



Расчетные параметры наружного климата для проектирования систем холодоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха

А. С. Стронгин, канд. техн. наук, Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН

В. А. Воронцов, ООО «Системэйр»

К. А. Кузнецов, ООО «Системэйр»

Ключевые слова: параметры наружного климата, холодоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха

Системы вентиляции, холодоснабжения и кондиционирования воздуха, обеспечивающие оптимальные условия микроклимата для общественных и производственных зданий, являются крупными потребителями материальных и энергетических ресурсов. Холодильная мощность систем может достигать нескольких тысяч киловатт, а их стоимость – десятков миллионов рублей. Корректный выбор расчетных параметров наружного климата при проектировании систем холодоснабжения позволяет добиться экономии первоначальных затрат на их устройство, а также снизить потребление энергоресурсов в процессе эксплуатации на 15–25 %.

Нормативные требования

Заданные параметры микроклимата в помещениях жилых, общественных, административно-бытовых и производственных зданий следует обеспечивать в пределах максимальных расчетных параметров наружного воздуха для соответствующих районов строительства, регламентируемых СП 131.13330.2018 и СП 60.13330.2016 [1, 2]:

- параметры А – для систем вентиляции и воздушного душирования в теплый период года;
- параметры Б – для систем отопления, вентиляции и воздушного душирования в холодный период года, а также для систем кондиционирования в теплый и холодный периоды года.

Согласно СП 131.13330 параметры температуры и энтальпии для систем вентиляции и кондиционирования в теплый период года определяются как параметры Б. Температура при этом соответствует графе 4 в табл. 4.1, которая соответствует обеспеченности 98 %, а энтальпия определяется из рис. А.5 и имеет разброс параметров от нижнего до верхних значений. Учитывая, что разброс параметров энтальпии сильно влияет на подбор оборудования для систем вентиляции и кондиционирования, было решено проанализировать климатические данные за последние 10–20 лет для крупных городов и представительных районов РФ и составить таблицу с данными по температуре, энтальпии и абсолютному влагосодержанию воздуха.

Методика исследования

Для выбора расчетных параметров наружного климата (температуры, энтальпии и влагосодержания) использовались архивные данные о погоде, представленные на сайтах «Расписание погоды» и «метео.ру». Данные за весь период наблюдения отсортированы по выделенным граничным параметрам. Граничные параметры приняты с обеспеченностью 98 %, т. е. необеспеченность менее 175 час/год. Граничное значение выбирается за весь период наблюдения, далее выполняется сортировка по убыванию. Например, если период наблюдения составляет 11 лет, граничное значение необеспеченности: $11 \cdot 175 = 1925$ час.

С учетом данных температуры и влажности последних лет, которые имеются в виде измеренных параметров, фиксируемых каждые три часа, мы произвели расчет удельной энтальпии и абсолютного влагосодержания.

Для расчета энтальпии и влагосодержания использовались формулы [3, 4].

Данные по абсолютному влагосодержанию, которые необходимы для расчета процессов осушения воздуха при вентиляции бассейнов [5] и аналогичных объектов, были независимо рассчитаны на обеспеченность 98 %.

Полученные результаты

Расчетные значения метеопараметров (удельная энтальпия и влагосодержание) регионов РФ представлены в таблице.

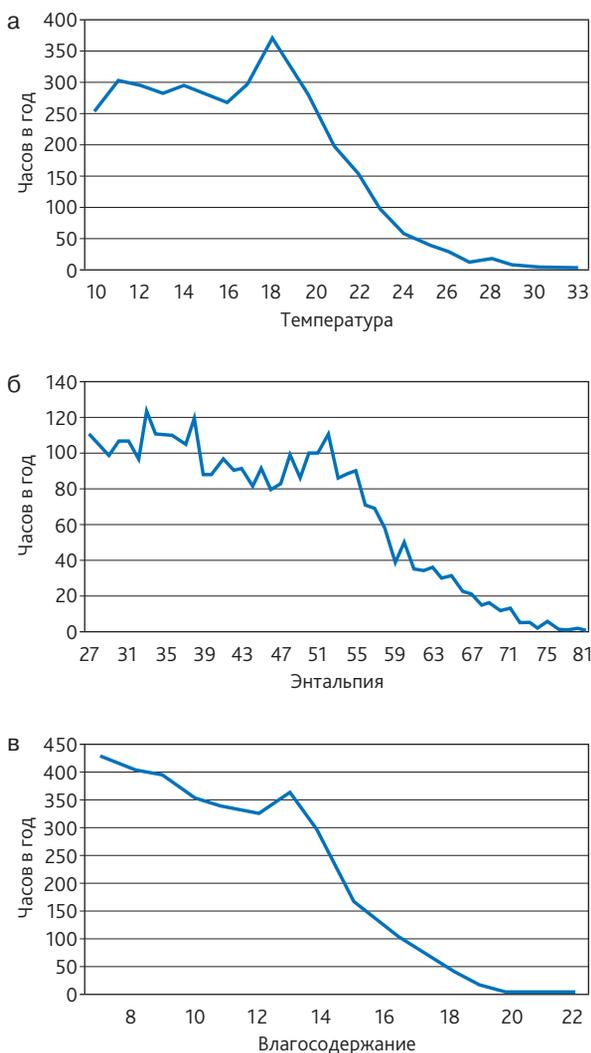
Кроме корректного выбора расчетных условий для определения максимальной мощности оборудования, для технико-экономического обоснования необходимо также учитывать изменение климатических параметров в течение года или сезона. Европейский Союз разработал регламент снижения энергопотребления в зданиях экодизайна (Eco-design). Экодизайн (экологическое проектирование) определяет новый подход к разработке продукции, поощряющий производителей учитывать экологический эффект продукта на протяжении всего жизненного цикла. При сертификации холодильного оборудования Eurovent применяет сезонный показатель энергоэффективности холодильного оборудования SEER, величина которого определяется отношением сезонной выработки холода Q_x и сезонных затрат электроэнергии $Q_{эл}$

