

однородности оказывает установка кронштейнов из аустенитной нержавеющей стали, что позволяет повысить сопротивление теплопередаче стен независимо от вида ВФС утепления. При использовании обоих решений для ВФС утепления, коэффициенты теплотехнической однородности для наружной железобетонной стены получены в пределах $r = 0,862-0,969$ при количестве кронштейнов от 1 до 4 на 1 м^2 поверхности стены и толщине слоя теплоизоляции, в пределах 100–200 мм.

Дюбели с металлическими сердечниками крепления слоя теплоизоляции в количестве до 8 шт. на 1 м^2 площади стены снижают величину сопротивления теплопередаче до 10 % в зависимости от конструкции наружных стен с ВФС.

Определены коэффициенты теплотехнической однородности четырех наиболее распространенных в Республике Беларусь стен с ВФС утепления с использованием предлагаемых конструктивных решений.

На примере наружной глухой железобетонной стены с ВФС утепления показано, что при количестве кронштейнов 3 шт. на 1 м^2 и количестве дюбелей с металлическими сердечниками 6 шт. на 1 м^2 площади стены использование предложенных конструктивных решений в сравнении с традиционными позволяет уменьшить толщину слоя теплоизоляции на 40 мм. При этом достигается экономия металла 0,14 кг на 1 м^2 площади наружной стены.

Предложенные решения являются универсальными и не зависят от типа вентилируемой фасадной системы утепления, что позволяет обеспечить нормативное сопротивление теплопередаче наружных стен зданий.

Литература

1. Стали нержавеющей. Часть 1. Перечень нержавеющей сталей. СТБ EN 10088-1-2009. – Минск: Государственный Стандарт Республики Беларусь, 2009. – 69 с.

УДК 697.3/4

Анализ значений коэффициентов теплопередачи ограждающих конструкций в некоторых странах СНГ

Сизов В. Д., Павловская А. В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В работе представлен анализ значений термических сопротивлений нормативных документов различных лет некоторых стран СНГ. На основании полученной информации можно сделать вывод о том, что принци-

пильные подходы к расчету сопротивления теплопередаче одинаковы, как и в СССР, так и в современных Беларуси, России, Узбекистане и Казахстане.

Важной задачей при проектировании систем отопления является расчет тепловых балансов помещений, для составления которых необходимы знания величин сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. Неверный расчет значений сопротивления теплопередаче может привести к неправильному выбору отопительного оборудования, а также к нарушениям параметров микроклимата при эксплуатации помещений здания. Поскольку поддержание благоприятного микроклимата в помещениях влияет на нормальную жизнедеятельность человека, а также его здоровье, определение наиболее подходящих значений сопротивлений теплопередаче при эксплуатации зданий является приоритетной задачей.

Одним из этапов магистерской диссертации был анализ значений термических сопротивлений нормативных документов некоторых стран СНГ. В данной работе представлены и анализированы нормативные документы Беларуси, России, Узбекистана и Казахстана.

В настоящее время мы исследовали некоторые значения изменения величин сопротивлений теплопередаче, начиная с 1971 года.

Согласно СНиП II-A.7-71, действующего на территории Беларуси, России, Казахстана, Узбекистана и др., сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_0 в $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C} / \text{ккал}$ должно быть не менее сопротивления теплопередаче $R_0^{\text{тп}}$, требуемого из санитарно-гигиенических условий, и $R_0^{\text{эк}}$, определяемого экономическим расчетом.

Для промышленных элементов ограждающих конструкций, изготавливаемых по действующим каталогам, а также для сплошных каменных стен из штучных материалов (кирпича, камней и т. д.) допускалось принимать R_0 на 5 % меньше $R_0^{\text{тп}}$.

В вышеуказанном документе приводится информация о том, что требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций $R_0^{\text{тп}}$ следует определять по формуле

$$R_0^{\text{тп}} = \frac{n \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t^{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{н}}} \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C} / \text{ккал} , \quad (1)$$

где n – коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху; $t_{\text{в}}$ – расчетная температура внутреннего воздуха, °C , принимаемая по нормам про-

ектирования зданий и сооружений соответствующего назначения; $t_{н}$ – расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С; Δt^H – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С; $\alpha_{в}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции.

