ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56733— 2020

ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Расчет удельных потерь теплоты через неоднородности ограждающей конструкции

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН федеральным государственным бюджетным учреждением «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2020 г. № 1187-ст

4 ВЗАМЕН ГОСТ Р 56733—2015

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

© Стандартинформ, оформление, 2020

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Расчет удельных потерь теплоты через неоднородности ограждающей конструкции

Buildings and constructions.
Determination of the specific heat losses through inhomogeneity of the enclosing structure

Дата введения — 2021—04—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на несветопрозрачные ограждающие конструкции зданий и сооружений, и устанавливает метод расчета удельных потерь теплоты.

2 Нормативные ссылки

СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02—2003 Тепловая защита зданий» (с изменением № 1)

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и обозначения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

3.1.1 **удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность:** Дополнительные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность, отнесенные к единице длины и 1 °С.

3.1.2 **удельные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность:** Дополнительные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность, отнесенные к 1 °С.

3.1.3 **температурное поле:** Распределение температуры по объему исследуемого фрагмента ограждающей конструкции.

3.1.4 **дополнительные потери теплоты через узел:** Разность между потерями теплоты через узел, содержащий исследуемую теплотехническую неоднородность и не содержащий ее.

Издание официальное

3.2 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

Q^L — потери теплоты через расчетную область с линейной теплотехнической неоднородностью, Вт/м;

Q^K — потери теплоты через расчетную область с точечной теплотехнической неоднородностью, Вт;

t — температура, °С;

α — коэффициент теплоотдачи поверхности конструкции, Вт/(м^2 · °С);

$\tau^{ср}$ — температура поверхности осредненная по площади поверхности узла ограждающей конструкции, °С;

χ — удельные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность, Вт/°С;

Ψ — удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность, Вт/(м · °С);

4 Общие положения

4.1 Сущность метода заключается в расчете потока теплоты через узел, содержащий исследуемую теплотехническую неоднородность, и через аналогичный узел, ее не содержащий. Разность полученных потоков теплоты Ψ (дополнительные потери), Вт/(м · °С), отнесенная к температурному перепаду, принятому в расчетах, называется удельными потерями теплоты через линейную теплотехническую неоднородность и определяется по формуле

$$\Psi = \frac{\Delta Q^L}{t_в - t_н}, \quad (1)$$

где ΔQ^L — дополнительные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность, приходящиеся на 1 пог. м., Вт/м;

$t_в$, $t_н$ — расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха, °С.

Удельные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность χ, Вт/°С, определяют по формуле

$$\chi = \frac{\Delta Q^K}{t_в - t_н}, \quad (2)$$

где ΔQ^K — дополнительные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность, Вт;

$t_в$, $t_н$ — расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха, °С.

4.2 Для достоверности результатов необходимо соблюдать максимально точное соответствие между размерами и характеристиками деталей исследуемой конструкции и расчетной модели.

4.3 Если в конструкцию не входят слои, характеристики которых зависят от температуры или градиента температуры, то расчеты допускается проводить при любом перепаде температуры.

5 Средства расчета

5.1 Расчеты температурного поля проводятся путем численного решения стационарного трехмерного уравнения теплопереноса:

$$\lambda_{x1}\frac{\partial^2 t}{\partial x_1^2} + \lambda_{x2}\frac{\partial^2 t}{\partial x_2^2} + \lambda_{x3}\frac{\partial^2 t}{\partial x_3^2} = 0, \quad (3)$$

где x_1, x_2, x_3 — координаты, м;

λ_{x1}, λ_{x2}, λ_{x3} — расчетные коэффициенты теплопроводности по соответствующим направлениям, Вт/(м · °С), в точке (x_1, x_2, x_3).

Или, в соответствующих случаях, упрощенного варианта данного уравнения. Например, двухмерного или осесимметричного варианта.

Также допускает проводить расчет нестационарного уравнения при стационарных граничных условиях, принимая в качестве результата устоявшееся решение вдали от начального возмущения.

5.2 На границах расчетного участка, являющихся внешними границами конструкции, принимаются граничные условия третьего рода, описывающие теплообмен между конструкцией и окружающей средой:

$$\begin{cases} \lambda_{xi} \dfrac{\partial t}{\partial x_i} = \alpha_н \cdot (t - t_н) \text{ на наружной границе ограждения;} \\ \lambda_{xi} \dfrac{\partial t}{\partial x_i} = \alpha_в \cdot (t_в - t) \text{ на внутренней границе ограждения,} \end{cases} \quad (4)$$

где $\alpha_в$, $\alpha_н$ — коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей конструкции соответственно, Вт/(м^2 · °С).