$$SEER = Q_x / Q_{эл} \quad (1)$$

Энтальпия и влагосодержание наружного воздуха в теплый период года для расчета номинальной мощности систем вентиляции и кондиционирования

| № пп | Город | Удельная энтальпия наружного воздуха с обеспеченностью 0,98, кДж/кг | Удельное влаго-содержание наружного воздуха с обеспеченностью 0,98, г/кг |
|------|--------------------------|---|--|
| 1 | Астрахань | 63,6 | 11,7 |
| 2 | Благовещенск | 64,1 | 13,9 |
| 3 | Владивосток | 62,1 | 15,2 |
| 4 | Волгоград | 56,2 | 9,4 |
| 5 | Воронеж | 58,0 | 11,4 |
| 6 | Екатеринбург | 53,5 | 10,1 |
| 7 | Иркутск | 53,9 | 10,9 |
| 8 | Казань | 57,0 | 11,5 |
| 9 | Калининград | 55,0 | 11,7 |
| 10 | Краснодар | 64,6 | 12,6 |
| 11 | Красноярск | 54,7 | 11,3 |
| 12 | Москва | 57,8 | 12,2 |
| 13 | Нижний Новгород | 57,0 | 11,9 |
| 14 | Новосибирск | 54,6 | 10,9 |
| 15 | Омск | 54,3 | 10,7 |
| 16 | Оренбург | 56,1 | 9,6 |
| 17 | Пермь | 54,8 | 11,2 |
| 18 | Петропавловск-Камчатский | 41,2 | 9,0 |
| 19 | Ростов-на-Дону | 60,6 | 11,5 |
| 20 | Санкт-Петербург | 56,5 | 12,8 |
| 21 | Саратов | 56,6 | 10,4 |
| 22 | Севастополь | 67,3 | 15,5 |
| 23 | Симферополь | 56,3 | 11,0 |
| 24 | Сочи | 73,8 | 17,6 |
| 25 | Ставрополь | 58,8 | 11,1 |
| 26 | Тюмень | 55,1 | 11,2 |
| 27 | Уфа | 56,9 | 11,2 |
| 28 | Хабаровск | 64,0 | 14,5 |
| 29 | Челябинск | 51,8 | 10,8 |
| 30 | Южно-Сахалинск | 56,0 | 13,0 |
| 31 | Ялта | 65,2 | 14,2 |

Для расчета сезонных показателей используется БИН-метод (BIN method), позволяющий дифференцированно отражать текущую величину отношения наружной температуры воздуха и соответствующую ей величину загрузки оборудования. Для выбранного населенного пункта строится БИН-диаграмма (BIN diagram) часовой продолжительности наружных температур (ступенчатый годограф температур). Диаграмма разделяется на БИН-интервалы (ячейки) шириной 1 °С. Каждому пронумерованному интервалу соответствует: среднее значение текущей наружной температуры (БИН-температура), текущее потребление холода (загрузка оборудования), текущее значение холодильного коэффициента EER.



■ Рис. 1. График количества часов (теплый период года, Владивосток): а – наружная температура; б – энтальпия; в – абсолютное влагосодержание

Интегральный сезонный показатель рассчитывается суммированием текущих значений всех интервалов по формуле

$$SEER = Q_x / Q_{эл} = \sum Q_{xi} / \sum Q_{эли} = \sum q_{xi} \cdot \tau_i / \sum \tau_i [q_{xi} / EERbin(i)], \quad (2)$$

где Q_x , $Q_{эл}$ – соответственно, сезонное количество произведенного холода и затраченной электроэнергии, кВт·ч/сезон

$$i = 1, 2, 3, \dots, n, \quad (3)$$

где n – общее количество БИН-интервалов в сезоне с i -той температурой наружного воздуха (зависит от сезонного диапазона изменения температуры наружного воздуха и выбранной ширины ячейки),

$$Q_{xi} = q_{xi} \cdot \tau_i, \quad (4)$$

где Q_{xi} – количество холода, вырабатываемое холодильным оборудованием при i -той БИН-температуре наружного воздуха, кВт·ч;

q_{xi} – текущая холодильная мощность единицы оборудования при i -той БИН-температуре наружного воздуха, кВт;

τ_i – количество часов длительности каждой БИН-температуры наружного воздуха, ч.

$EERbin(i)$ – текущее значение холодильного коэффициента EER для каждой БИН-температуры и соответствующей величине загрузки оборудования.

Предлагаем аналогичный подход для оценки энергоэффективности и годового энергопотребления для всей системы холодоснабжения и кондиционирования, а не только ее отдельных элементов [6, 7]. Для различных объектов текущая мощность системы определяется не только текущей наружной температурой, но и удельной энтальпией и влагосодержанием, что требует построения соответствующих графиков (БИН-диаграмм).

На рис. 1 в качестве примера приведены рассчитанные нами по изложенной методике графики осредненных значений температуры, энтальпии и абсолютного влагосодержания, с отображением количества часов их продолжительности для теплого периода года во Владивостоке.

Для сравнения климатических параметров двух городов – Москвы и Владивостока, на рис. 2 приведены графические данные по количеству часов для значений энтальпии, а также указаны граничные значения параметров с обеспеченностью 98 %.

По нашему мнению, при подборе оборудования целесообразно учитывать значения с указанной

при использовании оборудования с утилизацией энергии. Также можно сделать сравнение оборудования, которое имеет разные коэффициенты утилизации тепловой энергии и возможности эффективного охлаждения. Так, например, затраты на эксплуатацию в теплый период можно снизить в несколько раз за счет применения в вентиляционном оборудовании градирни с косвенным адиабатным охлаждением, которое позволяет охлаждать наружный воздух на 10–12 °С без изменения его влагосодержания и без использования компрессора холодильной машины.

Выводы

При подборе оборудования для систем вентиляции, холодоснабжения и кондиционирования значение температуры допустимо определять согласно графе 4 в таблице 4.1 СП 131.13330. Значение удельной энтальпии и абсолютного влагосодержания наружного воздуха в теплый период года следует принимать из приведенной в статье таблицы для представленных городов, а для других регионов целесообразно принимать максимальное значение энтальпии, указанное для данного региона в СП 131.13330.2018 (рис. А5).

Возможность использования реальных климатических данных позволяет оптимизировать подбор холодильного и вентиляционного оборудования, снизить его стоимость и расход энергоресурсов. Объективная оценка годовых эксплуатационных затрат, в первую очередь электроэнергии, наглядно

демонстрирует экономическую эффективность использования энергосберегающего оборудования и схемных решений, способствует расширению его применения в практике проектирования.

Литература

1. СП 131.13330.2018 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология». М., 2018.
2. СП 60.13330.2016 «СНиП 41–01–2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» (с изменением № 1). М., 2003.
3. Нестеренко А. В. Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха. М.: Высшая школа, 1971.
4. Богословский В. Н., Кокорин О. Я., Петров Л. В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение. М.: Стройиздат, 1985.
5. Р НП «АВОК» 7.5-2020 «Обеспечение микроклимата и энергосбережение в крытых плавательных бассейнах. Нормы проектирования». М.: АВОК-ПРЕСС, 2020.
6. Стронгин А. С. Оценка эффективности холодоснабжения общественных зданий. Ч. 1. Энергоэффективность // Энергосбережение и умные технологии. – 2020. – № 2. – С. 12–16.
7. Стронгин А. С. Оценка эффективности холодоснабжения общественных зданий. Ч. 2. Экономическая и экологическая эффективность // Энергосбережение и умные технологии. – 2020. – № 3. – с. 9–11.

Авторы выражают глубокую благодарность за сотрудничество М. В. Клюевой («ГТО»).



**РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ
СИСТЕМ ДЫМОУДАЛЕНИЯ
ЗДАНИЙ**

КОНСУЛЬТАЦИИ ПО ПРОГРАММЕ ✓
**ВЫПОЛНЕНИЕ РАСЧЕТОВ
ПО ВАШЕМУ ПРОЕКТУ ✓**

soft.abok.ru
+7 495 107-9150

Реклама