

**Влияние решений узлов сопряжений наружных стен с оконными блоками на их уровень теплозащиты**

Крутилин А. Б.

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

*Приведены результаты исследований влияния узлов сопряжений наружных стен с оконными блоками на уровень теплозащиты стен. Показаны наиболее энергозатратное решение и рекомендуемое решение.*

В СН 2.04.02-2020 [1] и СП 2.04.01-2020 [2] установлены нормативные требования к теплозащите наружных стен, а также правила расчета их приведенного сопротивления теплопередаче. Определение приведенного сопротивления теплопередаче расчетного участка ограждающей конструкции со сложными теплопроводными включениями возможно по результатам расчетов температурных полей отдельных выделенных фрагментов рассматриваемой конструкции.

Участки сопряжений наружных стен с оконными блоками значительно влияют на температурное поле стен, в сравнении с их температурным полем вдали от проемов. В общем случае всегда имеются дополнительные теплопотери через откосы проемов, которые зависят от конструктивного решения узла сопряжения наружной стены с оконным блоком.

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен с учетом влияния их сопряжений с оконными блоками рассчитывали в соответствии с требованиями СП 2.04.01-2020 [2] детальным методом по результатам определения удельных потерь теплоты через теплотехнические неоднородности по следующей формуле:

$$R_{\text{пр}} = \frac{1}{\frac{1}{R_0} + \sum l_j \cdot \Psi_j}.$$

Удельные потери теплоты через линейные теплотехнические неоднородности ( $\Psi_j$ , Вт/(м·°C)) определяли на основании расчетов двумерных температурных полей фрагментов сопряжений конструкций. Удельная протяженность теплопроводных включений принята равной  $l_j = 0,5$  м/м<sup>2</sup>.

В качестве базового варианта наружной стены принята стена кладкой из ячеистобетонных блоков толщиной  $\delta = 250$  мм ( $\rho = 600$  кг/м<sup>3</sup>) с дополнительной теплоизоляцией легкой штукатурной системой утепления. В

качестве утеплителя используются плиты минераловатные на основе базальтового волокна толщиной  $\delta = 150$  мм (плотность  $\rho = 135$  кг/м<sup>3</sup>) по которым выполняется снаружи штукатурка цементным раствором.

Сопряжения наружных стен с оконными блоками принимаем в четырех вариантах:

1) с подставочным профилем и установкой оконного блока в уровень с наружной поверхностью стены (утеплитель заходит за проем на расстояние 150 мм) — вариант «А»;

2) с подставочным профилем и установкой оконного блока на расстояние 50 мм от наружной поверхности ближе к внутренней поверхности стены (утеплитель заходит за проем на расстояние 150 мм) — вариант «Б»;

3) без подставочного профиля и установкой оконного блока в уровень с наружной поверхностью стены (утеплитель заходит за проем на расстояние 50 мм) — вариант «В»;

4) без подставочного профиля и установкой оконного блока на расстояние 50 мм от наружной поверхности ближе к внутренней поверхности стены (утеплитель заходит за проем на расстояние 50 мм) — вариант «Г».

Спротивление теплопередаче наружной стены без влияния теплопроводных включений равно  $R_0 = 5,063$  (м<sup>2</sup> °С)/Вт.

По результатам расчетов определены минимальные температуры на внутренней поверхности стен, удельные потери теплоты через линейные теплотехнические неоднородности и приведенное сопротивление наружных стен. Результаты расчетов приведены в таблице.

Вариант сопряжения наружной стены с оконным блоком	Минимальная температура на внутренней поверхности стены, °С	Удельные потери теплоты через фрагмент наружной стены $\Psi$ , Вт/(°С·м)	Приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены $R_{пр}$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт
А	15,2	0,0494	4,501
Б	15,4	0,0524	4,470
В	14,4	0,0874	4,146
Г	14,5	0,1059	3,993

Наибольшее приведенное сопротивление теплопередаче получено у наружной стены с установкой оконного блока в уровень с наружной поверхностью стены, используя подставочный профиль. При этом утеплитель заходит за проем на расстояние 150 мм, которое равно толщине слоя теплоизоляции. И даже в этом случае величина приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены получена ниже величины сопротивления теплопередаче без влияния теплопроводных включений на 11 %.

Сдвиг оконного блока к внутренней поверхности наружной стены, несмотря на более высокую минимальную температуру на внутренней поверхности, представляется более энергозатратным решением в сравнении с установкой блока в уровень с наружной поверхностью стены.

Наиболее энергозатратными решениями являются решения с установкой блоков в непосредственной близости от граней проемов. Несмотря на то, что такие решения получили широкое распространение. Как правило, зазор между блоками и стенами составляет 30...40 мм, а утеплитель заходит за проем на расстояние до 60 мм. Величина приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены для таких решений получена ниже величины сопротивления теплопередаче без влияния теплопроводных включений на 21 %.

### **Литература**

1. Здания и сооружения. Энергетическая эффективность. СН 2.04.02-2020. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2021. – 24 с.

2. Строительная теплотехника. СП 2.04.01-2020 – Минск, 2020 г. – 72 с.

УДК 620.97

### **Переход к углеродной нейтральности: оценка развития возобновляемых источников энергии**

Станецкая Ю. А., Туровец А. И.

Белорусский национальный технический университет

*В данной статье рассмотрены современные тенденции и перспективы развития возобновляемых источников энергии.*

Последствия, вызванные глобальным потеплением, потенциально могут нанести необратимый экологический ущерб и, таким образом, поставить под угрозу экономическую устойчивость, оказывая негативное воздействие на производительность труда, предложение рабочей силы, промышленное производство и доход на душу населения. Изменения климата идет угрожающими темпами, и еще в 2015 году 197 стран мира подписали Парижское климатическое соглашения, согласно которому необходимо принять все возможные меры, чтобы к 2100 году средняя температура не превысила доиндустриальные значения на 1,5–2,0 °С.

Пандемия COVID-19 оказала существенное влияние на мировую экономику, приведя к сокращению спроса на первичную энергию во всем мире, что привело к падению выбросов в мировом энергетическом секторе на