5.3 На границах расчетного участка разрезающих конструкцию принимаются граничные условия второго рода, с потоком теплоты равным нулю.

6 Выбор расчетного участка и подготовка расчетов

6.1 Расчетный участок должен полностью содержать теплотехническую неоднородность и часть окружающей конструкции. Границы участка, разрезающие конструкцию, проводятся по плоскостям симметрии.

6.2 В случае, если теплотехническая неоднородность уединенная и плоскости симметрии отсутствуют или значительно удалены, допускается проводить границу не по плоскостям симметрии, а по однородной части конструкции вдали от неоднородности. Если отсутствуют дополнительные данные, то расстояние от теплотехнической неоднородности до границы расчетного участка должно быть не менее характерного размера неоднородности.

6.3 При расчете удельных потерь теплоты должны использоваться расчетные теплопроводности материалов узла, соответствующие условиям эксплуатации.

6.4 Расчет удельных потерь теплоты описанным методом можно проводить только для конструкций, тепловая инерция D, которых в однородном состоянии менее 8,5. Тепловая инерция определяется согласно 6.5 СП 50.13330.2012. Для ограждающих конструкций, у которых в однородной части D > 8,5, необходимы специализированные способы нахождения удельных потерь теплоты.

7 Обработка результатов расчетов

7.1 Первичным результатом для расчета удельных потерь теплоты является температурное поле исследуемого узла. По температурному полю определяют потоки теплоты из теплой среды в конструкцию и из конструкции в холодную среду. При достаточной точности расчета эти потоки должны быть близки и любой из них можно принять за поток теплоты через конструкцию. Разница между этими потоками должна быть меньше предполагаемой погрешности конечного результата.

7.2 Поток теплоты через внутреннюю поверхность узла определяется по формуле

$$Q_в = \alpha_в \cdot S_в \cdot (t_в - \tau_в^{ср}). \quad (5)$$

Поток теплоты через наружную поверхность узла определяется по формуле

$$Q_н = \alpha_н \cdot S_н \cdot (t_н - \tau_н^{ср}), \quad (6)$$

где $\tau_в^{ср}$, $\tau_н^{ср}$ — осредненные по площади температуры внутренней и наружной поверхностей узла ограждающей конструкции соответственно, °С;

$S_в$, $S_н$ — площади внутренней и наружной поверхностей узла ограждающей конструкции, м^2.

Поток теплоты может определяться как вручную по средней температуре поверхности, так и программой по расчету температурного поля.

Удельные потери теплоты определяют по формулам (1), (2).

7.3 В случае определения дополнительного потока теплоты через узел как разности между двумя результатами расчета температурного поля: для узла содержащего теплотехническую неоднородность и для узла ее не содержащего, для повышения точности следует в обоих расчетах следует определять поток теплоты по одной и той же стороне конструкции.

7.4 Точность расчета удельных потерь теплоты должна быть такой, чтобы погрешность расчета удельного потока теплоты при расчете приведенного сопротивления теплопередаче $\Delta\Psi_j l_j$ или $\Delta\chi_k n_k$, была меньше 0,001 Вт/(м^2 · °С). Погрешность $\Delta\Psi_j$, $\Delta\chi_k$ вычисляется при расчете температурного поля.

Приложение А
(справочное)

Пример обработки результатов расчета

В настоящем приложении приведен пример расчета удельных потерь теплоты через узел сопряжения плиты перекрытия с наружной стеной. Стена — кладка из ячеистого бетона (400 мм) с наружной облицовкой кирпичом. Схема узла приведена на рисунке А.1.

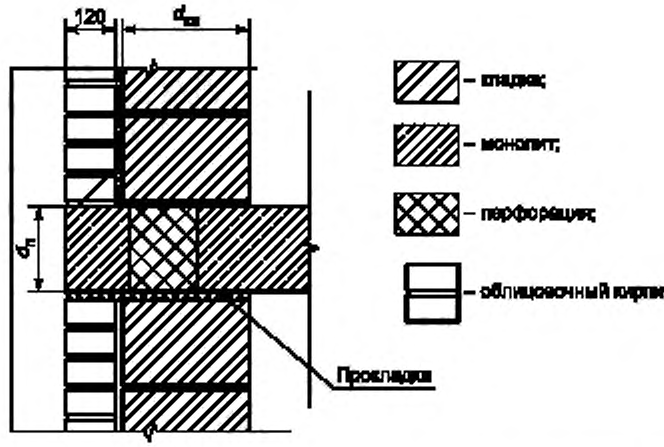


Рисунок А.1 — Схема узла сопряжения плиты перекрытия с наружной стеной

Температурное поле узла, рассчитанное на специализированной программе, приведено на рисунке А.2.

Расчет потока теплоты проводится по внутренней поверхности узла (поверхностям стен и плиты перекрытия). При этом для расчета потока по глади используется высота расчетной зоны, включая участок расположения плиты перекрытия.

Потери теплоты через участок однородной стены $R_0^{усл}$ вычисляют по условному сопротивлению теплопередаче по формуле (Е.6) СП 50.13330.2012:

$$R_0^{усл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,4}{0,12} + \frac{0,12}{0,64} + \frac{1}{23} = 3,68\ (м^2 \cdot С)/Вт.$$

Расчет площади внутренней для линейного узла, проводится на 1 пог. м конструкции. Высота расчетного участка 2000 мм.

Потери теплоты Q_1, Вт/м, через участок однородной стены той же площади вычисляют по формуле (Е.10) СП 50.13330.2012:

$$Q_1 = \frac{20 - (-28)}{3,68} \cdot 2,0 = 26,1.$$

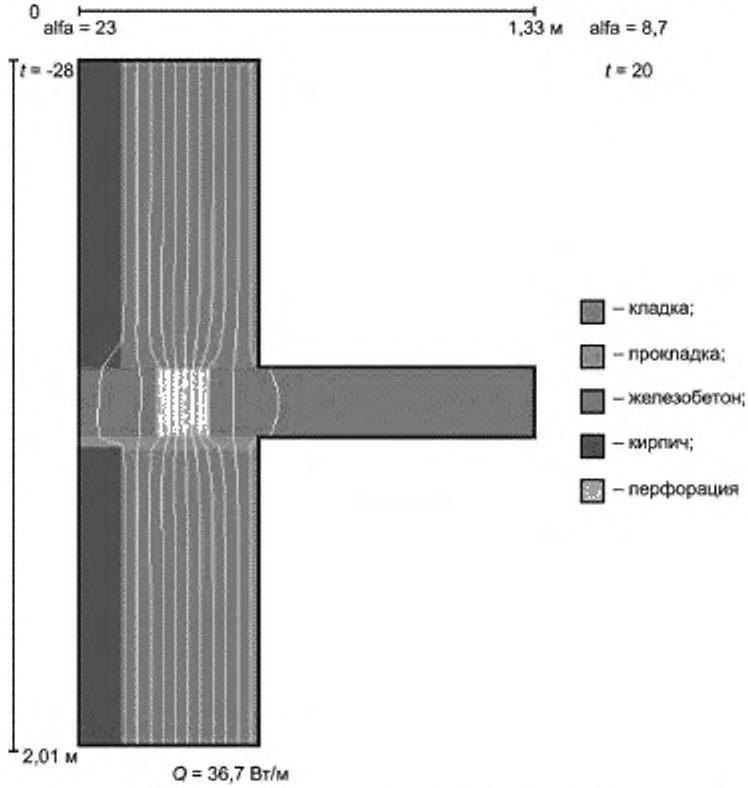


Рисунок А.2 — Температурное поле узла сопряжения плиты перекрытия с наружной стеной

Потери теплоты через стену Q_1^L по результатам расчета температурного поля равны 36,7 Вт/м.
Дополнительные потери теплоты через линейный элемент составляют:

$$\Delta Q^L_1 = 36,7 - 26,1 = 10,6 \text{ Вт/м}.$$

Удельные линейные потери теплоты Ψ_1 через линейный элемент определяются по формуле (1):

$$\Psi_1 = \frac{10,6}{20 - (-28)} = 0,221 \text{ Вт/(м} \cdot {}^\circ\text{C)}.$$

Погрешность расчета потерь теплоты через узел менее 0,03 Вт/м.

Погрешность расчета потерь теплоты через однородный участок стены менее 0,02 Вт/м.

Суммарная погрешность расчета удельных потерь теплоты 0,001 Вт/(м°С), что для узла сопряжения плиты перекрытия с наружной стеной удовлетворяет требованиям 6.4 настоящего стандарта, так как удельная геометрическая характеристика этого узла значительно меньше 1 м/м^2.

В настоящем примере проведен расчет удельных потерь теплоты для узла сопряжения плиты перекрытия с наружной стеной, который достаточно редко расположен на фасаде, что позволяет понизить требования к точности расчету потерь теплоты. Для большинства теплотехнических неоднородностей требуется рассчитывать потери теплоты, как через узел, так и по глади с точностью 0,01 Вт/м.

УДК 697.1:006.354 ОКС 91.080.01

Ключевые слова: удельные потери теплоты, теплотехническая неоднородность, теплозащитный элемент, температурное поле

Редактор *Е.В. Яковлева*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.С. Кабашова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 02.12.2020. Подписано в печать 24.12.2020. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,68.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru