

Акельев В. Д., Сизов В. Д., Велесик О. И.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Целью работы является разработка формулировок терминологий и определений в области аэро-теплообменной устойчивости элементов строительных объектов.

В процессе эксплуатации строительных объектов вместе с потоками воздуха в помещение поступают теплота, влага, пыль, газы, при этом струи перемещаются в различные зоны, конвективные потоки взаимодействуют с ограничивающим оборудованием, конструкциями и людьми. Теплота от теплоисточников выделяется в виде радиационной составляющей, которая, контактируя с ограждающими конструкциями и оборудованием, также преобразовывается в конвективную и поступает в помещение. У наружных стен в зимнее время присутствуют потоки холодного воздуха, проникающие в рабочую зону и охлаждая ее. Через наружные конструкции и стыковые сопряжения поступает инфильтрационный воздух, влияющий на температурно-влажностный и газовый режим помещений. Имеют место воздушные потоки, перетекающие из смежных помещений и направленные к жалюзийным вентиляционным решеткам. В результате взаимодействия этих факторов формируется микроклимат помещений [1].

Паропроницаемость строительных материалов не снижает эксплуатационных качеств ограждения, если его конструктивное решение способствует диффузии пара в атмосферу. Элементы конструкций являются барьерами между внешней средой и внутренним объемом строительного сооружения и способствуют возможности пассивного и активного его регулирования.

Цель исследований, связанных с ограждающими конструкциями отапливаемых помещений, их эколого- и аэро-теплообменными факторами определяется тем, что реальные физико-технические процессы нестационарны, а методики большинства расчетов выполнены для стационарных режимов [2].

Амплитуды колебаний термодинамических характеристик воздуха и внутренних поверхностей ограждающих конструкций отапливаемых помещений зависят от системы теплоснабжения, теплофизических свойств наружных и внутренних ограждений, внутренних тепло- и массоисточни-

ков. В нормативно-технических и других источниках отсутствует формулировка терминологий, понятий, определений этих характеристик в области строительства.

Аэро-теплообменная устойчивость строительных объектов – способность снижать колебания термодинамических характеристик воздуха в помещениях при флюктуациях тепловых потоков от внутренних источников теплоты. Устойчивость ограждающих конструкций определяется коэффициентами устойчивости потокам капельной жидкости π_0^{II} , пара и влажного воздуха π_0^{I} и воздухопроницаемости ограждения π_0^{I} , представляющими собой:

$$\pi_0^{\text{I}} = \frac{p_{\infty,1}^{\text{I}} - p_{\infty,2}^{\text{I}}}{p_{\infty,1}^{\text{I}} - p_{\infty,1,\text{min}}^{\text{I}}}, \pi_0^{\text{II}} = \frac{p_{\infty,1}^{\text{II}} - p_{\infty,2}^{\text{II}}}{p_{\infty,1}^{\text{II}} - p_{\infty,1,\text{min}}^{\text{II}}}, \pi_0^{\text{III}} = \frac{p_{\infty,1}^{\text{III}} - p_{\infty,2}^{\text{III}}}{p_{\infty,1}^{\text{III}} - p_{\infty,1,\text{min}}^{\text{III}}}, \quad (1)$$

Амплитуда колебаний потоков массы (воздуха, пара и т. д.), проходящих через единицу более нагретой поверхности, может быть представлена как

$$A^p = j_{\text{max}}^p - j^p. \quad (2)$$

После подстановки в уравнение (2) соответствующих величин, можно получить

$$A^p = \alpha_1^p (p_{\text{max}} - p_{0,\text{max}}) - \alpha_1^p (p_{\text{max}} - \bar{p}_0) = \alpha_1^p A_p^p - \alpha_1^p A_0^p, \quad (3)$$

Аэро-теплообменная диффузионная инерция – способность строительных объектов сопротивляться изменениям давлений, потенциалов массопереноса при переменных массообменных воздействиях. При установившихся периодических воздействиях его массо- и аэродинамические свойства характеризуются показателями аэро- и теплообменной устойчивости помещений.

