

Кузьмин Сергей Иванович,
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: sergey.kuzmin@mail.ru

МОДЕЛЬ СУТОЧНОГО ИЗМЕНЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА

Kuzmin S.I.

MODEL OF DAILY CHANGE IN RELATIVE HUMIDITY OF OUTDOOR AIR

Аннотация. В работе представлена математическая модель изменения относительной влажности наружного воздуха в течение произвольных суток годового цикла.

Ключевые слова: наружный климат, географические координаты, относительная влажность, влагосодержание, статистическое моделирование.

Abstract. The paper presents a mathematical model of changes in the relative humidity of the outside air during arbitrary days of the annual cycle.

Keywords: outdoor climate, geographical coordinates, relative humidity, moisture content, statistical modeling.

Влажностное состояние наружного воздуха влияет на эффективность работы аппаратов приточной вентиляции - оросительных камер (контактных увлажнителей). Как правило процесс увлажнения воздуха происходит без изменения теплосодержания и сопровождается понижением температуры. Соответственно, чем «суше» первичная среда, тем на большую величину можно её охладить. Этот факт важен для систем вентиляции, предназначенных для ассимиляции теплоизбытков в помещениях.

Проектирование теплообменных аппаратов производится на некоторое фиксированное расчётное значение состояния наружного воздуха [1]. Однако в течение эксплуатационного периода текущие значения параметров наружного воздуха, влияющие на эффективность процессов тепло- и массообмена, значительно отличаются от расчётных. Поэтому при определении характеристик теплообменников целесообразно проводить анализ их эффективности за годовой период эксплуатации с целью выявления продолжительности периода с неблагоприятным состоянием исходной среды и оценки надёжности системы создания микроклимата.

Для реализации этого подхода необходимо располагать информацией о текущих (часовых) значений основных климатических характеристик, в том числе относительной влажности воздуха. Эта задача осложняется тем, что в нормативных источниках эта информация не приводится [2]. Поэтому для оценки искомого параметра предлагается модель текущего влажностного состояния воздуха, основанная на известных (ограниченных) климатических данных, с учётом взаимосвязи термодинамических параметров воздуха и предположениях о возможной динамике изменения параметров, влияющих на влажность воздуха.

Относительная влажность воздуха φ связана с температурой t , влагосодержанием d и парциальным давлением водяных паров p_w соотношениями [3]:

$$\varphi = \frac{d}{d_{\text{нас}}}; \quad d_{\text{нас}} = 622 \cdot \frac{p_{w.\text{нас}}}{B - p_{w.\text{нас}}}; \quad (1)$$

$$p_{w.\text{нас.}} = 0,611 \cdot \exp\left(\frac{17,4 \cdot t}{235,3 + t}\right) \quad (2)$$

где $d_{\text{нас}}$ – влагосодержание воздуха при полном насыщении водяными парами; $p_{w.\text{нас.}}$ – парциальное давление водяных паров при полном насыщении; B - барометрическое давление.

Из всех параметров, входящих в выражения (1 и 2), в доступных нормативных источниках для конкретного географического пункта приводятся только барометрическое давление, среднемесячные температуры t_k и парциальные давления водяных паров p_k наружного воздуха [2].

Среднечасовые значения температуры в течение суточного периода могут быть представлены в следующем виде [4]:

$$t_{ij} = t_i + A_{t,i} \cdot \cos\left(\frac{j_i - j_i^V}{24}\right) \quad (3)$$

где t_i - среднесуточная температура i -х суток; $A_{t,i}$ - амплитуда колебаний температуры воздуха в i -е сутки; j_i - текущий час i -х суток; j_i^V - час минимума температуры в i -е сутки.

При известной температуре t_{ij} относительная влажность определится через парциальное давление p_{ij} по (1), которое в силу малой динамики в годовом цикле можно с определёнными допущениями принять постоянным в течение суток и равным среднемесячному значению $p_{w.k}$:

$$d_{ij} = 622 \cdot \frac{p_{w.k}}{B - p_{w.k}}. \quad (4)$$

$$\varphi_{ij} = \frac{d_{ij} \cdot (B - p_{w.\text{нас.}ij})}{622 \cdot p_{w.\text{нас.}ij}}. \quad (5)$$

Таким образом, уравнения (1) – (5) представляют собой модель суточного хода относительной влажности наружного воздуха, которая может быть использована для анализа эксплуатационных возможностей контактных теплообменников-увлажнителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические системы // Под. Ред. И.Г. Старовойтова ч.2 Вентиляция. – М., Стройиздат, 1993.– 896 с.
2. Российская Федерация. Законы СП 131.13330.2025 Строительная климатология.
3. **Нестеренко А.В.** Термодинамические основы вентиляции и кондиционирования воздуха. М.: Стройиздат, 1972, 422 с.
4. **Богословский В.Н.** Строительная теплофизика. – М.: Стройиздат, 1992 – 300 с.