

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОГРАЖДЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ПРИ РАБОТЕ ДЕЖУРНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Зайцев О.Н., Рябова Е.А. (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры г. Одесса*)

В статье приводится сравнение теплотехнических характеристик ограждений производственных помещений при работе дежурного отопления, определенных по двум методикам.

Теплотехнические показатели ограждающих конструкций зданий устанавливаются ДБН В.2.6-31:2006 [1], которые должны обеспечивать санитарно-гигиенические параметры микроклимата помещения по СНиП 2.04.05-91 [2]. Основными из них являются температура и влажность.

В производственных помещениях параметры микроклимата зависят главным образом от категории выполняемых работ и периода года. Учитывая, что режим работы предприятий может быть в одну или две смены, то в нерабочее время согласно [2] следует принимать температуру воздуха ниже нормируемой, но не ниже 5 °С, обеспечивая восстановление нормируемой температуры к началу использования помещения или к началу работы).

Указанная температура поддерживается системами дежурного отопления при отключении основных систем (обеспечивающих нормируемую температуру в рабочее время). Необходимо обратить внимание на то, что продолжительность работы в таком режиме может составлять от 2 до 6 суток (выходные и праздничные дни).

По ДБН [1] для отапливаемых зданий одним из обязательных является выполнение следующих условий:

- значение температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции $\tau_{\text{вmin}}$ должен быть больше минимально допустимого значения температуры t_{min} при расчетных значениях температур внутреннего и наружного воздуха, $\tau_{\text{вmin}} > t_{\text{min}}$. Для светопрозрачных ограждающих конструкций производственных зданий значение t_{min} должно быть не менее 0°С;

- температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и приведенной температурой внутренней поверхности ограждающей

конструкции $\Delta t_{пр}$ не должна превышать для стен 7 °С, для покрытий 5 °С.

Следует проверить соблюдение нормативных требований в нерабочее время, при 5 °С.

Определяем действительное значение температурного перепада, в качестве примера для г. Одесса (температурная зона – III, помещение с сухим и нормальным режимом, для $D > 1,5$: внешние непрозрачные стены зданий – $R_{ст} = 1,2 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, покрытия и перекрытия – $R_{п} = 1,3 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, окна – $R_{ок} = 0,39 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ принимаем следующий стеклопакет - 4М1-8-4К с $R_0 = 0,47 \text{ м}^2\text{К/Вт}$).

$$\Delta t_{пр} = \frac{t_в - t_н}{R_{\Sigma} \cdot \alpha_в}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1)$$

где $t_в$ – температура воздуха в помещении, °С; $t_н$ – температура наружного воздуха, °С. $\alpha_в$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, для стен полов и гладких потолков – $8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, для окон – $8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; R_{Σ} – сопротивление теплопередаче окон, $\text{м}^2\text{К/Вт}$.

Наружная стена:

$$\Delta t_{ст} = \frac{5 - (-18)}{1,2 \cdot 8,7} = 2,2 \text{ } ^\circ\text{C} < 7,0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Покрытие:

$$\Delta t_{пок} = \frac{5 - (-18)}{1,3 \cdot 8,7} = 2 \text{ } ^\circ\text{C} < 5,0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Определим значение температуры на внутренней поверхности стеклопакета по формуле:

$$\tau_{внн} = t_в - \frac{t_в - t_н}{R_{ок} \cdot \alpha_в}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2)$$

где $R_{ок}$ – сопротивление теплопередаче окна, $\text{м}^2\text{К/Вт}$.

$$\tau_{внн} = 5 - \frac{5 - (-18)}{0,47 \cdot 8} = -1,1 \text{ } ^\circ\text{C} < 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Как видно из расчета, значение температур для всех ограждений при дежурном отоплении соответствуют нормам, за исключением окон. Также это значение может быть ниже температуры точки росы, что приведет к выпадению на окнах конденсата. При большом его количестве на подоконнике может появиться вода, стекающая на пол и на обои, на откосах со временем появляются трудно выводимые плесень и

грибки. При низкой температуре, конденсат, собравшийся на нижней кромке стеклопакета, может замерзнуть и на стеклопакете появится иней и даже наледь с образованием теплопроводных мостиков. Может возникнуть необходимость косметического ремонта или даже принятия более кардинальных мер.

