

Изменение N 1

к СП 345.1325800.2017 Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты

ОКС 91.120.01, 91.120.10, 91.120.99

Дата введения 2020-05-01

УТВЕРЖДЕНО И ВВЕДЕНО В ДЕЙСТВИЕ приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 31 октября 2019 г. N 664/пр

Содержание

Наименование подраздела 5.6 изложить в новой редакции:

"5.6 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче полов по грунту и стен заглубленных помещений".

Дополнить наименованием подраздела 5.11 в следующей редакции:

"5.11 Проектирование тепловой защиты зданий с внутренним утеплением с учетом долговечности многослойных ограждающих конструкций".

Дополнить наименованием подраздела 7.4 в следующей редакции:

"7.4 Методика расчета воздухопроницаемости облицовки ограждающих конструкций с НФС с воздушной прослойкой".

Дополнить наименованием подраздела 11.5 в следующей редакции:

"11.5 Критерии подбора стеклопакетов в оконном блоке в целях энергосбережения".

Приложение Б. Наименование. Изложить в новой редакции:

"Приложение Б Коэффициенты светопропускания, общего пропускания солнечной энергии и теплопередачи по центру наиболее применяемых стеклопакетов".

Дополнить наименованием приложения Д в следующей редакции:

"Приложение Д Методика определения теплопроводности строительных материалов при условиях эксплуатации конструкции А или Б".

Дополнить наименованием приложения Е в следующей редакции:

"Приложение Е Определение коэффициентов условий эксплуатации для теплоизоляционных слоев в различных конструкциях".

Введение

Дополнить третьим абзацем в следующей редакции:

"Изменение N 1 к СП 345.1325800.2017 подготовлено авторским коллективом НИИСФ РААСН (д-р техн. наук *В.Г.Гагарин*, канд. техн. наук *В.В.Козлов*, канд. техн. наук *П.П.Пастушков*, канд. техн. наук *Д.Ю.Желдаков*, канд. техн. наук *Е.В.Коркина*) при участии НИИ механики МГУ (канд. физ.-мат. наук *С.В.Гувернюк*)."

2 Нормативные ссылки

Дополнить нормативными ссылками в следующей редакции:

"ГОСТ Р 56728-2015 Здания и сооружения. Методика определения ветровых нагрузок на ограждающие конструкции";

"ГОСТ Р 57418-2017 Материалы и изделия минераловатные теплоизоляционные. Метод определения срока эффективной эксплуатации";

"СП 60.13330.2016 "СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха" (с изменением N 1)".

СП 20.13330.2016. Дополнить ссылку словами: "(с изменениями N 1, N 2)".

СП 50.13330.2012. Дополнить ссылку словами: "(с изменением N 1)".

СП 54.13330.2016. Дополнить ссылку словами: "(с изменениями N 1, N 2)".

СП 230.1325800.2015. Дополнить ссылку словами: "(с изменением N 1)".

Заменить ссылку: "СП 131.13330.2012 "СНиП 23-01-99* Строительная климатология" (с изменениями N 1, N 2)" на "СП 131.13330.2018 "СНиП 23-01-99* Строительная климатология".

3 Термины и определения

Изложить в новой редакции:

"3 Термины и определения

В настоящем своде правил применены термины по СП 50.13330, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 гармонично утепленная оболочка здания: Оболочка здания, состоящая из гармонично утепленных ограждающих конструкций одного класса. Этот же класс теплозащитной эффективности является характеристикой всей оболочки здания.

3.2 гармонично утепленная ограждающая конструкция: Ограждающая конструкция, все элементы которой относятся к одному классу теплозащитной эффективности. Этот же класс теплозащитной эффективности является характеристикой всей конструкции.

3.3 класс теплозащитной эффективности элемента, мероприятия, здания: Характеристика теплозащитной эффективности, представленная интервалом значений удельных единовременных затрат на экономию энергетической единицы. Величина, математически обратная энергетической эффективности.

3.4 срок окупаемости $Z_{ок}$, лет: Срок, в течение которого оценивается экономический эффект от конструкции или мероприятия; назначается как половина срока службы элемента до замены или ремонта, но не более 12 лет.

3.5 удельные единовременные затраты на экономию 1 кВт·ч/год $\Omega_{кон}$, руб./(кВт·ч/год): Единовременные затраты на энергосберегающее мероприятие, отнесенные к величине экономии тепловой энергии от применения мероприятия за год эксплуатации при ГСОП=1000°С·сут/год.

