

**МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

С В О Д П Р А В И Л

СП XX.XXXXXX

ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ

Основные положения

Издание официальное

Москва 202_

Предисловие

Сведения о своде правил

1 ИСПОЛНИТЕЛЬ – федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 ПОДГОТОВЛЕН к утверждению Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России)

4 УТВЕРЖДЕН приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от «___» _____ 20__ г. №___ и введен в действие с «___» _____ 20__ г.

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт).

В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего свода правил соответствующее уведомление будет опубликовано в установленном порядке. Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте разработчика (Минстрой России) в сети Интернет

© Минстрой России, 2024

Настоящий нормативный документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Минстроя России

Содержание

1 Область применения	
2 Нормативные ссылки	
3 Термины и определения	
4 Общие положения	
5 Тепловая защита зданий	
6 Воздухопроницаемость ограждающих конструкций	
7 Защита от переувлажнения ограждающих конструкций	
8 Требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий	
Приложение А (обязательное) Расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий	
Приложение Б (обязательное) Расчет приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания или любой выделенной ограждающей конструкции	
Приложение В (обязательное) Расчет удельной теплозащитной характеристики здания ...	
Библиография.....	

Введение

Настоящий свод правил разработан в целях повышения уровня безопасности людей в зданиях и сооружениях и сохранности материальных ценностей в соответствии с Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», повышения уровня гармонизации нормативных требований с европейскими и международными нормативными документами, применения единых методов определения эксплуатационных характеристик и методов оценки.

Свод правил разработан авторским коллективом НИИСФ РААСН (д-р техн. наук *В.Г. Гагарин*, канд. техн. наук *В.В. Козлов*, канд. техн. наук *Д.Ю. Желдаков*, канд. техн. наук *П.П. Пастушков*, д-р техн. наук *Н.П. Умнякова*).

СВОД ПРАВИЛ

ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ

Thermal performance of the buildings

Дата введения – XXXX

1 Область применения

1.1 Настоящий свод правил распространяется на проектирование тепловой защиты строящихся или реконструируемых жилых, общественных, производственных, сельскохозяйственных и складских зданий общей площадью более 50 м² (далее – зданий), в которых необходимо поддерживать определенный температурно-влажностный режим.

1.2 Настоящий свод правил не распространяется на тепловую защиту:

- культовых зданий;
- жилых и общественных зданий, отапливаемых периодически (менее трех дней в неделю) или сезонно (непрерывно менее трех месяцев в году);
- временных зданий, находящихся в эксплуатации не более двух отопительных сезонов;
- теплиц, парников и зданий холодильников;
- зданий, строений, сооружений, которые в соответствии с законодательством Российской Федерации отнесены к объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры);
- строений и сооружений в составе инженерного обеспечения объекта – трансформаторные подстанции, котельные, канализационно-насосные станции, водопроводные насосные станции, центральные тепловые пункты и т.д.
- зданий с технологическими процессами, предусматривающими выделение теплоты более 23 Вт/м³ или влажности внутреннего воздуха выше 75%.

Настоящие нормы при строительстве и реконструкции зданий, имеющих архитектурно-историческое значение, применяются в каждом конкретном случае с учетом их исторической ценности на основании решений органов власти и согласования с органами государственного контроля в области охраны памятников истории и культуры.

Издание официальное

2 Нормативные ссылки

В настоящем своде правил использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 12.1.005 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 530 Кирпич и камень керамические. Общие технические условия

ГОСТ 8736 Песок для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 10832 Песок и щебень перлитовые вспученные. Технические условия

ГОСТ 12865 Вермикулит вспученный

ГОСТ 23166 Конструкции оконные и балконные светопрозрачные ограждающие. Общие технические условия

ГОСТ 24816 Материалы строительные. Метод определения равновесной сорбционной влажности

ГОСТ 25609–2015 Материалы полимерные рулонные и плиточные для полов. Метод определения показателя теплоусвоения

ГОСТ 25820 Бетоны легкие. Технические условия

ГОСТ 26253 Здания и сооружения. Метод определения теплоустойчивости ограждающих конструкций

ГОСТ 30494–2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях

ГОСТ 32496 Заполнители пористые для легких бетонов. Технические условия

СП 60.13330.2020 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» (с изменениями № 1, № 2)

СП 106.13330 «СНиП 2.10.03-84 Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения» (с изменениями № 1, № 2)

СП 109.13330 «СНиП 2.11.02-87 Холодильники» (с изменениями № 1, № 2, № 3)

СП 118.13330 «СНиП 31-06-2009 Общественные здания и сооружения» (с изменениями № 1, № 2, № 3)

СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология» (с изменениями № 1, № 2)

СП 230.1325800 Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей (с изменениями № 1, № 2)

СП 345.1325800.2017 Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты (с изменениями № 1, № 2)

СП 426.1325800 Конструкции ограждающие светопрозрачные зданий и сооружений.

Правила проектирования

П р и м е ч а н и е – При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет, на официальном сайте федерального органа исполнительной власти, разработавшего и утвердившего настоящий свод правил, 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 свода правил 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. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем своде правил применены термины по ГОСТ 23166, ГОСТ 25609, ГОСТ 30494, СП 426.1325800, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 влажностное состояние ограждающей конструкции: Состояние ограждающей конструкции, характеризующееся влажностью материалов, из которых она состоит.

3.2 влажностный режим помещения: Совокупность состояний влажности воздуха в помещении.

3.3 воздухопроницаемость ограждающей конструкции: Физическое явление, заключающееся в фильтрации воздуха в ограждающей конструкции, вызванной перепадом давления воздуха. Физическая величина, численно равная массе воздуха усредненной по площади поверхности ограждающей конструкции, прошедшего через единицу площади поверхности ограждающей конструкции при наличии перепада давления воздуха.

3.4 защита от переувлажнения ограждающей конструкции: Мероприятия, обеспечивающие влажностное состояние ограждающей конструкции, при котором влажность материалов, ее составляющих, не превышает нормируемых значений.

3.5 зона влажности района строительства: Характеристика района территории Российской Федерации, где осуществляется строительство, с точки зрения влажности воздуха и выпадения осадков.

3.6 коэффициент остекленности фасада здания: Отношение суммы площадей светопроемов к суммарной площади наружных ограждающих конструкций фасада здания,

включая светопроемы.

3.7 коэффициент теплотехнической однородности фрагмента ограждающей конструкции: Безразмерный показатель, численно равный отношению значения приведенного сопротивления теплопередаче к условному сопротивлению теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции.

3.8 коэффициент условий эксплуатации слоя материала: Безразмерный показатель, характеризующий снижение термического сопротивления однородного слоя материала за период эксплуатации в составе ограждающей конструкции за счет влияния различных факторов (кроме эксплуатационной влажности).

3.9

микроклимат помещения: Состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха.

[ГОСТ 30494–2011, пункт 2.4]

3.10

оптимальные параметры микроклимата: Сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80 % людей, находящихся в помещении.

[ГОСТ 30494–2011, пункт 2.6]

3.11 отапливаемый объем здания: Объем, ограниченный внутренними поверхностями наружных ограждений здания – стен, покрытий (чердачных перекрытий), перекрытий пола первого этажа или пола подвала при отапливаемом подвале.

3.12 показатель компактности здания: Отношение общей площади внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций здания к заключенному в них отапливаемому объему.

3.13 приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции: Расчетная физическая величина, характеризующая усредненную по площади плотность потока теплоты через фрагмент теплозащитной оболочки здания в стационарных условиях теплопередачи, численно равная отношению разности температур по разные стороны фрагмента к усредненной по площади плотности потока теплоты через фрагмент.