Указано, что величину сопротивления теплопередаче R_{0}^{TP} наружных стен жилых зданий, определенную по формуле (1), при однослойных панельных стенах следовало увеличивать на 10 %, при многослойных панельных стенах на 20 %.

В СНиП II-3-79** впервые вводился термин приведенного сопротивления теплопередаче R_0 . В нормативном документе уточняется, что приведенное сопротивление теплопередаче определяют только для неоднородных ограждающих конструкций. Согласно определениям, представленным в СН 2.04.02-2020, приведенным сопротивлением теплопередаче называется величина, характеризующая теплозащитные свойства ограждающей конструкции в стационарных условиях теплопередачи, численно равная отношению разности температуры воздуха с внутренней и наружной сторон конструкции к усредненной по расчетной площади конструкции плотности проходящего через нее теплового потока.

Можно так же отметить, что именно в СНиП II-3-79** поменялась форма записи единиц измерения сопротивления теплопередаче с $m^2 \cdot ч \cdot ^\circ C / \text{ккал}$ на $m^2 \cdot ^\circ C / \text{Вт}$.

Исходя из данных СНиП II-3-79*, приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_0 следовало принимать в соответствии с заданием на проектирование, но не менее требуемых значений, R_{0}^{TP} , определяемых исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий по формуле и условий энергосбережения – по таблицам, в которых приведены минимальные значения сопротивления теплопередаче в зависимости от года строительства, этажности и материала.

Для зданий с влажным или мокрым режимом, зданий с избытками явного тепла более $23 \text{ Вт}/m^3$, предназначенных для сезонной эксплуатации (осенью или весной), и зданий с расчетной температурой внутреннего воздуха $12 \text{ }^\circ\text{C}$ и ниже, а также для внутренних стен, перегородок и перекрытий между помещениями при разности расчетных температур воздуха в этих помещениях более $6 \text{ }^\circ\text{C}$ приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций (за исключением светопрозрачных) следовало принимать не ниже значений, определяемых по формуле (1).

Согласно СНБ 2.04.01-97, сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций, $R_{т}$, за исключением заполнений проемов и

ограждающих конструкций помещений с избытками явной теплоты, следовало принимать равным экономически целесообразным $R_{т.эк}$, но не менее требуемого сопротивления теплопередаче $R_{т.тр}$, и не менее нормативного сопротивления теплопередаче $R_{т.норм}$.

Приведенные в данном документе таблицы показывают, что нормативное сопротивление теплопередаче $R_{т.норм}$, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$, для наружных стен крупнопанельных, каркасно-панельных и объемно-блочных зданий равен $2,5 m^2 \cdot ^\circ C / Вт$, что является самым большим значением из всех показателей сопротивления теплопередаче для наружных стен.

Данные, приведенные в ТКП 45-2.04-43-2006 по сопротивлению теплопередаче, аналогичны значениям и формулам расчета, приведенным в СНБ 2.04.01-97.

Новшества, касающиеся определения сопротивления теплопередаче, прослеживаются в действующих на данный момент в Беларуси нормативных документах. СП 2.04.01-2020 дает информацию о том, что приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций $R_{пр}$ должно быть не менее нормативного приведенного сопротивления теплопередаче $R_{т.норм}$, указанного в СН 2.04.02.

Как правило, ограждающие конструкции зданий и сооружений из-за наличия узлов сопряжения со смежными конструкциями, теплопроводных включений и изменения геометрии сечения являются теплотехнически неоднородными. К теплотехнически однородным могут быть отнесены отдельные участки вне указанных зон.

Приведенное сопротивление теплопередаче непрозрачной теплотехнически неоднородной ограждающей конструкции рассчитывают одним из трех методов:

- упрощенным;
- с применением справочных значений удельных потерь теплоты через ТН;
- детальным.

При расчете приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен упрощенным методом нормативное значение определяют умножением базового значения приведенного сопротивления теплопередаче, указанного в СН 2.04.02, на повышающий коэффициент. Например, повышающий коэффициент для утепленных снаружи стен с теплоизоляционным слоем по основанию из железобетона, ячеистобетонных и керамзитобетонных блоков, равен 1,90. Для стен, утепленных снаружи с теплоизоляционным слоем по основанию из полнотелого или пустотелого кирпичей, повышающий коэффициент равен 1,84. Для однослойных стен из кладочных изделий ячеистобетонных, керамзитобетонных, керамических поризованных пустотелых блоков повышающие коэффициенты будут равны соответственно 1,40; 1,25; 1,28.

Допускается снижать приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен до $0,8R_{т.норм}$, перекрытий – до $0,9R_{т.норм}$ при одновременном выполнении следующих условий:

– достижении зданием нормативного значения удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период в соответствии с СН 2.04.02;

– использовании детального метода расчета согласно с расчетом удельных потерь теплоты через ТН конструкции.

Рассматривая российский опыт, можем сказать, что в обновленной версии СНиПа, а именно в СНиП 23-02-2003, впервые появились таблицы с фиксированными значениями нормируемых значений сопротивления теплопередаче $R_{тес}$, которые определялись в зависимости от градусо-суток района строительства.

В действующей в РФ версии свода правил [1] указывается, что в соответствии с поэлементными требованиями приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должно быть не меньше нормируемых значений.

Новым является информация о том, что нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, $R_o^{норм}$, $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$, следует определять по формуле

$$R_o^{норм} = R_o^{тп} \cdot m_p, \quad (2)$$

где $R_o^{тп}$ – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$, следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода, (ГСОП), $^\circ C \cdot сут / год$, региона строительства и определять по таблице; m_p – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства.

По своду правил [2], действующему в Республике Казахстан, приведенное сопротивление теплопередаче также определяется по формуле (2). Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций для стен жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов, гостиниц и общежитий при градусо-сутках, равных $4000 \text{ } ^\circ C \cdot сут / год$, равно $2,8 \text{ } м^2 \cdot ^\circ C / Вт$.

Анализируя нормативные документы для Узбекистана [3], мы заметили отличительные особенности от определения сопротивления теплопередаче в Беларуси и России. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_o должно быть не менее значений $R_o^{тп}$ в соответствии с заданным уровнем теплозащиты здания. В документе выделяется

III уровня теплозащиты. Первый уровень теплозащиты зданий отвечает санитарно-гигиеническим требованиям и является минимально допустимым. В зависимости от экономических возможностей заказчика выбирают II и III уровень теплозащиты, учитывая возрастающий дефицит и стоимость топливно-энергетических ресурсов.

Наибольшее значение нормативного значения приведенного сопротивления теплопередаче для жилых зданий является $2,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ при расчетной температуре наружного воздуха, равной минус 25 °C .

В пособии к КМК [4] уточняется, что, выполняя теплотехнические расчеты, добиваются соблюдения условия, чтобы фактическое приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции R_0^{des} находилось в диапазоне от $0,95 R_0^{\text{тп}}$ до $1,1 R_0^{\text{тп}}$.

Таким образом, можно увидеть, что подходы в определении значений сопротивлений теплопередаче принципиально не отличаются в различных странах СНГ, однако имеют свою специфику. Окончательные результаты анализа будут приведены в магистерской диссертации.

Литература

1. Тепловая защита зданий: СП 50.13330.2012. – актуализированная редакция СНиП 23-02-2003; введ. 01.07.2013. – М.: Минрегион России, 2012. – 71 с.
2. Строительная теплотехника: СП РК 2.04-107-2013. – введ. впервые; введ. 01.07.2015. – А.: Министерства национальной экономики Республики Казахстан, 2015. – 80 с.
3. Строительная теплотехника: КМК 2.01.04-97. – введ. впервые (взамен СНиП 11-3-79**); введ. 01.01.1997. – Т.: Госкомархитектстрой, 1997. – 48 с.
4. Пособие по проектированию новых энергосберегающих решений по строительной теплотехнике (к КМК 2.01.04-97*) ОАО ToshuyjoyLITI. – Ташкент: ИВЦ AQATM, 2012. – 67 с.