

УДК 697:721.011.25

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ТЕПЛОГО ЧЕРДАКА ЗДАНИЯ С УЧЕТОМ ИСКЛЮЧЕНИЯ КОНДЕСАЦИИ ВЛАГИ

А.С. ЛАПЕЗО

(Представлено: канд. техн. наук, доц. В.И. ЛИПКО, О.Н. ШИРОКОВА)

В процессе эксплуатации зданий с теплыми чердаками внутри чердаков зачастую происходит выпадение конденсата на внутренних поверхностях наружных ограждений, что способствует намоканию верхней части здания, разрушению и снижению теплозащитных свойств. В работе выполнены аналитические исследования по определению конструктивных размеров теплового чердака, исключающих появление конденсата с учетом тепломассообменных процессов вентилируемых теплых чердаков.

**Введение.** Целью теплотехнического расчета ограждающих конструкций теплового чердака с учетом исключения конденсации влаги на их внутренних поверхностях является определение конструкций наружных стен и покрытия таким образом, чтобы температура на внутренних поверхностях в условиях эксплуатации не снижалась ниже температуры точки росы, которую определяют по  $J-d$  диаграмме для воздуха, поступающего в пространство теплового чердака из каналов вытяжных вентиляционных систем.

**Основная часть.** Для вентиляционного воздуха, удаляемого из жилых и вспомогательных помещений по условиям комфортности и санитарных норм при температуре  $t_{\text{уд}} = 20^\circ\text{C}$  и  $\varphi_6 = 60\%$ , температура точки росы, при которой возможна конденсация влаги, составляет  $t_{\text{м.р.}} = 12,5^\circ\text{C}$ .

Таким образом, в целях исключения конденсации влаги из воздуха, его температура в теплом чердаке не должна снижаться ниже температуры точки росы и не контактировать с поверхностями наружных ограждений, имеющих более низкую температуру, т.е. должно выдерживаться первое условие

$$\tau_{\text{в.н.м.ч}} \geq t_{\text{м.р.}} > 12,5^\circ\text{C}. \quad (1)$$

По условиям воздушного отопления, работающего в режиме рециркуляции, количество теплоты, которое возможно использовать для отопления теплового чердака в соответствии с первым условием исключения конденсации влаги, определится из выражения

$$Q_{\text{в.о.}} = L_{\text{ф}} \cdot c_{\text{в}} \cdot (t_{\text{н}} - t_{\text{в.м.ч}}), \quad (2)$$

где  $L_{\text{ф}}$  – суммарный воздухообмен изолированной части (секции) теплового чердака, м<sup>3</sup>/ч;

$c_{\text{в}}$  – объемная теплоемкость воздуха, Вт/м<sup>3</sup>;

$t_{\text{н}}$  – температура воздуха, поступающего из вытяжных каналов в пространство теплового чердака,  $t_{\text{н}} = 20^\circ\text{C}$ ;

$t_{\text{в.м.ч}}$  – температура внутреннего воздуха теплового чердака,  $t_{\text{в.м.ч}} = 12,5^\circ\text{C}$ .

По условиям теплового баланса для обеспечения внутренней температуры  $t_{\text{в.м.ч}} = 12,5^\circ\text{C}$  вся поступающая теплота  $Q_{\text{в.о.}}$  должна расходоваться на компенсацию теплопотерь через наружные ограждающие конструкции теплового чердака, включая теплопотери через наружные стены  $Q_{\text{н.с}}$  и теплопотери через покрытие  $Q_{\text{н}}$ , т.е. должно выдерживаться равенство

$$Q_{\text{в.о.}} = Q_{\text{н.с.}} + Q_{\text{н}}. \quad (3)$$

В развернутом виде уравнение запишется в виде

$$Q_{\text{в.о.}} = \kappa_{\text{н.с.}} \cdot F_{\text{н.с.}} \cdot (t_{\text{в.м.ч}} - t_{\text{н}}) + \kappa_{\text{н}} \cdot F_{\text{н}} \cdot (t_{\text{в.м.ч}} - t_{\text{н}}) \quad (4)$$