3.14 продолжительность отопительного периода: Расчетный период времени работы системы отопления здания, представляющий собой среднее статистическое число

суток в году, когда средняя суточная температура наружного воздуха устойчиво равна или ниже $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ или $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в зависимости от вида здания.

3.15 расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период: Суммарное количество тепловой энергии, необходимое для отопления и вентиляции здания в течение отопительного периода.

3.16 средняя температура наружного воздуха отопительного периода: Расчетная температура наружного воздуха, осредненная за отопительный период по средним суточным температурам наружного воздуха.

3.17 срок эффективной эксплуатации материала слоя теплоизоляции: Период времени, в течение которого теплоизоляционный материал в составе ограждающей конструкции не изменяет (либо несущественно изменяет) свои проектные теплозащитные свойства.

3.18 температурный перепад: Разность двух значений температуры.

3.19 тепловая защита здания: Совокупность теплофизических и теплоэнергетических характеристик элементов здания, обеспечивающих безопасную эксплуатацию здания с позиции теплового режима помещений и способствующих экономному расходованию энергетических ресурсов.

Примечание – К тепловой защите здания относятся теплофизические свойства и характеристики наружных и внутренних ограждающих конструкций здания, удельная теплозащитная характеристика здания, защита от переувлажнения и воздухопроницаемость ограждающих конструкций.

3.20 тепловая защита ограждающих конструкций: Теплофизические свойства и характеристики наружных и внутренних ограждающих конструкций здания.

Примечание – К тепловой защите ограждающих конструкций относятся приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций, свойства теплоустойчивости ограждающих конструкций, теплоусвоения поверхности пола, санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к ограждающим конструкциям.

3.21 тепловые затраты здания: Количество тепловой энергии, подводимое от источника к системам отопления и вентиляции, в единицу времени.

3.22 тепловые поступления здания: Количество тепловой энергии, поступающее в здание от внутренних источников, образующихся в результате жизнедеятельности человека, и от солнечной радиации, в единицу времени.

3.23 тепловые потери здания: Количество тепловой энергии, необходимое для компенсации теплопередачи через ограждающие конструкции здания в наружную окружающую среду и для нагревания наружного воздуха, поступающего в помещения здания, в единицу времени.

3.24 тепловые потребности здания: Количество тепловой энергии, необходимое для компенсации теплопередачи через ограждающие конструкции здания в наружную окружающую среду и для нагревания наружного воздуха, поступающего в помещения здания, в единицу времени с учетом полезно используемых тепловых поступлений.

3.25 теплозащитная оболочка здания: Совокупность ограждающих конструкций, образующих замкнутый контур, ограничивающий отапливаемый объем здания.

3.26

теплоотдача внутренней поверхности ограждающей конструкции: Физический процесс, заключающийся в теплообмене внутренней поверхности ограждающей конструкции с окружающей средой.

[ГОСТ 25609–2015, пункт 3.1]

3.27 теплотехнически неоднородный фрагмент ограждающей конструкции (теплотехническая неоднородность): Фрагмент ограждающей конструкции, в котором линии равной температуры располагаются не параллельно друг другу.

3.28

теплоусвоение поверхности пола: Свойство поверхности пола поглощать теплоту в контакте с какими-либо предметами.

[ГОСТ 25609–2015, пункт 3.2]

3.29 теплоустойчивость ограждающей конструкции: Свойство ограждающей конструкции сохранять относительное постоянство температуры при периодическом изменении тепловых воздействий со стороны наружной и внутренней сред помещения.

3.30 теплый период года: Период года, характеризующийся средней суточной температурой воздуха выше 8 °С или 10 °С в зависимости от вида здания.

3.31 точка росы: Температура, при которой начинается образование конденсата в воздухе с определенной температурой и относительной влажностью.

3.32 удельная теплозащитная характеристика здания: Количество теплоты, равное потерям тепловой энергии через теплозащитную оболочку здания единицы отапливаемого объема в единицу времени при перепаде температуры в 1 °С.

3.33 удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания: Количество теплоты, равное потребностям в тепловой энергии единицы отапливаемого объема здания в единицу времени при перепаде температуры в 1 °С.

3.34 удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность: Поток теплоты через линейную теплотехническую неоднородность, отнесенный к единице длины, единице времени и 1 °С.

3.35 удельные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность: Поток теплоты через точечную теплотехническую неоднородность, отнесенный к единице времени и 1 °С.

3.36 удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период: Количество тепловой энергии, необходимое для удовлетворения тепловых потребностей здания за отопительный период и отнесенное к единице площади или к единице отапливаемого объема.

3.37 условия эксплуатации ограждающих конструкций: Характеристика совокупности параметров воздействия внешней и внутренней среды, оказывающих существенное влияние на температуру и влажность материалов наружной ограждающей конструкции.

3.38 условное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции: Физическая величина, численно равная приведенному сопротивлению теплопередаче условной ограждающей конструкции, в которой отсутствуют теплотехнические неоднородности.

3.39 фрагмент теплозащитной оболочки здания: Совокупность наружных ограждающих конструкций, соединенных между собой, образующая часть теплозащитной оболочки здания.

3.40 энергетическая эффективность: Характеристика, отражающая отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю.

3.41 энергетические характеристики здания: Комплекс показателей, необходимых для оценки здания с позиции эффективности использования энергии.

П р и м е ч а н и е – К энергетическим характеристикам здания относят тепловую защиту здания, удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период и характеристику тепловой мощности систем отопления и вентиляции.

3.42 энергетический паспорт проекта здания: Документ, содержащий энергетические, теплотехнические и геометрические характеристики как существующих зданий, так и проектов зданий и их ограждающих конструкций, и устанавливающий соответствие их требованиям нормативных документов.

3.43 энергосбережение: Реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объема произведенной продукции, выполненных

работ, оказанных услуг).

4 Общие положения

4.1 Проектирование зданий и сооружений должно осуществляться с учетом требований к ограждающим конструкциям, приведенных в настоящем своде правил, в целях обеспечения:

- заданных параметров микроклимата, необходимых для жизнедеятельности людей и работы технологического или бытового оборудования;

- тепловой защиты;

- защиты от переувлажнения ограждающих конструкций;

- эффективности расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию;

- необходимой надежности и долговечности конструкций.

4.2 Свод правил устанавливает требования:

- к приведенному сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций здания;

- удельной теплозащитной характеристике здания;

- ограничению минимальной температуры и недопущению конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающих конструкций в холодный период года, за исключением светопрозрачного заполнения (стеклопакетов, стекла) с вертикальным остеклением (с углом наклона заполнения к горизонту 45° и более);

- воздухопроницаемости ограждающих конструкций;

- влажностному состоянию ограждающих конструкций;

- расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий.

4.3 Условия эксплуатации ограждающих конструкций устанавливаются в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности района строительства по СП «Тепловая защита зданий. Правила проектирования».

5 Тепловая защита зданий

5.1 Теплозащитная оболочка здания должна соответствовать следующим требованиям:

а) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должно быть не менее нормируемых значений (поэлементные требования);

б) удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не более нормируемого значения (комплексное требование);

в) температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно-гигиеническое требование).

Требования тепловой защиты здания будут выполнены при одновременном выполнении требований а), б) и в).

Поэлементные требования

5.2 Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции $R_0^{\text{норм}}$, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$, следует определять по таблице 3 с учетом региона строительства и удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по СП «Тепловая защита зданий. Правила проектирования».