В ограждающих конструкциях имеется возможность возникновения волны массообменных потенциалов, стремящейся к нулю с увеличением координаты x . Число волн в ограждении характеризует его показатель массообменной инерции D^p , который можно представить как произведение его сопротивления массопереносу (R^p) на коэффициент усвоения материала ограждения по отношению к массе (S^p):

$$D^p = R^p S^p,$$

а для многослойных

$$D^p = \sum_{i=1}^n R_i^p S_i^p, \quad (4)$$

где D^p зависит от периода колебаний массопотоков.

При уменьшении колебания потока массы увеличивается показатель D^p , следовательно, в ограждении располагается большее число волн, уменьшается длина волны массопереноса и интенсивнее уменьшаются массообменные флуктуации в ограждении. Тепловая и массообменная инерции зависят от периода колебания массопотоков, при уменьшении которых увеличивается инерция ограждения относительно массопотоков, поэтому в нем вероятно также большее число волн, когда уменьшается длина волны в объеме помещения давления и колебаний давлений в ограждении.

Аэро-тепломассообменная инерция ограждений – их способность сопротивляться изменению давления, потенциалов теплопереноса при их переменных воздействиях [3]. В работе рассматриваются аэродинамические воздействия на плоскую конструкцию в замкнутом помещении, многократно повторяющиеся в одном направлении с тем же периодом, как квазистационарные, одномерные. Давление у поверхности стены (в пограничном слое) является функцией времени, а тепло- и массоперенос между воздухом и поверхностью можно представить в виде линейной зависимости. Ряд случаев периодических воздействий – гармонические (изменяющиеся во времени, соответствуют синусоиде, косинусоиде), и другие могут быть приведены к их сумме.

В работе установлено:

1. В настоящее время регламентируется только расчет теплоустойчивости строительных объектов в отопительный период года, когда амплитуда колебаний температур воздуха в помещении в течение суток не более ± 3 °С от расчетного значения, минимальная температура внутренней поверхности ограждающей конструкции больше температуры точки росы при расчетных значениях температуры и относительной влажности внутреннего воздуха. Нормируется теплоусвоение поверхности полов, сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций.

2. Затухание аэродинамических диффузионных волн в ограждениях минимально, если его слои не имеют аэро-тепломассообменной устойчивости, при этом в них вероятны волны, если воздействиям подвергаются поверхности ограждений потоками с различными температурами. Плотности массовоздухотоков в венткоммуникациях, аэродинамическая устой-

чивость помещений зависят от пространственного распределения атмосферного давления.

3. Аэродинамическая устойчивость отапливаемых помещений зависит от функционирования вентиляционных каналов, шахт, аэродинамических потерь на трение и местные сопротивления, участков от поверхностей наружных ограждений до фронтальной плоскости жалюзийных решеток кухонных, ванных и туалетных комнат.

Предложены и обоснованы следующие термины и определения:

1. Аэро-теплообменная устойчивость помещений – способность снижать колебаний термодинамических характеристик воздуха в помещениях при флуктуациях тепловых потоков от внутренних источников теплоты;

2. Аэро-теплообменная диффузионная инерция – способность помещения сопротивляться изменениям давлений, потенциалов массопереноса при переменных массообменных воздействиях.

3. Аэро-теплообменная инерция ограждений – их способность сопротивляться изменению давления, потенциалов тепло-массопереноса при их переменных воздействиях.

Литература

1. Вейник, А. И. Техническая термодинамика и основы теплопередачи: учеб. пособие для металлург. вузов и фак. / А. И. Вейник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1965. – 375 с.

2. Гагарин, В. Г. Методика проверки выпадения конденсата в воздушном зазоре вентилируемого фасада / В. Г. Гагарин // Строительная физика в XXI веке: науч.-техн. конф., посвящ. 50-летию НИИСФ РААСН, Москва, 25–27 сент. 2006 г. / Рос. акад. архитектур.-строит. наук, Науч.-исслед. ин-т строит. Физики. – М., 2006. – С. 73–80.

3. Зимин, В. Д. Турбулентная конвекция в замкнутых объемах: автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. наук: 01.04.14 / В. Д. Зимин; Акад. наук СССР, Ин-т теплофизики. – Новосибирск, 1983. – 26 с.