3.6 удельная прибыль от экономии энергетической единицы 1 кВт·ч/год Ω_T , руб./(кВт·ч/год): Прибыль, получаемая за счет энергосберегающего мероприятия (совокупная стоимость сэкономленной энергии и оборудования за срок окупаемости), отнесенная к величине экономии тепловой энергии 1 кВт·ч/год при ГСОП=1000°С·сут/год.

3.7 удельные приведенные затраты на строительство и эксплуатацию конструкции П, руб./(м²·год): Сумма всех затрат как на возведение, так и на эксплуатацию 1 м² ограждающей конструкции в течение установленного срока окупаемости."

5 Тепловая защита зданий

Пункт 5.1. Заменить шестое перечисление:

"- проводится проверка приведенных сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций здания $R_{0}^{ПП}$, ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт;" на "- проводится проверка приведенных сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций здания с учетом теплотехнических неоднородностей согласно приложению Е СП 50.13330.2012, ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт;"

Дополнить седьмым перечислением в следующей редакции:

"- выполнить расчет температуры внутренней поверхности для узлов теплопроводных включений в соответствии с требованиями пункта 5.1 СП 50.13330.2012, а также раздела 5 СП 230.1325800.2015. Обеспечить нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции (таблица 5 СП 50.13330.2012), а также выполнение санитарно-гигиенических требований пункта 5.7 СП 50.13330.2012;"

Пункт 5.2. Изложить в новой редакции:

"5.2 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания или выделенной ограждающей конструкции без воздушных прослоек проводят в соответствии с приложением Е СП 50.13330.2012.

При расчете термического сопротивления слоя однородной части фрагмента R_s , ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт, для материальных слоев следует учитывать коэффициент условий эксплуатации слоя материала по формуле

$$R_s = \frac{\delta_s}{\lambda_s} y_s^{y,э}, \quad (5.1a)$$

где δ_s - толщина слоя, м;

λ_s - теплопроводность материала слоя при условиях эксплуатации конструкции А или Б, Вт/($\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$), принимаемая по приложению Т СП 50.13330.2012 либо определяемая по приложению Д настоящего свода правил;

$y_s^{y,э}$ - коэффициент условий эксплуатации слоя материала, доли ед., определяемый по результатам натурных или лабораторных испытаний либо принимаемый согласно приложению Е. При отсутствии данных принимается равным 1."

Пункт 5.5. Экспликация к формуле (5.1). Определение χ_a . Изложить в новой редакции:

" χ_a - удельные потери теплоты через тарельчатые анкеры, Вт/ $^\circ\text{C}$ (принимаются по СП 230.1325800 или результатам расчета температурного поля);"

Пункт 5.6. Изложить в новой редакции:

"5.6 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче полов по грунту и стен заглубленных помещений

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, контактирующих с грунтом, следует определять по методике Е.7 приложения Е СП 50.13330.2012.

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче части стены, расположенной ниже уровня грунта на глубину не менее 1 м, следует принимать таким же, как для стены, расположенной выше уровня грунта.

Требования к приведенному сопротивлению теплопередаче и минимальной температуре внутренней поверхности ограждающих конструкций здания принимают по СП 50.13330.

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции должна определяться по результатам расчета температурных полей всех зон с теплотехнической неоднородностью и быть не ниже точки росы внутреннего воздуха заглубленного помещения при расчетной температуре наружного воздуха (наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92, в соответствии с пунктом 5.7 СП 50.13330.2012). Построение температурных полей узлов теплопроводных включений в целях определения температур внутренних поверхностей осуществляется с помощью программных комплексов на компьютерах.

В случае соприкосновения конструкций с грунтом температурные поля следует рассчитывать нестационарным методом.

Исходными данными для выполнения нестационарных теплотехнических расчетов являются:

- данные для построения трех- или двухмерной геометрической модели рассматриваемой области моделирования:

а) инженерно-геологическое строение грунтов,

б) чертеж строительных объектов и расположение теплоизоляционных материалов;

- теплофизические свойства грунтов - теплопроводность и объемная теплоемкость в талом и мерзлом состоянии, плотность, влажность;

- теплофизические свойства (теплопроводность, теплоемкость), физические свойства (влажность и плотность) строительных материалов, включая теплоизоляционные материалы, их геометрические параметры и начальную температуру.