Т а б л и ц а 3

Категория зданий	Градусо-сутки отопительного периода, $(\text{°C} \cdot \text{сут})/\text{год}$	Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче $R_0^{\text{тп}}$, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$, ограждающих конструкций				
		Стен, включая стены в грунте	Покрытий и перекрытий над проездами	Перекрытий чердачных, перекрытий над неотапливаемыми подпольями и подвалами, полов по грунту	Окна, светопрозрачные фасадные конструкции и другие типы светопрозрачных конструкций, за исключением фонарей	Фонарей
1	2	3	4	5	6	7
1.1 Жилые, гостиницы и общежития	1000	1,1	2,2	1,9	0,49	0,28
	2000	1,3	2,6	2,2	0,49	0,3
	4000	1,8	3,4	3,0	0,63	0,35
	6000	2,2	4,2	3,7	0,73	0,4
	8000	2,6	5,0	4,4	0,75	0,45
	10000	3,1	5,8	5,1	0,77	0,5
	12000	3,5	6,6	5,8	0,8	0,55
	<i>a</i>	0,00022	0,0004	0,00036	–	0,000025
	<i>b</i>	0,882	1,8	1,5	–	0,25
1.2 Дошкольные образовательные организации,	1000	1,1	2,2	1,9	0,3	0,28
	2000	1,3	2,6	2,2	0,3	0,3
	4000	1,8	3,4	3,0	0,45	0,35

общеобразовательные организации, медицинские организации и интернаты	6000	2,2	4,2	3,7	0,6	0,4
	8000	2,6	5,0	4,4	0,7	0,45
	10000	3,1	5,8	5,1	0,75	0,5
	12000	3,5	6,6	5,8	0,8	0,55
	<i>a</i>	0,00022	0,0004	0,00036	–	0,000025
	<i>b</i>	0,882	1,8	1,5	–	0,25
2 Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые	1000	0,9	1,5	1,2	0,49	0,28
	2000	1,1	2	1,6	0,49	0,3
	4000	1,5	2,8	2,2	0,63	0,35
	6000	1,9	3,4	2,7	0,73	0,4
	8000	2,3	3,9	3,1	0,75	0,45
	10000	2,6	4,4	3,5	0,77	0,5
	12000	3,0	4,8	3,8	0,8	0,55
	<i>a</i>	0,000189	–	–	–	0,000025
	<i>b</i>	0,756	–	–	–	0,25
3 Производственные с сухим и нормальным режимами	1000	0,8	1,5	1,2	0,23	0,18
	2000	0,9	2	1,6	0,25	0,2
	4000	1,1	2,8	2,2	0,3	0,25
	6000	1,4	3,4	2,7	0,35	0,3
	8000	1,6	3,9	3,1	0,4	0,35
	10000	1,9	4,4	3,5	0,45	0,4
	12000	2,1	4,8	3,8	0,5	0,45
	<i>a</i>	0,000126	–	–	0,000025	0,000025
	<i>b</i>	0,63	–	–	0,2	0,15

П р и м е ч а н и я

1 Значения для величин ГСОП, отличающихся от табличных, следует определять с округлением до десятичных значений по формуле

$$R_0^{\text{TP}} = a \cdot \text{ГСОП} + b,$$

где *a*, *b* – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным настоящей таблицы для соответствующих категорий зданий;

ГСОП – градусо-сутки отопительного периода, (°С·сут)/год, для конкретного пункта, определяемые по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) z_{\text{от}}, \quad (5.2)$$

где t_b – расчетная температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая при расчете ограждающих конструкций групп зданий, указанных в таблице 3: по поз. 1 – по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по-ГОСТ 30494; по поз. 2 – согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по ГОСТ 30494; по поз. 3 – по нормам проектирования соответствующих зданий;

$t_{от}$, $z_{от}$ – средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут/год, отопительного периода соответственно, принимаемые по СП 131.13330 для жилых и общественных зданий для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8 °С, а при проектировании дошкольных образовательных организаций, общеобразовательных организаций, медицинских организаций и домов-интернатов для престарелых не более 10 °С.

Для графы 6 для интервала свыше 12000 (°С·сут)/год следует принимать базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче равным значению для 12000 (°С·сут)/год.

В случаях, когда средняя наружная или внутренняя температура для отдельных помещений отличается от принятых в расчете ГСОП, базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций, определенные по таблице 3, умножаются на коэффициент n_t , который рассчитывается по формуле

$$n_t = \frac{t_b^* - t_{от}^*}{t_b - t_{от}}, \quad (5.3)$$

где t_b^* , $t_{от}^*$ – средняя температура внутреннего и наружного воздуха соответственно для данного помещения, °С;

t_b , $t_{от}$ – то же, что в формуле (5.2).

5.3 В случаях ремонта или реконструкции зданий, для которых по архитектурным или историческим причинам невозможно утепление стен снаружи, нормируемое значение сопротивления теплопередаче стен допускается определять по СП «Тепловая защита зданий. Правила проектирования».

5.4 Нормируемое значение сопротивления теплопередаче входных дверей $R_o^{норм}$ должно быть не менее

$$R_o^{норм} = 0,172(t_b - t_n), \quad (5.4)$$

где t_b – то же, что в формуле (5.2);

t_n – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СП 131.13330.

В случае применения светопрозрачных входных дверей в составе светопрозрачной витражной или фасадной конструкции, требуемое сопротивление теплопередаче дверей принимается равным требуемому сопротивлению теплопередаче светопрозрачных фасадных конструкций по таблице 3.

Если температура воздуха двух соседних помещений отличается больше, чем на 8 °С, то минимально допустимое приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, разделяющих эти помещения (кроме светопрозрачных), следует определять по СП «Тепловая защита зданий. Правила проектирования».

Т а б л и ц а 4 – Коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции

Внутренняя поверхность ограждения	Коэффициент теплоотдачи α_v , Вт/(м ² ·°С)
1 Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a , между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$	8,7
2 Потолков с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$	7,6
3 Окон	8,0
4 Зенитных фонарей	9,9
Примечание – Коэффициент теплоотдачи α_v внутренней поверхности ограждающих конструкций животноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии с СП 106.13330.	

5.5 Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания (или любой выделенной ограждающей конструкции) R_0^{np} , (м²·°С)/Вт, рассчитывается в соответствии с СП «Тепловая защита зданий. Правила проектирования».

При расчете приведенного сопротивления теплопередаче, коэффициенты теплоотдачи внутренних поверхностей ограждающих конструкций следует принимать в соответствии с таблицей 4, а коэффициенты теплоотдачи наружных поверхностей – в соответствии с таблицей 5.

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен следует рассчитывать для всех фасадов с учетом откосов проемов, без учета их заполнений.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, контактирующих с грунтом, следует определять по СП «Тепловая защита зданий. Правила проектирования».

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций с вентилируемыми воздушными прослойками следует рассчитывать в соответствии с СП «Тепловая защита зданий. Правила проектирования».

При расчете температурного поля узла установки кронштейна следует учитывать связь кронштейна с наружным металлическим каркасом (направляющими) и перераспределение теплоты в нем. Термомост между кронштейном и основанием учитывается в расчетах только при наличии данных по средней теплопроводности термомоста, определенных в лаборатории, допущенной к осуществлению данной деятельности в порядке, установленном действующим законодательством.

Т а б л и ц а 5 – Коэффициенты теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий, α_n , Вт/(м ² ·°С)
1 Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	23
2 Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом, перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	17
3 Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12
4 Перекрытий над неотапливаемыми подвалами и техническими, подпольями, не вентилируемых наружным воздухом	6

Комплексное требование

5.6 Нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания $k_{об}^{TP}$, Вт/(м³·°С), следует принимать в зависимости от отапливаемого объема здания и градусо-суток отопительного периода района строительства по таблице 6 с учетом примечаний.

Т а б л и ц а 6 – Нормируемые значения удельной теплозащитной характеристики здания

Отапливаемый объем здания $V_{от}$, м ³	Значения $k_{об}^{тп}$, Вт/(м ³ ·°С), при значениях ГСОП, (°С·сут)/год				
	1000	3000	5000	8000	12000
150	1,206	0,892	0,708	0,541	0,411
300	0,957	0,708	0,562	0,429	0,326
600	0,759	0,562	0,446	0,341	0,259
1200	0,606	0,449	0,356	0,272	0,207
2500	0,486	0,360	0,286	0,218	0,166
6000	0,391	0,289	0,229	0,175	0,133
15 000	0,327	0,242	0,192	0,146	0,111
50 000	0,277	0,205	0,162	0,124	0,094
200 000	0,246	0,182	0,145	0,111	0,084

П р и м е ч а н и я

1 Для промежуточных значений величин объема зданий и ГСОП, а также для зданий с отапливаемым объемом более 200 000 м³ значение $k_{об}^{тп}$ рассчитывается по формулам:

$$k_{об}^{тп} = \begin{cases} \frac{4,74}{0,00013 \cdot \text{ГСОП} + 0,61} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{V_{от}}} & V_{от} \leq 960 \\ \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt{V_{от}}}}{0,00013 \cdot \text{ГСОП} + 0,61} & V_{от} > 960 \end{cases} \quad (5.5)$$

$$k_{об}^{тп} = \frac{8,5}{\sqrt{\text{ГСОП}}} \quad (5.6)$$

2 При достижении величиной $k_{об}^{тп}$, вычисленной по (5.5), значений меньших, чем определенных по формуле (5.6), следует принимать значения $k_{об}^{тп}$, определенные по формуле (5.6).

Удельная теплозащитная характеристика здания, $k_{об}$, Вт/(м³·°С), рассчитывается по СП «Тепловая защита зданий. Правила проектирования».

Санитарно-гигиенические требования

5.7 Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции (за исключением вертикальных светопрозрачных конструкций, т. е. с углом наклона к горизонту 45° и более) должна быть не ниже точки росы внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха t_n , °С, принимаемой в соответствии с пояснениями к

формуле (5.4).

5.8 Минимальная температура внутренней поверхности остекления вертикальных светопрозрачных конструкций, т. е. с углом наклона к горизонту 45° и более (кроме производственных зданий) должна быть не ниже 3°C , для производственных зданий – не ниже 0°C . Указанное требование должно быть обеспечено на всей внутренней поверхности остекления, в том числе в зоне примыкания к непрозрачным элементам вертикальных светопрозрачных конструкций (в зоне штапиков). Минимальная температура внутренней поверхности непрозрачных элементов вертикальных светопрозрачных конструкций не должна быть ниже точки росы внутреннего воздуха помещения при расчетной температуре наружного воздуха t_n , $^\circ\text{C}$, принимаемой в соответствии с пояснениями к формуле (5.4). Относительную влажность внутреннего воздуха при проверке минимальной температуры внутренней поверхности непрозрачных элементов вертикальных светопрозрачных конструкций следует принимать равной 45 % независимо от относительной влажности помещения.

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции должна определяться по результатам расчета температурных полей всех зон с теплотехнической неоднородностью или по результатам испытаний в климатической камере в лаборатории, допущенной к проведению таких испытаний в порядке, установленном действующим законодательством.

Относительную влажность внутреннего воздуха для определения точки росы следует принимать:

- для помещений жилых зданий, медицинских организаций, диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, общеобразовательных организаций, дошкольных образовательных организаций, яслей-садов (комбинатов) и детских домов – 55 %;

- кухонь – 60 %;

- ванных комнат – 65 %;

- теплых подвалов и подполий с коммуникациями – 75 %;

- теплых чердаков жилых зданий – 55 %;

- других помещений общественных зданий (за исключением вышеуказанных) – 50 %.

5.9 Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ворот следует принимать по таблице 7. Градусо-сутки отопительного периода для нахождения нормируемых значений по таблице 7 следует принимать отдельно для помещения, в котором устанавливаются ворота.

Таблица 7 – Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ворот

В квадратных метрах-градусах Цельсия на ватт

Площадь ворот, м ²	ГСОП ≤ 3500	3500 < ГСОП ≤ 7000	7000 < ГСОП
$S \leq 8$	0,64	0,81	0,93
$8 < S \leq 14$	0,69	0,87	0,99
$S > 14$	0,74	0,93	1,05

Приведенное сопротивление теплопередаче ворот находится расчетом по СП «Тепловая защита зданий. Правила проектирования».

6 Воздухопроницаемость ограждающих конструкций

6.1 Сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций, за исключением светопрозрачных конструкций, зданий и сооружений R_u должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию R_u^{TP} , (м²·ч·Па)/кг, определяемого по СП «Тепловая защита зданий. Правила проектирования».

6.2 Нормируемую поперечную воздухопроницаемость G_n , кг/(м²·ч), ограждающих конструкций зданий следует принимать по таблице 8.

Таблица 8 – Нормируемая поперечная воздухопроницаемость ограждающих конструкций

Ограждающие конструкции	Поперечная воздухопроницаемость G_n , кг/(м ² ·ч), не более
1 Наружные стены, перекрытия и покрытия жилых, общественных, административных и бытовых зданий и помещений	0,5
2 Наружные стены, перекрытия и покрытия производственных зданий и помещений	1,0
3 Стыки между панелями наружных стен:	
а) жилых зданий	0,5*
б) производственных зданий	1,0*
4 Входные двери в квартиры	1,5
5 Входные двери в жилые, общественные и бытовые здания	7,0

6 Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений с деревянными переплетами; окна и фонари производственных зданий с кондиционированием воздуха	6,0
7 Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений с пластмассовыми или алюминиевыми переплетами	5,0
8 Окна, двери и ворота производственных зданий	8,0
9 Фонари производственных зданий	10,0
10 Окна и фонари производственных зданий с кондиционированием воздуха	6,0
* В кг/(м·ч).	

6.3 Сопротивление воздухопроницанию R_u многослойной ограждающей конструкции следует рассчитывать, как сумму сопротивлений воздухопроницанию отдельных слоев по формуле

$$R_u = R_{u1} + R_{u2} + \dots + R_{un}, \quad (6.1)$$

где $R_{u1}, R_{u2}, \dots, R_{un}$ – сопротивления воздухопроницанию отдельных слоев ограждающей конструкции, $(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{кг}$, принимаются по результатам испытаний или по СП «Тепловая защита зданий. Правила проектирования».

7 Защита от переувлажнения ограждающих конструкций

7.1 Защита от переувлажнения ограждающих конструкций должна обеспечиваться путем проектирования ограждающих конструкций с сопротивлением паропроницанию внутренних слоев не менее требуемого значения, определяемого расчетом одномерного влагопереноса (осуществляемому по механизму паропроницаемости).

Сопротивление паропроницанию R_n , $(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$, ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения, определяемой в соответствии с СП «Тепловая защита зданий. Правила проектирования») должно быть не менее наибольшего из следующих требуемых сопротивлений паропроницанию:

а) требуемого сопротивления паропроницанию $R_{n1}^{\text{тр}}$, $(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$ (из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации),

б) требуемого сопротивления паропроницанию R_{n2}^{TP} , $(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$ (из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха).

Методика проверки изложена в СП «Тепловая защита зданий. Правила проектирования».