При низкой температуре наружного воздуха, температура на внутренней поверхности остекления ($\tau_{вп}$), окажется существенно ниже температуры воздуха внутри помещения. В этом случае предельное значение парциального давления водяного пара E , соответствующее температуре $\tau_{вп}$, может быть ниже, чем расчетное $e_b=f(t_b, \phi_b)$, что приведет к выпадению «лишнего» водяного пара на холодной внутренней поверхности остекления в виде конденсата или изморози. Значение температуры, при котором $E=f(\tau_{вп})$ и $e_b=f(t_b, \phi_b)$ будут равны, соответствует температуре точки росы [3].

Определим вероятность выпадения конденсата на внутренней поверхности остекления с минимально допустимым значением сопротивления теплопередачи, установленного в помещении с температурой и влажностью внутреннего воздуха в пределах оптимальных, в холодный период года для основных городов Украины.

Используем методику Борискиной И.В. [3] изложенную далее:

1. Определяем точку росы (температуру выпадения конденсата на внутренней поверхности остекления) по температуре внутреннего воздуха в помещении t_b , °С и относительной влажности ϕ_b , % [4], результаты расчетов сводим в таблице 1.

Таблица 1. Определение температуры точки росы

| Производственные помещения, с категорией работ средней тяжести | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Температ. возд., °С t_{\min} | Относ. влажн., % ϕ_{\min} | Температ. точки росы, $t_{р. \min}$ °С | Температ. возд., °С t_{\max} | Относ. влажн., % ϕ_{\max} | Температ. точки росы, $t_{р. \max}$ °С |
| 5 | 40 | -7,3 | 5 | 60 | -2,2 |

2. Температура на внутренней поверхности стеклопакета $\tau_{вп}$ при понижении температуры наружного воздуха в холодный период. Полный температурный перепад в этом случае равен:

$$\delta T = T_a - T_n, \text{ °С} \quad (3)$$

Исходя из того, что падение температуры в толще ограждающей конструкции изнутри помещения наружу пропорционально изменению термического сопротивления, а именно:

$$\delta t_e = (\delta T / R_o) \cdot R_e, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4)$$

где R_o – значение сопротивления теплопередачи, $\text{м}^2\text{К/Вт}$. R_e - значение сопротивления теплопередачи у наружной поверхности остекления, $R_e=0,13 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

В соответствии с минимально допустимым значением сопротивления теплопередачи для производственных зданий для городов, расположенных в I-III температурных зонах принимаем однокамерный стеклопакет 4M₁-12-4K с $R_o=0,51 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, а для IV - 4M₁-8-4K с $R_o=0,47\text{м}^2\text{К/Вт}$. Для производственных зданий с сухим и нормальным режимами – для I-III температурной зоны 4M₁-8-4K с $R_o=0,47 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, IV зоны - 4M₁-12-4M₁ с $R_o=0,32\text{м}^2\text{К/Вт}$.

Температура на внутренней поверхности стеклопакета будет равна:

$$\tau_{e,n} = T_e - \delta t_e, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5)$$

Результаты расчетов как по методике [3], так и по рассчитанной формуле (2) сведены в таблицу 2. Полученные значения сравниваем с минимально допустимым значением t_{\min} по ДБН и температурой точки росы.

Таблица 2. Определение температуры внутри остекления

| Город | Температурная зона | Температ. нар. возд. T_n $^\circ\text{C}$ | Произв. помещ., с категорией работ средней тяжести | |
|-----------------|--------------------|---|--|--------------------------------------|
| | | | $\tau_{в.п.}$ $^\circ\text{C}$ | Δt_{\min} , $^\circ\text{C}$ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Бердянск | II | -19 | -1,6 | -1,4 |
| Винница | I | -21 | -2,2 | -1,9 |
| Джанкой | III | -15,5 | -0,7 | -0,5 |
| Днепропетровск | II | -23 | -2,7 | -2,4 |
| Донецк | I | -23 | -2,7 | -2,4 |
| Евпатория | IV | -16 | -3,5 | -3,2 |
| Житомир | I | -22 | -2,5 | -2,2 |
| Запорожье | II | -22 | -2,5 | -2,2 |
| Ивано-Франковск | II | -20 | -1,9 | -1,6 |
| Измаил | III | -14 | -0,3 | -0,1 |

Окончание таблицы 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------|-----|-----|------|------|
| Керчь | IV | -15 | -3,1 | -2,8 |
| Киев | I | -22 | -2,5 | -2,2 |
| Кировоград | I | -22 | -2,5 | -2,2 |
| Конотоп | I | -24 | -3,0 | -2,7 |
| Луганск | I | -25 | -3,3 | -3,0 |
| Луцк | II | -20 | -1,9 | -1,6 |
| Львов | II | -19 | -1,6 | -1,4 |
| Любашевка | II | -20 | -1,9 | -1,6 |
| Мариуполь | II | -23 | -2,7 | -2,4 |
| Николаев | III | -20 | -1,9 | -1,6 |
| Одесса | III | -18 | -1,4 | -1,1 |
| Полтава | I | -23 | -2,7 | -2,4 |
| Ровно | I | -21 | -2,2 | -1,9 |
| Севастополь | IV | -11 | -1,5 | -1,3 |
| Симферополь | III | -15 | -0,5 | -0,3 |
| Славянск | I | -23 | -2,7 | -2,4 |
| Сумы | I | -24 | -3,0 | -2,7 |
| Тернополь | I | -21 | -2,2 | -1,9 |
| Ужгород | III | -18 | -1,4 | -1,1 |
| Умань | I | -22 | -2,5 | -2,2 |
| Феодосия | IV | -15 | -3,1 | -2,8 |
| Харьков | I | -23 | -2,7 | -2,4 |
| Херсон | III | -19 | -1,6 | -1,4 |
| Хмельницкий | I | -21 | -2,2 | -1,9 |
| Черкасы | I | -22 | -2,5 | -2,2 |
| Чернигов | I | -23 | -2,7 | -2,4 |
| Черновцы | II | -20 | -1,9 | -1,6 |
| Ялта | IV | -6 | 0,5 | 0,7 |

Как видно обе методики дают почти идентичный результат. Сравнивая значения температуры на внутренней поверхности остекления с нормативным значением, делаем вывод что во всех городах кроме Ялты, она ниже 0°C. Кроме того, в основном температура при дежурном отоплении ниже температуры точки росы, что может привести к запотеванию окон и выпадению конденсата.

Что касается минимально допустимого значения, следует подбирать минимальное сопротивление теплопередачи остекления с учетом тем-

температуры в помещении, когда работает только дежурное отопление. Так для I температурной зоны это значение следует повысить до $R_o=0,7-0,8 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ (т.е. на 66-90%) в зависимости от города, для II температурной зоны – до $R_o=0,66-0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ (т.е. на 68-92%), для III - до $R_o=0,51-0,66 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ (т.е. на 30-68%), для IV - до $R_o=0,59 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ (т.е. на 85%). Следовательно, для выполнения норм по обеспечению минимально допустимого значения температуры внутри остекления следует учитывать длительность работы только дежурного отопления расширить нормы.

Выводы

1. Выполненные расчеты показали, что при дежурном отоплении в производственных зданиях нормативные требования для стен и покрытий выполняются. Для окон, температура на внутренней поверхности стекла ниже нормируемой [1].

2. Выполнение нормативных требований возможно повысив температуру в помещении при дежурном режиме до 8-10 °С или увеличить термическое сопротивление окон на 66-85%, что должно определяться технико-экономическим расчетом.

3. Применительно к зданиям с дежурным отоплением, нормативные требования [1] должны выполняться как в рабочее так и нерабочее время.

4. Более справедливым будет сравнивать минимальное значение температуры внутренней поверхности $\tau_{\text{внутр}}$ не с 0 °С, а с соответствующей микроклимату помещений температурой точки росы.

Summary

This article has for its object to check the compliance with the standards for enclosures of industrial buildings while working on the on-duty heating and considers the possibility of condensation on the inner surfaces.

1. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. - К.: Мінбуд України, 2006 – 71 с.

2. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование / Госстрой СССР. – М: АПП ЦИТП. 1992 – 64 с.

3. Борискина И.В. Проектирование современных оконных систем гражданских зданий / И.В. Борискина, А.А. Плотников, А.В. Захаров. — К.: Изд. Домашевская О.А., 2005. — 320 с: ил. 176, библиогр.: с. 29.

4. ООО "ПРОМАТЕХ". Определение точки росы.

<http://www.promateh.ru/serviscenter/item/tochkarosy.html>