15 и 12 сотрудников в офисе площадью 120 м<sup>2</sup>.

В соответствие с СП 60.13330.2012 расход воздуха на одного человека принят равным 60 м<sup>3</sup>/ч.

В расчетах приняты три характерные для офисов величины плотности посадки сотрудников – 10, 8 и 6 м<sup>2</sup>/чел, или 20, 15 и 12 сотрудников в офисе.

### Активные климатические балки

Примем температуру приточного воздуха равной 18 °С, температуру хладоносителя на входе в балку – 15 °С (в системе с климатическими балками хладоноситель всегда должен быть выше точки росы в помещении).

Если использовать балки длиной 2,4 м – в помещении заданной планировки можно разместить не более семи рядов балок по две балки в ряду,

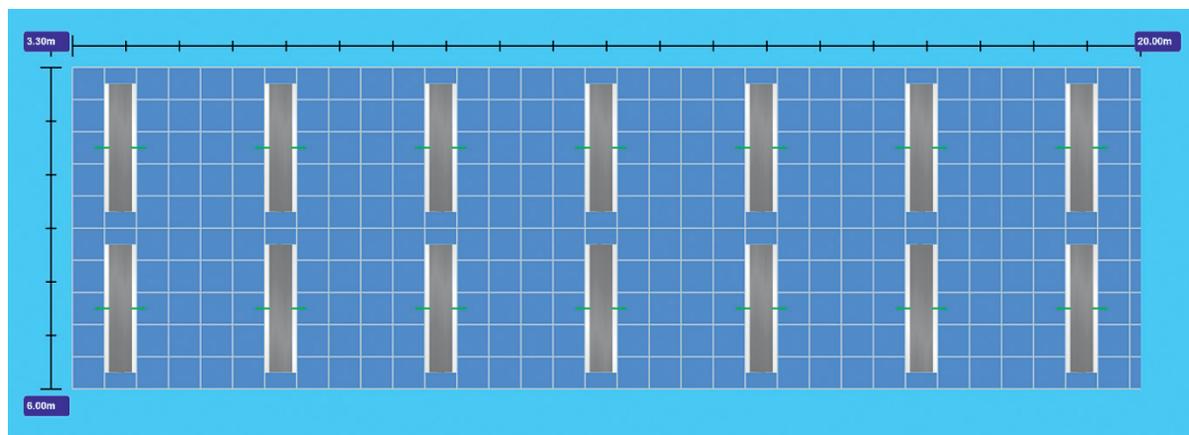


Рис. 1. Расстановка климатических балок в помещении

Таблица 1

Расход воздуха и полная холодопроизводительность климатической балки с полной длиной 2000 мм и трубками 12 мм

$V, \text{ м}^3/\text{ч}$	$Q, \text{ Вт}$
100	1252
70	1033
65	991
60	949
55	908
50	862
44	808

итого – 14 балок, как показано на рис. 1. Большое количество рядов будет означать сокращение расстояния между климатическими балками и, как следствие, приведет к превышению по отношению к норме подвижности воздуха в рабочей зоне.

Основной характеристикой активной балки является величина полной холодопроизводительности. Для ее расчета целесообразно обратиться к программе расчета производителей балок. Предварительно необходимо определиться с величиной располагаемого напора по приточному воздуху и величиной допустимого падения давления на жидкостной линии. Ограничим первую величину значением 100 Па, а вторую – 10 кПа.

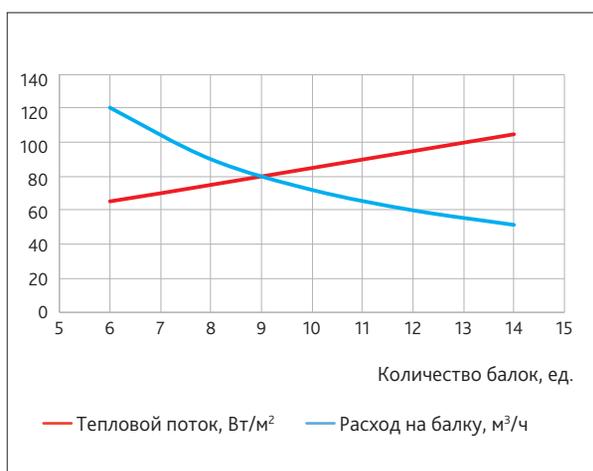


Рис. 2. Зависимость плотности теплового потока в помещении и расход на единичную балку (12 мм) в зависимости от количества балок для плотности заполнения помещения 10 м²/чел

Таблица 2

Расход воздуха и полная холодопроизводительность климатической балки с полной длиной 2400 мм и трубками 15 мм

$V, \text{ м}^3/\text{ч}$	$Q, \text{ Вт}$
100	1101
70	1033
65	1059
60	1011
55	966
50	915
44	815

Часто производители предлагают несколько вариантов балок с разным диаметром труб в теплообменниках. Чаще всего применяются трубы двух диаметров – 12 и 15 мм.

С помощью программы подбора были определены пары значений: полная холодопроизводительность балки и расход на балку во всем допустимом диапазоне изменения расхода воздуха. Для балки с диаметром труб 12 мм данные расчета представлены в табл. 1, для диаметра 15 мм – в табл. 2.

При отсутствии опыта проектирования систем кондиционирования воздуха на основе климатических балок перед проектировщиком возникает вопрос: какой расход воздуха на единичную балку

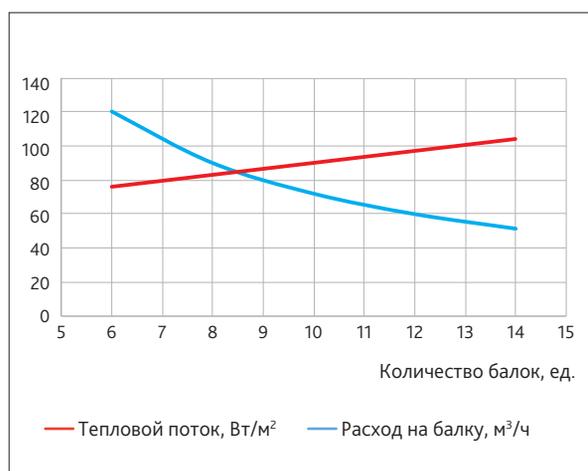


Рис. 3. Зависимость плотности теплового потока в помещении и расход на единичную балку (15 мм) в зависимости от количества балок для плотности заполнения помещения 10 м²/чел

Таблица 3

Максимальная плотность теплового потока при использовании активных климатических балок

Показатели	Площадь посадки, м <sup>2</sup> /чел		
	10	8	6
Расход наружного воздуха, м <sup>3</sup> /час	720	900	1200
Максимальная плотность теплового потока при $d = 12$ мм, Вт/м <sup>2</sup>	102	114	134
Максимальная плотность теплового потока при $d = 15$ мм, Вт/м <sup>2</sup>	107	121	144

выбрать в качестве хорошего первого приближения? Из анализа данных, представленных в табл. 1 и 2, казалось бы, нужно ориентироваться на большие расходы воздуха, так как с ростом расхода растет и холодопроизводительность балки. Однако это не совсем верно.

При плотности заполнения помещения, равной 10 м<sup>2</sup>/чел, и расходе воздуха на одного человека 60 м<sup>3</sup>/ч расход воздуха, подаваемый в офис балками, будет ограничен величиной 720 м<sup>3</sup>/ч. Задаваясь количеством балок в офисе, можно определить соответствующий этому количеству расход на единичную балку. Используя данные табл. 1, 2, каждому расходу воздуха можно поставить в соответствие холодопроизводительность балки; если умножить последнюю на соответствующее количество балок – можно определить величину холодопроизводительности всех балок. Разделив последнюю на площадь помещения, получим значение предельного удельного теплового потока в помещении, которое способно ассимилировать выбранное количество балок. Результаты этих операций представлены на рис. 2, 3, для диаметров труб теплообменника балок, равных 12 и 15 мм соответственно.

Данные, представленные на рис. 2, 3 свидетельствуют, что в офисах с плотностью теплового потока, превышающей 100 Вт/м<sup>2</sup>, и плотностью заполнения 10 м<sup>2</sup>/чел и более активные климатические балки применять нецелесообразно. Ассимиляция большего количества теплоты возможна только при увеличении расхода воздуха на одного человека более 60 м<sup>3</sup>/ч.

Повторяя процедуру, описанную выше, были определены величины максимальной плотности теплового потока для других плотностей посадки людей при неизменном количестве балок, равном

14 единицам. Результаты расчета представлены в табл. 3.

Как видно из табл. 3, при снижении плотности посадки людей менее 10 м<sup>2</sup>/чел область применения активных климатических балок расширяется на офисы с плотностями теплового потока более 110–140 Вт/м<sup>2</sup>.

Необходимо также отметить, что замена диаметра труб теплообменника на больший диаметр с целью увеличения холодопроизводительности балок вызывает необходимость увеличения расхода хладагента не менее чем в 2,5 раза.

Определенный интерес представляет информация о количестве явного тепла, снимаемого единичной балкой для наиболее эффективного режима эксплуатации. Так вот, балка при оптимальных расходах воздуха с теплообменником длиной 2,1 м снимает не более 1200 Вт явного тепла.

## Выводы

1. Активные климатические балки нецелесообразно применять для кондиционирования помещений с удельными теплопритоками, превышающими значения, указанные в табл. 3.

2. Попытка снизить эксплуатационные затраты путем снижения расхода воздуха на одного человека менее 60 м<sup>3</sup>/ч в системах кондиционирования на базе активных климатических балок возможна только в помещениях с плотностями теплового потока 80 Вт/м<sup>2</sup> и ниже или при плотности посадки людей 8 м<sup>2</sup>/чел и меньше.

3. Активные климатические балки по сравнению с вентиляторными доводчиками позволяют ассимилировать меньшее количество тепла на погонный метр теплообменника, поэтому для удаления одного и того же количества тепла их поверхность теплообмена должна быть в несколько раз больше. 