7.2 Сопротивление паропроницанию R_n , $(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$, чердачного перекрытия или части конструкции вентилируемого покрытия, расположенной между внутренней поверхностью покрытия и воздушной прослойкой, в зданиях со скатными кровлями должно быть не менее требуемого сопротивления паропроницанию R_n^{TP} , $(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$, определяемого по формуле

$$R_n^{TP} = 0,0012(e_v - e_{n,отр}), \quad (7.1)$$

где e_v – парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па,

e_n – среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха за годовой период, Па, определяемое по СП 131.13330;

7.3 Для защиты от увлажнения теплоизоляционного слоя (утеплителя) в покрытиях зданий с влажным или мокрым режимом следует предусматривать пароизоляцию ниже теплоизоляционного слоя, которую следует учитывать при определении сопротивления паропроницанию покрытия в соответствии с СП «Тепловая защита зданий. Правила проектирования».

7.4 Для защиты от переувлажнения навесных фасадных систем с вентилируемой воздушной прослойкой необходимо дополнительно выполнить проверку на «невыпадение конденсата» в вентилируемой воздушной прослойке в соответствии с СП «Тепловая защита зданий. Правила проектирования».

7.5 Плоскость максимального увлажнения определяется для периода с отрицательными среднемесячными температурами по СП «Тепловая защита зданий. Правила проектирования».

8 Требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий

8.1 Показателем расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого или общественного здания на стадии разработки проектной документации является удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, численно равная расходу тепловой энергии на 1 м^3 отапливаемого объема здания в единицу времени при перепаде температуры в $1 \text{ }^\circ\text{C}$ $q_{от}$, $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$. Расчетное значение удельной

характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания $q_{от}^p$, Вт/(м³·°С), определяется по приложению А с учетом климатических условий района строительства, выбранных объемно-планировочных решений, ориентации здания, теплозащитных свойств ограждающих конструкций, принятой системы вентиляции здания, а также применения энергосберегающих технологий. Расчетное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания должно быть меньше или равно нормируемому значению $q_{от}^{тр}$, Вт/(м³·°С):

$$q_{от}^p \leq q_{от}^{тр}, \quad (8.1)$$

где $q_{от}^{тр}$ – нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий, Вт/(м³·°С), определяемая для различных типов жилых и общественных зданий по таблице 9 или 10.

Т а б л и ц а 9 – Нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию малоэтажных жилых многоквартирных зданий, $q_{от}^{тр}$, Вт/(м³·°С)

Площадь здания, м ²	С числом этажей			
	1	2	3	4
50	0,579	–	–	–
100	0,517	0,558	–	–
150	0,455	0,496	0,538	–
250	0,414	0,434	0,455	0,476
400	0,372	0,372	0,393	0,414
600	0,359	0,359	0,359	0,372
1000 и более	0,336	0,336	0,336	0,336

Пр и м е ч а н и е – При промежуточных значениях отапливаемой площади здания в интервале 50–1000 м² значения $q_{от}^{тр}$ должны определяться линейной интерполяцией.

Т а б л и ц а 10 – Нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий, $q_{от}^{тр}$, Вт/(м³·°С)

Тип здания	Этажность здания							
	1	2	3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12 и выше
1 Жилые многоквартирные, гостиницы, общежития	0,455	0,414	0,372	0,359	0,336	0,319	0,301	0,290
2 Общественные и производственные, кроме перечисленных в строках 3–6	0,487	0,440	0,417	0,371	0,359	0,342	0,324	0,311
3 Поликлиники и лечебные учреждения, дома-интернаты	0,394	0,382	0,371	0,359	0,348	0,336	0,324	0,311

4 Дошкольные образовательные организации, хосписы	0,521	0,521	0,521	–	–	–	–	–
5 Сервисного обслуживания, культурно-досуговой деятельности, технопарки, склады	0,266	0,255	0,243	0,232	0,232	–		
6 Административного назначения (офисы)	0,417	0,394	0,382	0,313	0,278	0,255	0,232	0,232
Примечание – Для регионов, имеющих значение ГСОП = 8000 °С·сут и более, нормируемые $q_{от}^{тр}$ следует снизить на 5 %.								

Для нормирования энергопотребления здания расчетное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию определяется в режиме, усредненном за отопительный период.

Приложение А

(обязательное)

Расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий

А.1 Расчетную удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания $q_{от}^p$, Вт/(м³·°С), следует определять по формуле

$$q_{от}^p = k_{об} + k_{вент} - \beta_{КПИ}(k_{быт} + k_{рад}), \quad (A.1)$$

где $k_{об}$ – удельная теплозащитная характеристика здания, Вт/(м³·°С), определяется в соответствии с приложением В;

$k_{вент}$ – удельная вентиляционная характеристика здания, Вт/(м³·°С);

$k_{быт}$ – удельная характеристика внутренних теплопоступлений здания, Вт/(м³·°С);

$k_{рад}$ – удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации, Вт/(м³·°С);

$\beta_{КПИ}$ – коэффициент полезного использования теплопоступлений, определяемый по формуле

$$\beta_{КПИ} = K_{рег}/(1 + 0,5n_v), \quad (A.2)$$

здесь $K_{рег}$ – коэффициент эффективности регулирования подачи теплоты в системах отопления; рекомендуемые значения:

$K_{рег} = 0,95$ – в системе отопления с местными терморегуляторами и пофасадным авторегулированием на вводе;

$K_{рег} = 0,9$ – в системе отопления с местными терморегуляторами и центральным авторегулированием на вводе;

$K_{рег} = 0,85$ – в системе отопления без местных терморегуляторов и пофасадным авторегулированием;

$K_{рег} = 0,8$ – в системе отопления с местными терморегуляторами и без авторегулирования на вводе;

$K_{рег} = 0,7$ – в системе отопления без местных терморегуляторов и центральным авторегулированием на вводе;

$K_{рег} = 0,6$ – в системе отопления без местных терморегуляторов и без авторегулирования на вводе;

n_v – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, ч⁻¹.

А.2 Удельную вентиляционную характеристику здания $k_{вент}$, Вт/(м³·°С), следует

определять по формуле

$$k_{\text{вент}} = 0,28c(L_{\text{вент}}\rho_{\text{в}}^{\text{вент}}n_{\text{вент}}(1 - k_{\text{эф}}) + G_{\text{инф}}n_{\text{инф}})/(168V_{\text{от}}), \quad (\text{A.3})$$

где c – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·°C);

$\rho_{\text{в}}^{\text{вент}}$ – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, кг/м³, определяемая по формуле

$$\rho_{\text{в}}^{\text{вент}} = 353/[273 + t_{\text{от}}], \quad (\text{A.4})$$

здесь $t_{\text{от}}$ – то же, что и в формуле (5.2), °C;

$L_{\text{вент}}$ – количество приточного воздуха в здание, м³/ч, определяемое по А.3;

$n_{\text{вент}}$ – число часов работы механической вентиляции в течение недели;

$G_{\text{инф}}$ – количество инфильтрующегося воздуха в здание, кг/ч, определяемое по А.4;

$n_{\text{инф}}$ – число часов учета инфильтрации в течение недели, ч, равное 168 для зданий со сбалансированной приточно-вытяжной вентиляцией и (168 – $n_{\text{вент}}$) для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время действия приточной механической вентиляции;

$V_{\text{от}}$ – отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зданий, м³;

$k_{\text{эф}}$ – коэффициент эффективности рекуператора.

А.3 Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период $n_{\text{в}}$, ч⁻¹, рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле

$$n_{\text{в}} = \left[(L_{\text{вент}}n_{\text{вент}})/168 + (G_{\text{инф}}n_{\text{инф}})/(168\rho_{\text{в}}^{\text{вент}}) \right] / (\beta_{\text{в}}V_{\text{от}}), \quad (\text{A.5})$$

где $L_{\text{вент}}$ – количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической вентиляции, м³/ч, равное для:

- а) жилых зданий с расчетной заселенностью квартир менее 20 м² общей площади на человека – $3A_{\text{ж}}$;
- б) других жилых зданий – $0,35h_{\text{эт}}A_{\text{об}}$, но не менее $30m$, где $A_{\text{об}}$ – общая площадь квартир, м²; m – расчетное число жителей в здании;
- в) общественных и административных зданий определяют согласно подразделу проектной документации «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети» [3], с учетом баланса приточного и вытяжного воздуха, в том числе при использовании систем рециркуляции, либо согласно СП 60.13330.2020 (приложение В) с учетом количества человек в помещениях;

$A_{ж}$ – для жилых зданий – площадь жилых помещений, к которым относятся спальни, детские, гостиные, кабинеты, библиотеки, столовые, кухни-столовые, m^2 ;

$h_{эт}$ – высота этажа от пола до потолка, м;

$n_{вент}$ – то же, что и в А.2;

168 – число часов в неделе;

$G_{инф}$ – количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, кг/ч, определяемое согласно А.4;

$n_{инф}$ – то же, что и в А.2;

β_v – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций. При отсутствии данных следует принимать $\beta_v = 0,85$.

В случаях, когда здание состоит из нескольких зон с различным воздухообменом, средние кратности воздухообмена находятся для каждой зоны в отдельности (зоны, на которые разделено здание, должно составлять весь отапливаемый объем). Все полученные средние кратности воздухообмена суммируются и суммарный коэффициент подставляется в формулу (А.3) для расчета удельной вентиляционной характеристики здания.

А.4 Количество инфильтрующегося воздуха, поступающего в лестничную клетку жилого здания или в помещения общественного здания через неплотности заполнения проемов, полагая, что все они находятся на наветренной стороне, следует определять по формуле

$$G_{инф} = \left(A_{ок} / R_{и,ок}^{тр} \right) (\Delta p_{ок} / 10)^{2/3} + \left(A_{дв} / R_{и,дв}^{тр} \right) (\Delta p_{дв} / 10)^{1/2}, \quad (A.6)$$

где $A_{ок}$ и $A_{дв}$ – соответственно суммарная площадь окон, балконных дверей и входных наружных дверей, m^2 ;

$R_{и,ок}^{тр}$ и $R_{и,дв}^{тр}$ – соответственно фактическое сопротивление воздухопроницанию светопрозрачных конструкций и входных наружных дверей, $(m^2 \cdot ч) / кг$;

$\Delta p_{ок}$ и $\Delta p_{дв}$ – соответственно расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха, Па, для окон и балконных дверей и входных наружных дверей, определяют по СП «Тепловая защита зданий. Правила проектирования».

Для общественных зданий в нерабочее время – количество инфильтрующегося воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей, допускается принимать в зависимости от этажности здания: до трех этажей – равным $0,1\beta_v V_{общ}$, от четырех до девяти этажей – $0,15\beta_v V_{общ}$, выше девяти этажей – $0,2\beta_v V_{общ}$, где $V_{общ}$ – отапливаемый объем общественной части здания.

Для лестнично-лифтовых узлов (ЛЛУ) жилых зданий – количество инфильтрующегося воздуха, поступающего через неплотности заполнения проемов, допускается принимать в зависимости от этажности здания: до трех этажей – равным $0,3\beta_v V_{\text{ЛЛУ}}$, от четырех до девяти этажей – $0,45\beta_v V_{\text{ЛЛУ}}$, выше девяти этажей – $0,6\beta_v V_{\text{ЛЛУ}}$, где $V_{\text{ЛЛУ}}$ – отапливаемый объем лестнично-лифтовых холлов здания. Для ЛЛУ без поэтажных выходов на балконы количество инфильтрующегося воздуха, полученное по упрощенным формулам следует уменьшать в два раза.

А.5 Удельную характеристику бытовых тепловыделений жилых зданий $k_{\text{быт}}$, Вт/(м³ · °С), следует определять по формуле

$$k_{\text{быт}} = \frac{q_{\text{быт}} A_{\text{ж}}}{V_{\text{от}} (t_{\text{в}} - t_{\text{от}})}, \quad (\text{А.7})$$

где $A_{\text{ж}}$ – то же, что и в А.3;

$q_{\text{быт}}$ – величина бытовых тепловыделений на 1 м² площади жилых помещений, Вт/м², принимаемая для:

- а) жилых зданий с расчетной заселенностью квартир менее 20 м² общей площади на человека $q_{\text{быт}} = 17$ Вт/м²;
- б) жилых зданий с расчетной заселенностью квартир 45 м² общей площади и более на человека $q_{\text{быт}} = 10$ Вт/м²;
- в) других жилых зданий – в зависимости от расчетной заселенности квартир по интерполяции величины $q_{\text{быт}}$ между 17 и 10 Вт/м²;

$t_{\text{в}}$, $t_{\text{от}}$ – то же, что и в формуле (5.2), °С.

Удельную характеристику бытовых тепловыделений общественных и административных зданий $k_{\text{быт}}$, Вт/(м³ · °С), следует определять по формуле

$$k_{\text{быт}} = \frac{q_{\text{быт}} A_{\text{р}}}{V_{\text{от}} (t_{\text{в}} - t_{\text{от}})}, \quad (\text{А.8})$$

где $A_{\text{р}}$ – для общественных и административных зданий – расчетная площадь, определяемая согласно СП 118.13330 как сумма площадей всех помещений, за исключением коридоров, тамбуров, переходов, лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов, а также помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и сетей, м²;

$q_{\text{быт}}$ – величина бытовых тепловыделений на 1 м² площади; для общественных и административных зданий бытовые тепловыделения учитываются по расчетному числу людей (90 Вт/чел.), находящихся в здании, в пересчете на 1 м², нужд освещения (по

мощности осветительных приборов) и оргтехники (10 Вт/м^2) с учетом рабочих часов в неделю.

А.6 Удельную характеристику теплопоступлений в здание от солнечной радиации $k_{\text{рад}}$, $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$, следует определять по формуле

$$k_{\text{рад}} = \frac{11,6Q_{\text{рад}}^{\text{год}}}{(V_{\text{от}} \text{ГСОП})}, \quad (\text{A.9})$$

где $Q_{\text{рад}}^{\text{год}}$ – теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж/год , для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям, определяемые по СП 345.1325800.2017 (раздел 10).

А.7 Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период q , $\text{кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^3 \cdot \text{год})$ или $\text{кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, следует определять по формулам:

$$q = 0,024 \text{ГСОП} q_{\text{от}}^{\text{p}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^3 \cdot \text{год}), \quad (\text{A.10})$$

$$q = 0,024 \text{ГСОП} q_{\text{от}}^{\text{p}} h, \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (\text{A.11})$$

где $q_{\text{от}}^{\text{p}}$ – то же, что в А.1;

h – средняя высота этажа здания, м, равная $V_{\text{от}}/A_{\text{от}}$;

$A_{\text{от}}$ – сумма площадей этажей здания, измеренных в пределах внутренних поверхностей наружных стен, м^2 , за исключением технических этажей и гаражей;

$V_{\text{от}}$ – то же, что в А.2.

