

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО НОРМИРОВАНИЮ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ

При проектировании ограждающих конструкций зданий и сооружений одним из основных критериев их энергетической эксплуатационной эффективности считается сопротивление теплопередаче.

До 2009 года, согласно действовавшим нормативным документам Республики Беларусь, при проектировании наружных ограждающих конструкций требуемое сопротивление теплопередаче (R_T) рекомендовано принимать как наибольшее из:

- экономически целесообразного сопротивления теплопередаче ($R_{T,эк}$), полученное расчетом по формуле:

$$\bullet R_{T,эк} = 0,5 \cdot R_{T,гр} + \frac{5,4 \cdot 10^{-4} \cdot C_{ТЭ} \cdot Z_{0,г} \cdot (t_{в} - t_{н,от})}{C_M \cdot \lambda \cdot R_{T,гр}}; \quad (1)$$

- нормативного сопротивления теплопередаче ($R_{T,норм}$), равного $2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ и установленного ТКП 42-2.04-43-2006 для всех населенных пунктов Республики Беларусь.

В 2009 году нормативное сопротивление теплопередаче ($R_{T,норм}$) наружных стен для всех населенных пунктов Республики Беларусь было увеличено в 1,6 раза и составило $R_{T,норм} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Как показала практика эксплуатации жилых зданий, утепление наружных стен до $R_{T,норм} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ негативно отразилось на микроклимате в жилых помещениях: влажность воздуха и содержание углекислого газа существенно превышает санитарные нормы. Основной причиной этого является высокое сопротивление паропроницаемости утепленных до $R_{T,норм} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ наружных стен. Для обеспечения требуемых санитарно-эпидемиологических условий проживания в таких помещениях необходимо устройство механической вентиляции, что требует существенных финансовых затрат на ее устройство и эксплуатацию.

Установлено, что высокое сопротивление паропроницаемости утепленных до $R_{T,норм} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ наружных стен приводит в процессе эксплуатации зданий к увлажнению материала стен и, как следствие, к снижению теплотехнических характеристик наружных стен в целом.

С 2010 года в Беларуси действует ТКП 45-2.04-196-2010, позволяющий при проектировании утепленных ограждающих конструкций не привязываться к установленному директивно для всей территории Беларуси нормативному сопротивлению теплопередаче стен ($R_{T,норм} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$), а использовать нормируемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, которое рассчитывается по следующему математическому выражению:

$$R_{норм} = \frac{0,024 \cdot D_d}{Q}, \quad (2)$$

где Q – величина годовых тепловых потерь через 1 м^2 ограждающей конструкции, определяется согласно табл.6 [2];

D_d (ГСОП) – численное значение зависит от климатического района эксплуатации проектируемого объекта, согласно п. 6.1.1 [2] определяют по формуле:

$$D_d = \text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{н.от}}) \cdot Z_{\text{от}}, \quad (3)$$

где $t_{\text{н.от}}, Z_{\text{от}}$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С, и продолжительность отопительного периода, сут., определяемые по СНБ 2.04.02 [3];

$t_{\text{в}}$ – расчетная температура внутреннего воздуха в помещениях зданий, °С принимается по табл. 4.1 [1].

Для оценки степени корректности методики, рекомендуемой [2] для расчетов сопротивления теплопередаче наружных стен с учетом климатических условий строительства объекта, были выполнены расчеты значений сопротивления теплопередаче наружных стен по методике, рекомендуемой нормативными документами Российской Федерации. В СНиП 23-02-2003 [4] сопротивление теплопередаче наружных стен рекомендуется рассчитывать по следующему выражению:

$$R_{\text{т.норм}} = a \cdot D_d + b, \quad (4)$$

где D_d (ГСОП) – численные значения зависят от климатического района эксплуатации проектируемого объекта, согласно п. 6.1.1 [2] определяют по формуле (3); a и b – коэффициенты, значения которых принимаются по таблице 4 [4]

$$a = 0,00035; b = 1,4.$$

Результаты выполненных расчетов сопротивления теплопередаче наружных стен по методике, рекомендуемой ТКП 45-2.04-196-2010 и СНиП 23-02-2003, позволяют сделать вывод, что сходимость их достаточно хорошая. Для северных областей Беларуси (Минская, Могилевская, Витебская) расхождение численных значений сопротивления теплопередаче наружных стен не превышает 4%.

Следовательно, численные значения сопротивления теплопередаче наружных стен, полученные расчетом по методике, рекомендуемой ТКП 45-2.04-196-2010, могут быть приняты в качестве базовых при проектировании наружных стен зданий и сооружений.

Выполним оценку экономической эффективности перехода от нормативного сопротивления теплопередаче $R_{\text{т.норм}} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$ к $R_{\text{т.расч}}$, полученному расчетом по методике ТКП 45-2.04-196-2010.

В качестве единицы измерения определения эффекта от утепления наружных стен примем расход плитного утеплителя (1 м^3) на 1 м^2 утепляемой наружной стены. Для обеспечения корректности при определении эффекта при переходе от $R_{\text{т.норм}} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$ к $R_{\text{т.расч}}$ разделим территорию Белоруссии на климатические зоны с учетом фактического значения ГСОП.

На сегодня основной объем утепления стен выполняется из минераловатных плит с коэффициентом теплопроводности материала $\lambda = 0,05 \text{ Вт/м} \cdot \text{°С}$.

Расчеты по снижению расхода минераловатных плит в м³ на утепление стен с учетом $R_{т.расч}$, полученного с учетом рекомендаций ТКП 45-2.04-196-2010, выполнялись по следующей методике. В качестве базовой величины принималась толщина минераловатного плитного утеплителя, равная 0,16 м. Это значение получено расчетом при следующих исходных данных: $R_{т.норм} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ и коэффициент теплопроводности материала $\lambda = 0,05 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{°C}$.

Численные значения снижения расхода утеплителя в м³ на 1 м² утепляемой стены для каждого пункта строительства определялись как разность между базовой величиной (0,16 м) и значением толщины плитного утеплителя $R_{т.расч}$, полученной расчетом по методике ТКП 45-2.04-196-2010.

Расчеты показали, что снижение расхода плитного утеплителя (минвата) составили:

- для самого теплого населенного пункта (г. Брест) 0,05 м³ на 1 м² утепляемой стены;
- для самого холодного – (г. Езерище) 0,02 м³ на 1 м² утепляемой стены.

Список цитированных источников:

1. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-43-2006*.
2. Тепловая защита зданий. Правила определения: ТКП 45-2.040196-2010.
3. Строительная климатология: СНБ 2.04.02.
4. Строительные нормы и правила Российской Федерации. Тепловая защита зданий: СНиП 23-02-2003.

УДК 691.87

Сергеев Д. А., Ворончук М. В.

Научный руководитель: ст. преподаватель Онысько С. Р., Бочарова Н. В.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОЧНОСТНЫЕ РАСЧЁТЫ ТРЕХМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ В ПРОГРАММЕ SOLIDWORKS С ПАКЕТОМ SIMULATIONXPRESS

Введение. При создании объемных деталей сталкиваются с проблемой ее расчета вручную из-за их нестандартных форм. В таком случае для проектирования и расчета на прочность можно воспользоваться инструментами программного комплекса SolidWorks. С помощью этого программного комплекса может в несколько раз упроститься процесс проектирования и расчета на прочность необходимой детали вне зависимости от ее форм и размеров.

Целью этой работы является показать алгоритм создания детали, а также этапы при задании модели загрузки детали для выполнения прочностных расчетов, а также анализа полученных результатов, и показать преимущества данного программного комплекса. Задача состоит в том, чтобы показать возможности и удобство, а также простоту в проектировании деталей и расчета на прочность с помощью SolidWorks.