При теплотехническом расчете ограждающих конструкций жилых зданий следует принимать температуру внутреннего воздуха по проекту (из раздела ОВ)."

Подраздел 5.10. Дополнить после пункта 5.10.3 пунктами 5.10.4, 5.10.5 в следующей редакции:

"5.10.4 Удельные единовременные затраты на экономию 1 кВт·ч/год энергосберегающего решения (не ограждающей конструкции), руб./(кВт·ч/год), в общем виде рассчитываются по формуле

$$\Omega_{\text{реш}} = \frac{\Delta K_{\text{от}}^{\text{ед}}}{\Delta Q_{12}} m_{\text{кп}} \frac{C_{\text{тепл}} Z_{\text{ок}} + C_{\text{от}}}{C_{\text{эн}} Z'_{\text{ок}} + \frac{\Delta K_{\text{от}}^{\text{ед}}}{\Delta Q_{12}}}, \quad (5.17)$$

где $C_{\text{эн}}$ - тарифная цена энергии, экономящейся от применения энергосберегающего решения (тепловой, электрической или иной), руб./(кВт·ч);

$\Delta K_{\text{от}}^{\text{ед}}$ - разница полных единовременных затрат на реализацию вариантов 2 и 1 энергосберегающего решения, руб., варианты должны быть соседними в упорядоченном ряду вариантов, причем вариант 1 дешевле;

ΔQ_{12} - полная экономия энергии от применения энергосберегающего решения (разница между вариантом 1 и вариантом 2), кВт·ч/год;

$Z'_{\text{ок}}$ - срок окупаемости энергосберегающего решения, определяемый, как указано в 3.4;

$Z_{\text{ок}}$ - базовый срок окупаемости, принятый для ограждающих конструкций здания.

5.10.5 Выбор источника теплоснабжения

Источник теплоснабжения полностью определяет оптимальный облик здания, влияя через удельную прибыль от экономии энергетической единицы на выбор как оболочки здания, так и

энергосберегающих решений. Удельная прибыль от экономии энергетической единицы, определяемая по формуле (5.10), является прямой характеристикой эффективности источника энергоснабжения.

Оптимальным является источник энергоснабжения с наименьшей удельной прибылью от экономии энергетической единицы.

Причем для такого сравнения срок окупаемости $Z_{ок}$ должен быть зафиксирован и равен 12 годам, если только само энергетическое оборудование не требует более частой замены, чем два срока окупаемости.

В ряде случаев источник теплоснабжения может приводить к дополнительным затратам электрической энергии, например на работу насосов и иного оборудования. Эти затраты должны быть учтены за счет введения поправки к цене тепловой энергии:

$$C_{тепл} = C_{тепл0} + n_c C_{эл}, \quad (5.18)$$

где n_c - коэффициент сопутствующих трат электроэнергии, кВт·ч/кВт·ч, сколько кВт·ч электроэнергии необходимо потратить на доставку 1 кВт·ч тепловой энергии."

Дополнить раздел 5 подразделом 5.11 в следующей редакции:

"5.11 Проектирование тепловой защиты зданий с внутренним утеплением с учетом долговечности многослойных ограждающих конструкций

При проектировании ограждений с теплоизоляционным проницаемым слоем со стороны помещения (внутреннее утепление по таблице 8.2) необходимо проводить проверку конструкции по температурной знакопеременной нагрузке на наружный слой ограждения. Для проведения данной проверки наружный слой конструкции представляется в виде совокупности слоев равной толщины j , мм, расположенных параллельно наружной поверхности конструкции. Параметр температурной нагрузки на материал наружного слоя ограждающей конструкции N_1^j численно равен количеству циклов замораживания - оттаивания во всех сечениях слоев толщиной j мм стены здания в течение i -го года (циклов/год). Данный показатель позволяет связать климатические характеристики наружного воздуха - изменение температуры в связи с изменением климата и изменение количества циклов перехода температуры через нуль с характеристиками ограждающей конструкции: толщиной и теплофизическими параметрами материала конструкции.

Общая формула для определения температуры $t_{n,z+1}$ в любой плоскости n через интервал времени Δz по температурам в той же плоскости $t_{n,z}$ и в двух соседних плоскостях $t_{n-1,z}$, $t_{n+1,z}$, определенных в предыдущий момент времени z , имеет следующий вид:

$$t_{n,z+1} = t_{n,z} + a \frac{\Delta z}{\Delta x^2} (t_{n+1,z} + t_{n-1,z} - 2t_{n,z}), \quad (5.19)$$

где a - коэффициент температуропроводности среды, м²/с.

Рекомендуется расстояние между сечениями выбирать равным $\Delta x = 50$ мм. При этом необходимо проводить проверку на соответствие условию $\Delta x \geq \Delta x_{min}$. Минимальное расстояние между рассматриваемыми сечениями Δx_{min} определяют по формуле

$$\Delta x_{min} \geq \sqrt{2a\Delta z_{max}}, \quad (5.20)$$

$$a = \frac{\lambda}{c\rho}, \quad (5.21)$$

где λ - расчетная теплопроводность материала, Вт/(м²·°С);

c - удельная теплоемкость материала, Дж/(кг·°С);

ρ - плотность материала, кг/м³;

t - температура, °С;

z - время, с;

x - координата по оси переноса теплоты, м.

В общем случае интервал времени Δz задан, так как данные гидрометеорологических центров представлены с интервалом 3 ч ($z_{\max} = 3 \text{ ч} = 10,8 \cdot 10^3 \text{ с}$).

Если Δx_{\min} , рассчитанное по формуле (5.20), больше выбранного Δx , следует уменьшить значение Δz_{\max} . Для этого уменьшается временной интервал в климатических данных, а соответствующие значения температуры для уменьшенного интервала вычисляются методом интерполяции.

Начальное распределение температуры по сечению стены рассчитывают из условия установления на начало расчета в стене стационарного режима.

Для достоверной выборки необходимо построить графики распределения температуры в заданных сечениях не менее чем за сорок лет, при этом за последний год сорокалетия необходимо принимать год не ранее 2010 года. За расчетный годовой период следует принимать период, начиная с первого месяца, в котором температура наружного воздуха опустилась ниже 0°С, и заканчивая месяцем следующего года, в котором не зафиксировано значений отрицательной температуры.

Значение параметра температурной нагрузки на материал ограждающей конструкции для данного года N_1^j определяется подсчетом суммы количества циклов замораживания - оттаивания в каждом сечении за каждый год базового периода.

Результаты расчетов за весь базовый период представляются в виде линейного графика изменения показателя температурной нагрузки на материал за годы базового периода. График аппроксимируется формулой

$$N_1^j = k(D - 1900) + b, \quad (5.22)$$

где D - расчетный год базового периода (например, 1963 год).

Коэффициент k определяет, будет ли в дальнейшем, после проведения проектных мероприятий по внутреннему утеплению стены, увеличиваться или уменьшаться количество циклов замораживания - оттаивания по сечению проектируемой ограждающей конструкции. Проверку конструкции по температурной знакопеременной нагрузке на материал проводят по условию сохранности

$$k \leq 0. \quad (5.23)$$

При выполнении условия (5.23) ограждающая конструкция с внутренним утеплением удовлетворяет условиям сохранности материала конструкции, так как количество циклов замораживания - оттаивания с течением времени будет уменьшаться.

В отдельных случаях, при необходимости увеличения термического сопротивления ограждающей конструкции за счет внутреннего утепления, допускается в расчетах показателя температурной нагрузки на материал ограждающей конструкции использовать вместо перехода температуры материала конструкции через нуль принимать температуру замерзания влаги в материале конструкции. При отсутствии значения температуры замерзания влаги в материале ее значение принимают равным 0°С."

7 Воздухопроницаемость ограждающих конструкций

Дополнить раздел 7 подразделом 7.4 в следующей редакции:

"7.4. Методика расчета воздухопроницаемости облицовки ограждающих конструкций с НФС с воздушной прослойкой

Инфильтрация атмосферного воздуха в прослойку НФС и эксфильтрация из воздушной прослойки НФС наружу через щели между прямоугольными непроницаемыми панелями облицовки НФС происходят под действием перепада внешнего и внутреннего давлений $\Delta P = P_e - P_i$, Па. Безразмерный коэффициент геометрической проницаемости K_{Π} определяется как относительная доля суммарной площади щелей между панелями (плитками) облицовки НФС. Для случая квадратных плиток с длиной стороны L и шириной щелей между ними d геометрический коэффициент проницаемости равен

$$K_{\Pi} = \frac{2Ld + d^2}{(L + d)^2}. \quad (7.4)$$

Относительная площадь щелей в облицовке, как правило, не превышает 3% ($0 < K_{\Pi} < 0,03$), в этом случае избыточное внешнее давление P_e , формирующееся под действием ветра, практически не зависит от K_{Π} и от течения внутри воздушной прослойки НФС, и его можно определять так же, как ветровую нагрузку для непроницаемого фасада в соответствии с СП 20.13330 и ГОСТ Р 56728. В противоположность этому, внутреннее давление P_i существенно зависит от распределения внешнего давления и определяется из условия интегрального баланса массовых расходов инфильтрации и эксфильтрации воздуха через характерную площадь облицовки НФС (через площадь всего фасада или его частей в зависимости от наличия воздухо непроницаемых отсеков в воздушной прослойке НФС).

Массовый расход воздуха Q_m , кг/(м²·с), в расчете на м² облицовки НФС определяется по формуле, учитывающей особенности фильтрации воздуха через щели между плитками облицовки:

$$Q_m = K_{\Pi} \frac{\sqrt{2(1 + \zeta)\rho|\Delta P| + b^2} - b}{1 + \zeta} \text{sign}(\Delta P), \quad (7.5)$$

где ρ - плотность воздуха;

ζ - безразмерный параметр, учитывающий потери полного давления на втекание воздуха в щель;

b - параметр, учитывающий вязкие потери давления на трение при движении воздуха внутри щели между плитками (его размерность совпадает с размерностью Q_m).

Параметры ζ , b вычисляются по формулам:

$$\zeta \approx 0,1; \quad b = 32 \frac{\mu\delta}{d^2}, \quad (7.6)$$

где μ - динамический коэффициент вязкости воздуха, (Па·с);

δ - толщина плиток, м.

При $\Delta P > 0$ внешний холодный воздух поступает внутрь прослойки НФС (инфильтрация, $Q_m > 0$). При $\Delta P < 0$ более теплый воздух выходит из прослойки наружу (эксфильтрация, $Q_m < 0$). Соответственно в формуле (7.5) плотность ρ зависит от знака ΔP по формуле

$$\rho = \rho_e \frac{1 + \text{sign}(\Delta P)}{2} + \rho_i \frac{1 - \text{sign}(\Delta P)}{2}, \quad (7.7)$$

где ρ_e - плотность наружного воздуха;

ρ_i - средняя плотность воздуха внутри прослойки НФС.

Соотношение (7.5) представляет закон щелевой проницаемости облицовки НФС, замыкающий задачу определения внутреннего давления P_i и максимальной скорости продольного движения воздуха в воздушной прослойке НФС при заданном распределении избыточного внешнего давления, в частности $P_e = w_m$, где w_m - стационарная составляющая ветрового давления, зависящая от высоты z над поверхностью земли согласно СП 20.13330. Для прямоугольных в плане зданий $P_i = w_m(z_1)$, где z_1 - эффективная высота, на которой расход воздуха через облицовку обращается в нуль ($Q_m = 0$ и достигается максимальная скорость внутреннего течения в воздушной прослойке НФС). При этом задача определения z_1 сводится к решению трансцендентного уравнения, содержащего интегральные члены."

10 Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий

Пункт 10.3. Формула (10.3) и экспликация к ней. Изложить в новой редакции:

$$\tau_{2jl} = \frac{1}{A_{окjl}} \sum_{l'=1}^{L'} \left[A_{l'} \left(1 - \frac{1,09 - 0,94\rho_{l'}}{\beta_{l'}} \right) \right], \quad (10.3)$$

где $\beta_{l'}$ - индекс l' -й светопрозрачной ячейки¹⁾; для светопрозрачной ячейки прямоугольной формы $\beta_{l'} = 2a_{l'}b_{l'} / [1,77d_{l'}(a_{l'} + b_{l'})]$, для светопрозрачной ячейки круглой формы $\beta_{l'} = r_{l'} / d_{l'}$; здесь $d_{l'}$ - толщина переплета l' -й ячейки, м;

¹⁾ Светопрозрачная ячейка - часть оконного блока, ограниченная переплетами и заполненная только остеклением.

$r_{l'}$ - радиус ячейки, м;

$A_{ок}$ - площадь оконного блока по наружному обмеру, м²;

$A_{l'} = a_{l'}b_{l'}$ - площадь l' -й ячейки в свету, м²;

$a_{l'}$, $b_{l'}$ - ширина и высота l' -й ячейки в свету, м;

$\rho_{l'}$ - коэффициент диффузного отражения внутренних граней переплета l' -й ячейки, отн. ед.;

L' - общее количество светопрозрачных ячеек в оконном блоке."

Формула (10.4). Исключить.

11 Теплофизические расчеты отдельных элементов зданий

Пункт 11.2.6. Второй абзац. Дополнить словами: "(таблица 5 СП 50.13330.2012)".

Дополнить раздел подразделом 11.5 в следующей редакции:

"11.5 Критерии подбора стеклопакетов в оконном блоке в целях энергосбережения.

В настоящем подразделе предлагается алгоритм подбора остекления в оконном блоке, обладающего энергосберегающими свойствами, обусловленными низкоэмиссионными покрытиями, с использованием критериев, определяющих допустимое снижение естественной освещенности и теплопоступлений от солнечной радиации с учетом климатических особенностей местности. Применение указанных критериев должно быть направлено на оптимизацию выбора остекления с низкоэмиссионными покрытиями. Для подбора остекления с низкоэмиссионными покрытиями необходимо выполнить следующие действия по 11.5.1-11.5.5.

11.5.1 Выбирают стеклопакет со стеклами с низкоэмиссионными покрытиями и стеклопакет с таким же количеством камер, но со стеклами без низкоэмиссионных покрытий по таблице Б.1.

11.5.2 Проводят расчет приведенного сопротивления теплопередаче оконного блока согласно 11.4 с двумя вариантами остекления: без покрытия (индекс "бп") $R_{бп}^{ип}$, м²·°С/Вт, и с низкоэмиссионным (энергосберегающим) покрытием (индекс "эп") $R_{эп}^{ип}$, м²·°С/Вт.

11.5.3 Проводят проверку стеклопакета на соответствие критериям по энергосбережению (11.5.4) и по светотехническим характеристикам (11.5.5). Стеклопакет следует выбирать при совместном выполнении критериев.

11.5.4 Критерий энергосбережения для всего здания

Рассчитывают значение критерия M по формуле

$$M = \frac{0,0864 \cdot \text{ГСОП} \cdot \sum_j \sum_{l=1}^{L_j} A_{jl} \left(\frac{1}{R_{бп}^{ип}} - \frac{1}{R_{эп}^{ип}} \right)}{\sum_j \left[I_j^{\text{всп}} \cdot \sum_{l=1}^{L_j} \tau_{2jl} A_{jl} (g_{бп} - g_{эп}) \right]}, \quad (11.18)$$

где J - количество фасадов в здании, шт.;

L_j - количество окон на j -м фасаде, шт.;

$I_j^{\text{всп}}$ - солнечная радиация, поступающая на j -й фасад за отопительный период, МДж/(год·м²), рассчитывается согласно формуле (10.6);

ГСОП - градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год;

A_{jl} - площадь l -го окна на j -м фасаде, м²;

τ_{2jl} - коэффициент, учитывающий затенение светового проема l -го окна на j -м фасаде непрозрачными элементами заполнения, отн. ед., рассчитывается по формуле (10.3);

$g_{бп}$, $g_{эп}$ - коэффициент общего пропускания солнечной энергии стеклопакетом, установленным в l -е окно на j -м фасаде, определяется по таблице Б.1 для выбранных в 11.5.1 стеклопакетов без покрытий (индекс "бп") и с энергосберегающими покрытиями (индекс "эп") соответственно.

Значение критерия M должно быть больше единицы:

$$M > 1. \quad (11.19)$$

Чем больше значение критерия M , тем выгоднее применение в данном климате оконного

блока с остеклением, обладающим энергосберегающими свойствами.