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период $Q_{\text{от}}^{\text{год}}$, $\text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{год}$, следует определять по формуле

$$Q_{\text{от}}^{\text{год}} = 0,024 \text{ГСОП} V_{\text{от}} q_{\text{от}}^{\text{p}}. \quad (\text{A.12})$$

А.8 Общие теплопотери здания за отопительный период $Q_{\text{общ}}^{\text{год}}$, $\text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{год}$, следует определять по формуле

$$Q_{\text{общ}}^{\text{год}} = 0,024 \text{ГСОП} V_{\text{от}} (k_{\text{об}} + k_{\text{вент}}), \quad (\text{A.13})$$

где ГСОП – то же, что в (5.2);

$V_{\text{от}}$ – то же, что в А.2;

$k_{об}$, $k_{вент}$ – то же, что в А.1.

Приложение Б
(обязательное)

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания или любой выделенной ограждающей конструкции

Расчет основан на представлении фрагмента теплозащитной оболочки здания в виде набора независимых элементов, каждый из которых влияет на тепловые потери через фрагмент. Удельные потери теплоты, обусловленные каждым элементом, находятся на основе сравнения потока теплоты через узел, содержащий элемент, и через тот же узел, но без исследуемого элемента.

Б.1 Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания $R_0^{пр}$, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$, следует определять по формуле

$$R_0^{пр} = \frac{1}{\frac{1}{R_0^{усл}} + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k \chi_k} = \frac{1}{\sum a_i U_i + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k \chi_k}, \quad (\text{Б.1})$$

где $R_0^{усл}$ – осредненное по площади условное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания либо выделенной ограждающей конструкции, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$;

l_j – протяженность линейной неоднородности j -го вида, приходящаяся на 1 м^2 фрагмента теплозащитной оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции, $\text{м}/\text{м}^2$;

Ψ_j – удельные потери теплоты через линейную неоднородность j -го вида, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$;

n_k – количество точечных неоднородностей k -го вида, приходящихся на 1 м^2 фрагмента теплозащитной оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции, $\text{шт}/\text{м}^2$;

χ_k – удельные потери теплоты через точечную неоднородность k -го вида, $\text{Вт}/\text{°C}$;

a_i – площадь плоского элемента конструкции i -го вида, приходящаяся на 1 м^2 фрагмента теплозащитной оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции, $\text{м}^2/\text{м}^2$;

$$a_i = \frac{A_i}{\sum A_i}, \quad (\text{Б.2})$$

где A_i – площадь i -й части фрагмента, м^2 ;

U_i – коэффициент теплопередачи однородной i -й части фрагмента теплозащитной оболочки здания (удельные потери теплоты через плоский элемент i -го вида), Вт/(м²·°C).

$$U_i = \frac{1}{R_{o,i}^{усл}}. \quad (\text{Б.3})$$

Б.2 Коэффициент теплотехнической однородности r , вспомогательная величина, характеризующая эффективность утепления конструкции, определяется по формуле

$$r = \frac{R_o^{пр}}{R_o^{усл}}. \quad (\text{Б.4})$$

Величина $R_o^{усл}$ определяется осреднением по площади значений условных сопротивлений теплопередаче всех частей фрагмента теплозащитной оболочки здания

$$R_o^{усл} = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A_i}{R_{o,i}^{усл}}} = \frac{1}{\sum a_i U_i}, \quad (\text{Б.5})$$

где $R_{o,i}^{усл}$ – условное сопротивление теплопередаче однородной части фрагмента теплозащитной оболочки здания i -го вида, (м²·°C)/Вт, которое определяется либо экспериментально, либо расчетом по формуле

$$R_o^{усл} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_s R_s + \frac{1}{\alpha_H}, \quad (\text{Б.6})$$

где α_B – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°C), принимаемый согласно таблице 4;

α_H – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°C), принимаемый согласно таблице 5;

R_s – термическое сопротивление слоя однородной части фрагмента, (м²·°C)/Вт, определяемое для невентилируемых воздушных прослоек по таблице Б.1, для материальных слоев по формуле

$$R_s = \frac{\delta_s}{\lambda_s} \cdot y_s^{y,e}, \quad (\text{Б.7})$$

где δ_s – толщина слоя, м;

λ_s – теплопроводность материала слоя при условиях эксплуатации конструкции А или Б, Вт/(м·°C), определяемая для теплоизоляционных материалов по СП «Тепловая защита зданий. Правила проектирования»;

$y_s^{y.э.}$ – коэффициент условий эксплуатации слоя материала, доли ед., определяемый для теплоизоляционных материалов по СП «Тепловая защита зданий. Правила проектирования». При отсутствии данных принимается равным 1.

Т а б л и ц а Б.1

Толщина воздушной прослойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, (м ² ·°С)/Вт			
	горизонтальной при потоке тепла снизу вверх и вертикальной		горизонтальной при потоке тепла сверху вниз	
	при температуре воздуха в прослойке			
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
0,1	0,15	0,18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,2–0,3	0,15	0,19	0,19	0,24

П р и м е ч а н и е – При наличии отражательной теплоизоляции на основе алюминиевой фольги на одной из поверхностей воздушной прослойки термическое сопротивление воздушной прослойки следует принимать равным:

- 0,40 – для воздушной прослойки толщиной 0,02 м;
- 0,45 – для воздушной прослойки толщиной 0,03 м;
- 0,50 – для воздушной прослойки толщиной 0,05 м.

Б.3 Удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность определяются по результатам расчета двухмерного температурного поля узла конструкций при температуре внутреннего воздуха $t_{в}$ и температуре наружного воздуха $t_{н}$.

$$\Psi_j = \frac{\Delta Q_j^L}{t_{в} - t_{н}}, \quad (\text{Б.8})$$

где $t_{в}$ – расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

$t_{н}$ – расчетная температура наружного воздуха, °С;

ΔQ_j^L – дополнительные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность j -го вида, приходящиеся на 1 пог. м, Вт/м, определяемые по формуле

$$\Delta Q_j^L = Q_j^L - Q_{j,1} - Q_{j,2}, \quad (\text{Б.9})$$

где Q_j^L – потери теплоты через расчетную область с линейной теплотехнической неоднородностью j -го вида, приходящиеся на 1 пог. м стыка, являющиеся результатом расчета температурного поля, Вт/м;

$Q_{j,1}$, $Q_{j,2}$ – потери теплоты через участки однородных частей фрагмента, вошедшие в расчетную область при расчете температурного поля области с линейной теплотехнической неоднородностью j -го вида, Вт/м, определяемые по формулам:

$$Q_{j,1} = \frac{t_B - t_H}{R_{o,j,1} \cdot 1\text{М}} S_{j,1}; \quad Q_{j,2} = \frac{t_B - t_H}{R_{o,j,2} \cdot 1\text{М}} S_{j,2}; \quad (\text{Б.10})$$

где $S_{j,1}$, $S_{j,2}$ – площади однородных частей конструкции, вошедшие в расчетную область при расчете температурного поля, м².

При этом величина $S_{j,1} + S_{j,2}$ равна площади расчетной области при расчете температурного поля.

Ψ_j – удельные линейные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность j -го вида, Вт/(м·°С).

Б.4 Удельные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность k -го вида определяются по результатам расчета трехмерного температурного поля участка конструкции, содержащего точечную теплотехническую неоднородность, по формуле

$$\chi_k = \frac{\Delta Q_k^K}{t_B - t_H}, \quad (\text{Б.11})$$

где ΔQ_k^K – дополнительные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность k -го вида, Вт, определяемые по формуле

$$\Delta Q_k^K = Q_k - \tilde{Q}_k, \quad (\text{Б.12})$$

где Q_k – потери теплоты через узел, содержащий точечную теплотехническую неоднородность k -го вида, являющиеся результатом расчета температурного поля, Вт;

\tilde{Q}_k – потери теплоты через тот же узел, не содержащий точечную теплотехническую неоднородность k -го вида, являющиеся результатом расчета температурного поля, Вт.

Б.5 Результатом расчета температурного поля узла конструкции является распределение температур в сечении узла, в том числе по внутренней и наружной поверхностям.

Поток теплоты через внутреннюю поверхность узла определяется по формуле

$$Q_B = \alpha_B S_B (t_B - \tau_B^{cp}). \quad (\text{Б.13})$$

Поток теплоты через наружную поверхность узла определяется по формуле

$$Q_H = \alpha_H S_H (t_H - \tau_H^{cp}), \quad (\text{Б.14})$$

где t_B, t_H – расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха соответственно, °С;

τ_B^{cp}, τ_H^{cp} – осредненные по площади температуры внутренней и наружной поверхностей узла ограждающей конструкции соответственно, °С;

α_B, α_H – коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей узла конструкции соответственно, Вт/(м²·°С);

S_B, S_H – площади внутренней и наружной поверхностей узла ограждающей конструкции, м².

Расчет удельных потерь теплоты методом, описанным в Б.3–Б.5, можно проводить только для конструкций, тепловая инерция D которых в однородном состоянии менее 8,5.

Б.6 Описание расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции должно содержать следующие части:

1 Четкое наименование конструкции и указание места, занимаемого ею в оболочке здания.

2 Перечисление всех элементов, составляющих конструкцию.

Для каждого из перечисленных элементов представить:

3 Удельную геометрическую характеристику элемента (s, l или n).

4 Схему или чертеж, позволяющие понять состав и устройство элемента.

5 Температурное поле узла, содержащего элемент.

6 Принятые в расчете температурного поля температуры наружного и внутреннего воздуха, а также геометрические размеры узла конструкции, включенного в расчетную область.

7 Минимальную температуру на внутренней поверхности конструкции и поток теплоты через узел, полученные в результате расчетов.

8 Удельные потери теплоты через элемент.

Примечание – Вместо пунктов 5–7 можно использовать ранее посчитанные удельные потери теплоты через элемент с указанием ссылки на официальный, общедоступный документ, содержащий их расчет.

9 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче определяют по формуле (Б.1).

10 Таблицу с геометрическими и теплозащитными характеристиками элементов, а также промежуточными данными расчетов. Форма приведена в таблице Б.2.

Т а б л и ц а Б.2

Элемент конструкции	Тип элемента*	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Название элемента	Плоский	$a_1 = \text{м}^2/\text{м}^2$	$U_1 = \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	$U_1 a_1 = \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	
...	
Название элемента		$a_i = \text{м}^2/\text{м}^2$	$U_i = \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	$U_i a_i = \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	
Название элемента	Линейный	$l_1 = \text{м}/\text{м}^2$	$\Psi_1 = \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$	$\Psi_1 l_1 = \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	
...	
Название элемента		$l_j = \text{м}/\text{м}^2$	$\Psi_j = \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$	$\Psi_j l_j = \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	
Название элемента	Точечный	$n_1 = 1/\text{м}^2$	$\chi_1 = \text{Вт}/\text{°C}$	$\chi_1 n_1 = \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	
...	
Название элемента		$n_k = 1/\text{м}^2$	$\chi_k = \text{Вт}/\text{°C}$	$\chi_k n_k = \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	
Итого				$1/R^{\text{уп}} = \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	100 %
Столбец * может не приводиться.					

Приложение В

(обязательное)

Расчет удельной теплозащитной характеристики здания

В.1 Удельная теплозащитная характеристика здания $k_{об}$, Вт/(м³·°C), рассчитывается по формуле

$$k_{об} = \frac{1}{V_{от}} \sum_i \left(n_{t,i} \frac{A_{\phi,i}}{R_{o,i}^{пр}} \right) = K_{комп} K_{общ}, \quad (B.1)$$

где $n_{t,i}$ – коэффициент, учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у конструкции от принятых в расчете ГСОП, определяется по формуле (5.3);

$A_{\phi,i}$ – площадь соответствующего фрагмента теплозащитной оболочки здания, м²;

$V_{от}$ – отапливаемый объем здания, м³;

$R_{o,i}^{пр}$ – приведенное сопротивление теплопередаче i -го фрагмента теплозащитной оболочки здания, (м²·°C)/Вт;

$K_{общ}$ – общий коэффициент теплопередачи здания, Вт/(м²·°C), определяемый по формуле

$$K_{общ} = \frac{1}{A_{н}^{сум}} \sum_i \left(n_{t,i} \frac{A_{\phi,i}}{R_{o,i}^{пр}} \right); \quad (B.2)$$

$K_{комп}$ – коэффициент компактности здания, м⁻¹, определяемый по формуле

$$K_{комп} = \frac{A_{н}^{сум}}{V_{от}}; \quad (B.3)$$

$A_{н}^{сум}$ – сумма площадей (по внутреннему обмеру всех наружных ограждений теплозащитной оболочки здания), м².

Совокупность фрагментов теплозащитной оболочки здания, характеристики которых используются в формуле (B.1), должна полностью замыкать оболочку отапливаемой части здания.

В.2 Удельная теплозащитная характеристика может быть найдена непосредственно через характеристики элементов, составляющих все конструкции оболочки здания.

$$k_{об} = \frac{1}{V_{от}} \left[\sum \left(n_{t,i} \frac{A_{\phi,i}}{R_{o,i}^{усл}} \right) + \sum n_{t,j} L_j \Psi_j + \sum n_{t,k} N_k \chi_k \right], \quad (B.4)$$

где $R_0^{\text{учп}}$, Ψ_j , χ_k – принимаются по приложению В;

L_j – суммарная протяженность линейной неоднородности j -го вида по всей оболочке здания, м;

N_k – суммарное количество точечных неоднородностей k -го вида по всей оболочке здания, шт.

В.3 Расчет удельной теплозащитной характеристики здания оформляется в виде таблицы, которая должна содержать следующие сведения:

- 1 Наименование каждого фрагмента, составляющего оболочку здания;
- 2 Площадь каждого фрагмента;
- 3 Приведенное сопротивление теплопередаче каждого фрагмента со ссылкой на расчет (согласно приложению Б);
- 4 Коэффициент, учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у фрагмента конструкции от принятых в расчете ГСОП.

Форма таблицы представлена в таблице В.1.

Т а б л и ц а В.1

Наименование фрагмента	$n_{i,i}$	$A_{\phi,i}$, м ²	$R_{o,i}^{\text{пр}}$, (м ² ·°С)/Вт	$n_{t,i}A_{\phi,i} / R_{o,i}^{\text{пр}}$, Вт/°С	%
Сумма	–	–	–		100

В.4 Контроль соответствия удельной теплозащитной характеристики здания требованиям 5.6 возлагается на органы экспертизы на стадии разработки проектной документации.

Библиография

[1] СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания

[2] Постановление Правительства Российской Федерации от 27 сентября 2021 г. № 1628 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов»

[3] Постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»

УДК 697.1

ОКС 91.120.10

Ключевые слова: тепловая защита зданий, энергопотребление, энергосбережение, энергетический паспорт, теплоизоляция, контроль теплотехнических показателей, воздухопроницаемость, паропроницаемость, удельная теплозащитная характеристика, удельная вентиляционная характеристика

Директор НИИСФ РААСН
Заведующий лаборатории
«Строительная теплофизика», д.т.н



Шубин И.Л.

Руководитель разработки –
ведущий научный сотрудник
лаборатории «Строительная теплофизика», к.т.н.



Гагарин В.Г.



Козлов В.В.