или после некоторых преобразований получим:

$$Q_{\text{в.о.}} = (\kappa_{\text{н.с.}} \cdot F_{\text{н.с.}} + \kappa_{\text{н}} \cdot F_{\text{н}}) \cdot (t_{\text{в.м.ч}} - t_{\text{н}}), \quad (5)$$

$$\frac{Q_{\text{в.о.}}}{t_{\text{в.м.ч}} - t_{\text{н}}} = \frac{F_{\text{н.с.}}}{R_{\text{н.с.}}} + \frac{F_{\text{н}}}{R_{\text{н}}}. \quad (6)$$

Уравнение (5) описывает математически процессы тепломассообмена, протекающие в пространственном объеме теплового чердака при прохождении через него вентиляционного воздуха. Это уравнение, где неизвестными величинами являются значения термических сопротивлений наружных ограждений

покрытия  $R_n$  и наружных стен  $R_{н.с}$ , решается методом подбора конструкций наружных стен и покрытия таким образом, чтобы удовлетворялось равенство (5).

Поскольку по условиям эксплуатации зданий с теплыми чердаками наружные стены чердака должны быть такими же по конструктивному исполнению, как и наружные стены жилых помещений, для которых согласно табл. 5.1 Изменения №1 ТКП 45-2.04-43-2006 термическое сопротивление принимается равным  $R_{н.с} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , а значения термического сопротивления для покрытия теплого чердака должно быть не менее  $R_n = 6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  и тогда уравнение (5) после подстановки значений  $R_{н.с} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ,  $R_n = 6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  примет вид:

$$\frac{Q_{в.о.}}{t_{в.м.ч} - t_n} = \frac{F_{н.с}}{3,2} + \frac{F_n}{6}, \quad (7)$$

а после подстановки значений  $t_{в.м.ч}$  и  $t_n$  получим:

$$\frac{Q_{в.о.}}{12,5 - (-25)} = \frac{F_{н.с}}{3,2} + \frac{F_n}{6}$$

$$Q_{в.о.} = 15 \cdot (F_{н.с} + F_n) = \frac{12,5}{3,2} \cdot F_{н.с} + \frac{12,5}{6} \cdot F_n = 3,9 \cdot F_{н.с} + 2,08 \cdot F_n. \quad (8)$$

Записав левую часть уравнения (8) в виде (2), получим:

$$L_\phi \cdot c_g \cdot (t_n - t_{в.м.ч}) = 3,9 \cdot F_{н.с} + 2,08 \cdot F_n. \quad (9)$$

Подставив в выражение (9) известные величины, запишем его решение относительно  $L_\phi$ :

$$L_\phi \cdot 1,01 \cdot (20 - 12,5) = 3,9 \cdot F_{н.с} + 2,08 \cdot F$$

$$L_\phi = 0,5 \cdot F_{н.с} + 0,27 \cdot F_n. \quad (10)$$

Таким образом, получена зависимость (10) соотношения аэродинамических характеристик с конструктивными параметрами теплых чердаков в многоэтажных зданиях, обеспечивающих тепломассообменные процессы, формирующие естественную вентиляцию здания, исключающих конденсацию влаги на внутренних поверхностях наружных ограждающих конструкций теплых чердаков [1–3].

**Заключение.** На основании вышеизложенного можно сделать обобщающие выводы о том, что при конструировании зданий с теплыми чердаками объемные расходы удаляемого вытяжного вентиляционного воздуха во избежание выпадения конденсата на внутренних поверхностях наружных ограждающих конструкций теплого чердака в пределах одной секции здания должны соответствовать значениям  $L_\phi$ , определяемых по выражению (10), при занижении этих объемных расходов, конденсация неизбежна.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Отопительно-вентиляционная система здания : пат. 1134 У Респ. Беларусь : МПК (2003) F24D7/00 / В.И. Липко ; дата публ. : 30.12.2003.
2. Теплоснабжение : учеб. для вузов / А.А. Ионин [и др.] ; под ред. А.А. Ионина. – М. : Стройиздат, 1982. – 336 с. : ил.
3. Липко, В.И. Энергоресурсоэффективное тепловоздухоснабжение гражданских зданий. В 2 т. Т. 1 / В.И. Липко. – Новополоцк : ПГУ, 2004.