11.5.5 Критерий подбора по светотехническим характеристикам

Рассчитывают значение критерия P для каждого варианта оконного блока в здании:

$$P = \frac{\tau_0^{\text{эп}}}{\frac{R_{\text{ст}}}{R_{\text{эп}}^{\text{пп}}} - 1} \bigg/ \frac{\tau_0^{\text{бп}}}{\frac{R_{\text{ст}}}{R_{\text{бп}}^{\text{пп}}} - 1}, \quad (11.20)$$

где τ_0 - общий коэффициент светопропускания оконного блока (рассчитывается по формуле (3.15) СП 52.13330.2016) при использовании остекления с низкоэмиссионными покрытиями (индекс "эп") и без низкоэмиссионных покрытий (индекс "бп");

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4, \quad (11.21)$$

здесь τ_1 - коэффициент светопропускания стеклопакетов со стеклами с низкоэмиссионными покрытиями (индекс "эп") и без низкоэмиссионных покрытий (индекс "бп"), определяемый для выбранных стеклопакетов по таблице Б.1;

τ_2 - то же, что в формуле (11.18);

τ_3 , τ_4 - коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях (при боковом освещении $\tau_3 = 1$) и коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, определяемые по СП 52.13330;

$R_{\text{бп}}^{\text{пп}}$, $R_{\text{эп}}^{\text{пп}}$ - см. 11.5.2;

$R_{\text{ст}}$ - приведенное сопротивление теплопередаче стены, в которой установлен оконный блок, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, определяется согласно приложению Е СП 50.13330.2012.

Значение критерия P должно быть больше единицы:

$$P > 1. \quad (11.22)$$

Чем больше значение критерия P , тем эффективнее будет оконный блок со стеклопакетом с энергосберегающими покрытиями при установке его в систему "стена - окно".

Приложение Б. Изложить в новой редакции:

"Приложение Б

Коэффициенты светопропускания, общего пропускания солнечной энергии и теплопередачи по центру наиболее применяемых стеклопакетов

Таблица Б.1

Формула стеклопакета по ГОСТ 24866	τ_1 , отн. ед.	g , отн. ед.	U_0 , Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)
4M ₁ - 16Ar - 4M ₁	0,81	0,76	2,6
4M ₁ - 16Ar - K4	0,75	0,72	1,5
	0,74	0,73	1,5

4M ₁ - 16Ar - И4	0,80	0,61	1,1
	0,80	0,64	1,1
	0,81	0,74	1,3
6СИ - 16Ar - 4M ₁	0,70	0,43	1,1
	0,74	0,44	1,0
4СИ - 16Ar - 4M ₁	0,67	0,42	1,0
6СК - 16Ar - 4M ₁	0,60	0,55	1,6
4M ₁ - 16Ar - 4M ₁ - 16Ar - 4M ₁	0,74	0,68	1,7
4К - 16Ar - 4M ₁ - 16Ar - К4	0,63	0,58	0,8
4И - 16Ar - 4M ₁ - 16Ar - И4	0,71	0,50	0,6
	0,74	0,63	0,7
	0,73	0,62	0,7
Примечание - В настоящей таблице в формулах стеклопакетов использованы следующие условные обозначения: СИ - солнцезащитное и низкоэмиссионное И-стекло; СК - солнцезащитное и низкоэмиссионное К-стекло.			

".

Приложение В

Таблица В.1. Сноска 1. Заменить слова: "в таблицах Е.3 и Е.4" на "в таблицах В.3 и В.4".

Дополнить свод правил приложениями Д и Е в следующей редакции:

"Приложение Д

Методика определения теплопроводности строительных материалов при условиях эксплуатации конструкции А или Б

При расчете термического сопротивления слоя однородной части фрагмента R_s , м²·°С/Вт, теплопроводность материала слоя λ_s , Вт/(м·°С), при условиях эксплуатации конструкции А или Б - λ_A и λ_B соответственно принимают по приложению Т СП 50.13330.2012 либо рассчитывают по формулам:

$$\lambda_A = \lambda_0(1 + \eta w_A), \quad (Д.1)$$

$$\lambda_B = \lambda_0(1 + \eta w_B), \quad (Д.2)$$

где λ_0 - теплопроводность материала в сухом состоянии, Вт/(м·°С), определяемая по методике ГОСТ 7076;

η - коэффициент теплотехнического качества 1/%, принимаемый для теплоизоляционных материалов по таблице Д.1 либо определяемый по результатам серии испытаний по ГОСТ 7076 по

формуле

$$\eta = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}, \quad (\text{Д.3})$$

здесь $\Delta\lambda$ - приращение теплопроводности на 1% влажности, Вт/(м·°С·%);

w_A , w_B - расчетные влажности материалов для условий эксплуатации конструкции А и Б соответственно, %, принимаемые по приложению Т СП 50.13330.2012 для данного типа материала либо определяемые по результатам серии натуральных экспериментов.

Таблица Д.1

Вид теплоизоляционного материала	Коэффициент теплотехнического качества, η , 1/%
Минеральная вата (из каменного или стеклянного волокна)	0,04
Ячеистый бетон	0,04
Экструдированный пенополистирол	0,035
Пенополистирол	0,03
Пенополиизоцианурат/пенополиуретан	0,03

Приложение Е

Определение коэффициентов условий эксплуатации для теплоизоляционных слоев в различных конструкциях

Е.1 Коэффициенты условий эксплуатации слоя материала $y_s^{y,э}$, доли ед., определяются по результатам натуральных или лабораторных испытаний.

Для приведенных ниже основных типов теплоизоляционных материалов в составе различных частей ограждающих конструкций коэффициенты условий эксплуатации определяются по методикам, приведенным в Е.2-Е.4.

Е.2 Минераловатные и полимерные теплоизоляционные материалы в кровлях, системах фасадных теплоизоляционных композиционных (СФТК) и слоистых кладках

Коэффициент условий эксплуатации теплоизоляционного слоя в кровельных конструкциях, СФТК и слоистых кладках для минераловатных материалов определяется согласно показателям, определенным по методике ГОСТ Р 57418:

$$y_s^{y,э} = \frac{R_N}{R_0}, \quad (\text{Е.1})$$

где R_0 - термическое сопротивление после контрольных испытаний (до проведения циклов замораживания - оттаивания), (м²·°С)/Вт;

R_N - термическое сопротивление, (м²·°С)/Вт, после N условных годовых циклов.

Примечание - N соответствует определенному по ГОСТ Р 57418 сроку эффективной эксплуатации материала слоя теплоизоляции и максимально может быть равен 50 лет.

В случае если срок эффективной эксплуатации минераловатных или полимерных теплоизоляционных материалов в кровлях, СФТК или слоистых кладках равен 50 годам,

коэффициент условий эксплуатации теплоизоляционного слоя в таких конструкциях можно приближенно принять равным 0,9.

Е.3 Минераловатные теплоизоляционные материалы в навесных фасадных системах (НФС)

Расчет снижения за счет эмиссии волокон из минераловатных теплоизоляционных материалов термического сопротивления теплоизоляционного слоя в НФС за срок эксплуатации и соответствующий расчет коэффициента условий эксплуатации проводят согласно найденному по ГОСТ Р 56732 коэффициенту эмиссии волокон χ , м/с:

$$\gamma_s^{y,э} = 1 - \frac{(365 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot \Delta T) \cdot \chi}{\delta_0}, \quad (E.2)$$

где ΔT - срок эксплуатации минераловатных изделий в составе НФС, лет;

δ_0 - начальная толщина теплоизоляционного слоя, м.

В случае если срок эффективной эксплуатации минераловатных изделий в составе НФС равен 50 годам, коэффициент условий эксплуатации теплоизоляционного слоя в НФС можно приближенно принять равным 0,95.

Е.4 Полимерные теплоизоляционные материалы в заглубленных конструкциях и конструкциях, контактирующих с грунтом

Коэффициент условий эксплуатации для слоя из полимерных теплоизоляционных материалов в заглубленных конструкциях и конструкциях, контактирующих с грунтом, определяется согласно показателям, рассчитанным по формуле (Е.1).

В случае если срок эффективной эксплуатации полимерной теплоизоляции в заглубленных конструкциях и конструкциях, контактирующих с грунтом, равен 50 годам, коэффициент условий эксплуатации теплоизоляционного слоя в таких конструкциях можно приближенно принять равным 0,9."

УДК 697.1:006.354

ОКС 91.120.01

91.120.10

91.120.99

Ключевые слова: тепловая защита зданий, энергопотребление, энергосбережение, энергетический паспорт, теплоизоляция, контроль теплотехнических показателей, воздухопроницаемость, паропроницаемость, теплоустойчивость, теплоусвоение, удельная теплозащитная характеристика, удельная вентиляционная характеристика, удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию
