

# СВОД ПРАВИЛ ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ (THERMAL PERFORMANCE OF THE BUILDINGS)

Первая редакция

## Введение

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения сводов правил — постановлением Правительства Российской Федерации «О порядке разработки и утверждения сводов правил» от 19 ноября 2008 г. № 858.

В соответствии с Федеральным законом от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и с Федеральным законом от 30 декабря 2009 года N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» настоящий свод правил устанавливает требования к тепловой защите зданий в целях экономии энергии при обеспечении оптимальных параметров микроклимата помещений и долговечности ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Настоящие нормы по тепловой защите зданий гармонизированы с аналогичными зарубежными стандартами развитых стран. Эти нормы, как и нормы на инженерное оборудование, содержат минимальные требования к параметрам теплозащиты ограждающих конструкций зданий.

В качестве основного критерия энергоэффективности настоящие нормы устанавливают для зданий единый комплексный показатель, — удельный расход тепловой энергии на отопление за отопительный период с учетом воздухообмена, теплопоступлений и ориентации зданий, а также устанавливают их классификацию и правила оценки по показателям энергетической эффективности, как при проектировании и строительстве, так и в дальнейшем, — при эксплуатации.

Настоящие нормы устанавливают более высокие требования к минимально-допустимым значениям сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций зданий по сравнению с установленными в СНиП 23-02-2003 (п. 5.13):  $R_{\text{min}}=0,63 \cdot R_{\text{теп}}$  — для стен групп зданий, указанных в поз. 1 и 2 табл. 4 и  $R_{\text{min}}=0,8 \cdot R_{\text{теп}}$  — для остальных ограждающих конструкций. При этом минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций зданий по аналогии с рядом аналогичных стандартов иностранных государств (например, стандарта США ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2007), а также стандарта, действовавшего ранее в СССР (СНиП II-A-7-71), устанавливаются в зависимости от показателей их тепловой инерции, т.е. их способности накапливать (аккумулировать) и отдавать в помещении тепловую энергию. Следует отметить, что минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций, изложенные в настоящей редакции норм, устанавливают лишь нижнюю границу для данных показателей тепловой защиты ограждающих конструкций и строительство зданий при соответствующем технико-экономическом обосновании может быть выполнено с более высокими показателями тепловой защиты.

В настоящей редакции норм минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче светопрозрачных ограждающих конструкций (окон, фонарей и т.п.) установлено в зависимости от степени остекленности фасадов здания  $f$  по следующей схеме: чем выше степень остекленности фасада  $f$ , тем более высокими установлены требуемые минимальные значения сопротивлений теплопередаче для светопрозрачных ограждающих конструкций зданий.

Настоящий стандарт не отменяет предписывающий подход к нормированию показателей тепловой защиты зданий, изложенный в предыдущей версии стандарта (показатель «а» в редакции СНиП 23-02-2003), но по аналогии с рядом иностранных стандартов (например, норм ФРГ DIN 4108) предлагает использовать его в отношении зданий отдельно стоящих малоэтажных (с числом этажей не более двух, с числом квартир — не более трех).

Кроме того, в настоящей редакции документа вводится новый подход к нормированию требуемого уровня энергоэффективности, — так называемый компенсационный метод, целью которого является более широкое внедрение в практику строительства энергоэффективных инженерных решений, в частности применение в строительстве приточно-принудительных систем вентиляции (рекуперации) воздуха в помещениях зданий. В настоящих нормах приведены также требования, обеспечивающие снижение энергопотребления здания за счет децентрализации систем регулирования тепловодоснабжения, индивидуального регулирования теплоотдачи отопительных приборов, а также применения средств регулирования и комплексного учета тепла и воды.

В дополнение к предыдущей редакции норм по тепловой защите (СНиП 23-02-2003) в настоящей его редакции приведен метод расчета расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение и суммарное потребление тепловой энергии.

Таким образом, настоящий нормативный документ

- вводит единый комплексный показатель энергоэффективности зданий (удельный расход тепловой энергии на отопление),

- устанавливает более высокие по сравнению с предыдущей редакцией данного стандарта минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций (в зависимости от тепловой инерции — для светопрозрачных ограждающих конструкций или от степени остекленности фасадов — для светопрозрачных ограждающих конструкций),

- вводит новый подход к нормированию уровня тепловой защиты зданий, — так называемый компенсационный метод, позволяющий для достижения требуемого уровня энергоэффективности зданий более широко использовать в практике проектирования и строительства современное энергоэффективное инженерное оборудование, что обеспечивает более широкие возможности в выборе технических решений и способов соблюдения нормируемых параметров.

Рекомендуемые методы расчета теплотехнических свойств ограждающих конструкций для соблюдения принятых в этом документе норм, справочные материалы и рекомендации по проектированию излагаются в своде правил СП ....

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящие нормы и правила распространяются на тепловую защиту жилых, общественных, производственных, сельскохозяйственных и складских зданий и сооружений

(далее по тексту, — зданий), в которых необходимо поддерживать определенную температуру и влажность внутреннего воздуха.

Настоящие нормы и правила устанавливают нормативы потребления зданиями энергии на отопление (удельный расход тепловой энергии на отопление здания) и методы контроля соблюдения соответствия между расчетными (проектными) и фактическими показателями энергопотребления.

Нормы не распространяются на тепловую защиту:

- жилых и общественных зданий, отапливаемых периодически (менее 5 дней в неделю) или сезонно (непрерывно, менее трех месяцев в году);
- мобильных жилых зданий;
- временных зданий, находящихся в эксплуатации не более двух отопительных сезонов;
- теплиц, парников и зданий холодильников.

Уровень тепловой защиты указанных зданий устанавливается соответствующими нормами, а при их отсутствии — по решению собственника (заказчика) при соблюдении санитарно-гигиенических норм.

Настоящие нормы при строительстве и реконструкции существующих 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.

Настоящие нормы и правила подлежат пересмотру и актуализации не менее одного раза в пять лет.

## 2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

2.1. В настоящих нормах использованы следующие документы:

- Градостроительный Кодекс РФ;
- ФЗ «О введении в действие Градостроительного кодекса РФ»;
- ФЗ «Об энергосбережении»;
- ФЗ «О техническом регулировании»;
- ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
- СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»;
- СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»;
- СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»;
- СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные»;
- СНиП 31-02-2001 «Дома жилые одноквартирные»;
- СНиП 31-03-2001 «Производственные здания»;
- СНиП 31-04-2001 «Складские здания»;
- СНиП 31-05-2003 «Общественные здания административного назначения»;
- СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
- СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети»;
- СНиП 2.08.02-89\* «Общественные здания и сооружения»;
- СНиП 2.09.04-87\* «Административные и бытовые здания»;
- СНиП 2.10.03-84 «Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения»
- СНиП 2.11.02-77 «Холодильники»
- СНиП II-A-7-71 «Строительная теплотехника. Нормы проектирования»
- СНиП II-3-79\* «Строительная теплотехника»;
- СНиП II-22-81\* «Каменные и армокаменные конструкции»
- СанПиН 2.1.2.1002-00 «Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям»
- СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
- ГОСТ 8.207-76 «ГСИ Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения»;
- ГОСТ 9.401-91 «Покртия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов»;
- ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;
- ГОСТ 111-2001 «Стекло листовое. Технические условия»;
- ГОСТ 379-95 «Кирпич и камни силикатные. Технические условия»;
- ГОСТ 530-2007 «Кирпич и камень керамический. Общие технические условия»;
- ГОСТ 931-90 Листы и полосы латунные. Технические условия»;
- ГОСТ 1790-77 «Проволока из сплавов хромель т, алюмель, копель и константан для термоэлектрических преобразователей. Технические условия»;
- ГОСТ 1791-67 «Проволока из никелевого и медно-никелевых сплавов для удлиняющих проводов к термоэлектрическим преобразователям. Технические условия»;
- ГОСТ 2695-83 «Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия»;
- ГОСТ 2697-83\* «Пергамин кровельный. Технические условия»;
- ГОСТ 4598-86\* «Плиты древесно-волокнистые. Технические условия»;
- ГОСТ 4640-93\* «Вата минеральная. Технические условия»;
- ГОСТ 5578-94\* «Щебень и песок из шлаков черной и цветной металлургии для бетонов. Технические условия»;
- ГОСТ 5742-76 «Изделия из ячеистых бетонов теплоизоляционные»;
- ГОСТ 5781-82\* «Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия»;
- ГОСТ 6266-97 «Листы гипсокартонные. Технические условия»;
- ГОСТ 6617-76\* «Битумы нефтяные строительные. Технические условия»;

- ГОСТ 7076–87 «Материалы и изделия строительные. Методы определения теплопроводности»;
- ГОСТ 7251–77\* «Линолеум поливинилхлоридный на тканой и нетканой подоснове. Технические условия»;
- ГОСТ 7473–94 «Смеси бетонные. Технические условия»;
- ГОСТ 8486–86\* «Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия»;
- ГОСТ 8673–93 «Плиты фанерные. Технические условия»;
- ГОСТ 8711–93 «Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 2. особые требования к амперметрам и вольтметрам»;
- ГОСТ 8736–93 «Песок для строительных работ. Технические условия»;
- ГОСТ 8740–85\* «Картон облицовочный. Технические условия»;
- ГОСТ 8904–81\* «Плиты древесно-волоконистые твердые с лакокрасочным покрытием. Технические условия»;
- ГОСТ 9128–97 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия»;
- ГОСТ 9245–79 «Потенциометры постоянного тока измерительные. Общие технические условия»;
- ГОСТ 9462–88\* «Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия»;
- ГОСТ 9463–88\* «Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия»;
- ГОСТ 9480–89 «Плиты облицовочные пиленые из природного камня. Технические условия»;
- ГОСТ 9548–74\* «Битумы нефтяные кровельные. Технические условия»;
- ГОСТ 9573–96 «Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем теплоизоляционные. Технические условия»;
- ГОСТ 9583–75\* «Трубы чугунные напорные, изготовленные методами центробежного и полунепрерывного литья. Технические условия»;
- ГОСТ 9757–90 Гравий, щебень и песок искусственные пористые. Технические условия»;
- ГОСТ 9736–91 «Приборы электрические прямого преобразования для измерения неэлектрических величин. Общие технические требования и методы испытаний»;
- ГОСТ 10140–2003 «Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на битумном связующем. Технические условия»;
- ГОСТ 10499–95 «Изделия теплоизоляционные из стеклянного штапельного волокна. Технические условия»;
- ГОСТ 10632–89\* «Плиты древесно-стружечные. Технические условия»;
- ГОСТ 10832–91 «Песок и щебень перлитовые вспученные. Технические условия»;
- ГОСТ 10884–94 «Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические условия»;
- ГОСТ 10923–93\* «Рубероид. Технические условия»;
- ГОСТ 12865–67 «Вермикулит вспученный»;
- ГОСТ 15527–70\* «Сплавы медно-цинковые (латуни), обрабатываемые давлением. Марки»;
- ГОСТ 15588–86 «Плиты пенополистирольные. Технические условия»;
- ГОСТ 16136–2003 «Плиты перлитобитумные теплоизоляционные. Технические условия»;
- ГОСТ 16381–77\* «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования»;
- ГОСТ 16617–87 «Электроприборы отопительные бытовые. Общие технические условия»;
- ГОСТ 17177–87 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы контроля»;
- ГОСТ 18108–80\* «Линолеум поливинилхлоридный на теплозвукоизолирующей подоснове. Технические условия»;
- ГОСТ 18124–95 «Листы асбестоцементные плоские. Технические условия»;
- ГОСТ 19222–84 «Арболит и изделия из него. Общие технические условия»;
- ГОСТ 20916–87 «Плиты теплоизоляционные из пенопласта на основе резольных фенолформальдегидных смол. Технические условия»;
- ГОСТ 21880–94\* «Маты прошивные из минеральной ваты теплоизоляционные. Технические условия»;
- ГОСТ 22233–2001 «Профили прессованные из алюминиевых сплавов для светопрозрачных ограждающих конструкций. Технические условия»;
- ГОСТ 22950–95 «Плиты минераловатные повышенной жесткости на синтетическом связующем. Технические условия»;
- ГОСТ 24767–81 «Профили холодногнутые из алюминия и алюминиевых сплавов для ограждающих строительных конструкций. Технические условия»;
- ГОСТ 24816–81 «Материалы строительные. Методы определения сорбционной влажности»;
- ГОСТ 25192–82\* «Бетоны. Классификация и общие технические требования»;
- ГОСТ 25380–82 «Здания и сооружения. Метод измерения тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции»;
- ГОСТ 25485–89 «Бетоны ячеистые. Технические условия»;
- ГОСТ 25609–83 «Материалы полимерные рулонные и плиточные для полов. Метод определения показателя теплоусвоения»;
- ГОСТ 25820–2000 «Бетоны легкие. Технические условия»;
- ГОСТ 25891–83 «Здания и сооружения. Методы определения сопротивления воздухопроницанию ограждающих конструкций»;
- ГОСТ 25898–83 «Материалы и изделия строительные. Методы определения сопротивления паропроницанию»;
- ГОСТ 26253–84 «Здания и сооружения. Методы определения теплоустойчивости ограждающих конструкций»;
- ГОСТ 26254–84 «Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций»;
- ГОСТ 26602–85 «Окна. Метод определения сопротивления теплопередаче»;
- ГОСТ 26629–85 «Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций»;
- ГОСТ 26633–91 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия»;
- ГОСТ 28013–98 «Растворы строительные. Общие технические условия»;

- ГОСТ 30256–94 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности цилиндрическим зондом»;
- ГОСТ 30290–94 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности поверхностным преобразователем»;
- ГОСТ 30494–96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»;
- ГОСТ 30547–97\* «материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Общие технические условия»;
- ГОСТ 30779–2001 «Стеклопакеты строительного назначения. Метод определения сопротивления климатическим воздействиям и оценки долговечности»;
- ГОСТ 30815–2001 «Терморегуляторы автоматические отопительных приборов систем водяного отопления зданий. Общие технические условия»;
- ГОСТ 30973–2002 «Профили поливинилхлоридные для оконных и дверных блоков. Метод определения сопротивления климатическим воздействиям и оценки долговечности»;
- ГОСТ 31166–2003 «Конструкции ограждающие зданий и сооружений. Метод calorimetрического определения коэффициента теплопередачи»;
- ГОСТ 31167–2003 «Здания и сооружения. Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натуральных условиях»;
- ГОСТ 31168–2003 «Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление»;
- ГОСТ 31359–2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия»;
- ГОСТ Р 8.585–2005 «Термопары. Номинальные статические характеристики преобразователей»;
- ГОСТ Р 50342–92 «Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия»;
- ГОСТ Р 51649–2000 «Теплосчетчики для водяных систем теплоснабжения. Общие технические условия»;
- ГОСТ Р 52320–2005 «Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Общие требования»;
- РДС 10-232–94\* «Система сертификации ГОСТ Р. Основные положения сертификации в строительстве»;
- МГСН 2.01–99 «Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоснабжению»;
- ВСН 58–88(р) «Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обследования жилых зданий, объектов коммунального хозяйства и социально-культурного назначения»;
- ВСН 61–89 (р) «Реконструкция и капитальный ремонт жилых зданий. Нормы проектирования»;
- Руководство АВОВ-8–2007 по расчету теплопотребления эксплуатируемых жилых зданий»;
- МВИ 23-5117–2005 «Ограждающие стеновые конструкции. Метод сопротивления климатическим воздействиям и оценка долговечности при ускоренных испытаниях»-СПб: СПбЗНИИПИ, 2006. – 29 с.

Сводты правил по проектированию и строительству, государственные стандарты в области строительства, санитарные правила и нормы, действующие Положения о государственных органах управления и надзора, участвующих в осуществлении строительства, регламенты их деятельности;

2.2. В настоящих нормах использованы отчеты и стандарты иностранных государств по энергоэффективности и нормативам потребления энергии на отопление:

- Применение строительной директивы по энергетическим показателям зданий. Отчет по ЕС. 2008.
- ФРГ. Постановление по энергосбережению от 29 апреля 2009 г.
- Стандарт США ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1–2007. Энергетический стандарт для зданий, за исключением малоэтажной жилой застройки.
- Британский стандарт BS EN 15217:2007. Энергоэффективность зданий. Методы выражения и сертификация энергоэффективности зданий.
- Сборник строительных нормативов Финляндии D5. Расчет энергопотребления и потребности в тепловых мощностях для зданий от 19 июня 2007 г.
- Сборник норм строительной индустрии Финляндии С3. Строительная теплоизоляция. Нормы 2007 от 19 июня 2007 г.
- Правила о латвийском строительном нормативе LBN002-01. О теплотехнике в ограничительных конструкциях зданий.

### 3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1.	Тепловая защита здания Thermal performance of a building	Теплозащитные свойства совокупности наружных и внутренних ограждающих конструкций здания, обеспечивающие заданный уровень расхода тепловой энергии (теплопотуплений) здания с учетом воздухообмена помещений не выше допустимых пределов, а также их воздухопроницаемость и защиту от переувлажнения при оптимальных параметрах микроклимата его помещений
2.	Удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период Specific energy demand for heating of a building of a heating season	Количество тепловой энергии за отопительный период, необходимое для компенсации теплопотерь здания с учетом воздухообмена и дополнительных тепловыделений при нормируемых параметрах теплового и воздушного режимов помещений в нем, отнесенное к единице площади квартир или полезной площади помещений здания (или к их отапливаемому объему) и градусо-суткам отопительного периода

3.	Класс энергетической эффективности Category of the energy efficiency rating	Обозначение уровня энергетической эффективности здания, характеризующего интервалом значений удельного расхода тепловой энергии на отопление здания за отопительный период
4.	Микроклимат помещения Indoor climate of a premise	Состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризующееся показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха (по ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005–88)
5.	Оптимальные параметры микроклимата помещений Optimum parameters of indoor climate of the premises	Сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80% людей, находящихся в помещении (по ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005–88)
6.	Дополнительные тепловыделения в здании Internal heat gain to a building	Теплота, поступающая в помещения здания от людей, включенных энергопотребляющих приборов, оборудования, электродвигателей, искусственного освещения и др., а также от проникающей солнечной радиации
7.	Показатель компактности здания Index of the shape of a building	Отношение общей площади внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций здания к заключенному в них отапливаемому объему
8.	Коэффициент остекленности фасада Glazing-to-wall ratio	Отношение площадей светопроемов к суммарной площади наружных ограждающих конструкций фасада здания, включая светопроемы
9.	Отапливаемый объем здания Heating volume of a building	Объем, ограниченный внутренними поверхностями наружных ограждений здания – стен, покрытий (чердачных перекрытий), перекрытий пола первого этажа или пола подвала при отапливаемом подвале
10.	Холодный (отопительный) период года Cold (heating) season of a year	Период года, характеризующийся средней суточной температурой наружного воздуха, равной и ниже 10 или 8°C в зависимости от вида здания (по ГОСТ 30494)
11.	Теплый период года Warm season of a year	Период года, характеризующийся средней суточной температурой воздуха выше 8 или 10°C в зависимости от вида здания (по ГОСТ 30494)
12.	Продолжительность отопительного периода Length of the heating season	Расчетный период времени работы системы отопления здания, представляющий собой среднее статистическое число суток в году, когда средняя суточная температура наружного воздуха устойчиво равна и ниже 8 или 10°C в зависимости от вида здания
13.	Средняя температура наружного воздуха отопительного периода Mean temperature of outdoor air of the heating season	Расчетная температура наружного воздуха, осредненная за отопительный период по средним суточным температурам наружного воздуха

## 4. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1. Строительство зданий должно осуществляться в соответствии с минимальными требованиями к уровню тепловой защиты зданий в целях обеспечения установленного для проживания и деятельности людей микроклимата в здании, необходимой надежности и долговечности ограждающих конструкций, климатических условий работы технического оборудования при минимальном расходе тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период (далее – на отопление).

Долговечность ограждающих конструкций следует обеспечивать применением материалов, имеющих надлежащую стойкость (морозостойкость, влагостойкость, биостойкость, стойкость против коррозии, высокой температуры, циклических температурных колебаний и других разрушающих воздействий окружающей среды), предусматривая в случае необходимости специальную защиту элементов конструкций, выполняемых из недостаточно стойких материалов. Более детальные требования к эксплуатационному сроку службы (долговечности) ограждающих конструкций и материалов, входящих в их состав, приведены в разделе 14 настоящих норм.

4.2. При проектировании теплозащиты зданий различного назначения следует применять, как правило, типовые конструкции, в том числе конструкции комплектной поставки, со стабильными теплоизоляционными свойствами, с минимумом теплопроводных включений и стыковых соединений в сочетании с надежной гидроизоляцией, не допускающей

проникновения влаги в жидкой фазе и максимально сокращающей проникновение водяных паров в толщу теплоизоляции.

4.3. В случае применения многослойных ограждающих конструкций для надлежащего обеспечения нормативных величин их эксплуатационных характеристик в течение заданного срока эксплуатации, слои с большей теплопроводностью и увеличенным сопротивлением паропроницанию следует располагать с теплой (внутренней) стороны здания.

4.4. Тепловую изоляцию наружных стен зданий следует стремиться проектировать и устанавливать согласно проекта непрерывной в плоскости фасада здания. Такие элементы ограждений, как внутренние перегородки, колонны, балки, вентиляционные каналы и другие, не должны нарушать сплошности слоя теплоизоляции. Воздуховоды, вентиляционные каналы и дымовые трубы следует проектировать, как правило, по внутренним стенам (из-за опасности их промерзания или перегрева), в противном случае требуется дополнительная их теплоизоляция.

4.5. При наличии в конструкции теплозащиты теплопроводных включений необходимо учитывать следующее:

- несковозные включения целесообразно располагать ближе к теплой стороне ограждения;

- в сквозных, главным образом, металлических включениях (профилях, стержнях, болтах, оконных рамах) следует предусматривать вставки (разрывы) мостиков холода из материалов с коэффициентом теплопроводности **не выше 0,35 Вт/(м<sup>2</sup>·°C)**.

В дополнение к сказанному выше при наличии сквозных теплопроводных включений в плоскости фасада следует обеспечить плотное примыкание к ним теплоизоляции. При этом приведенное сопротивление теплопередаче конструкции с теплопроводными включениями должно быть не менее требуемого исходя из обеспечения санитарно-гигиенических условий.

4.6. В трехслойных бетонных панелях следует предусматривать конструктивные или технологические мероприятия, исключающие попадание раствора в стыки между плитами утеплителя, по периметру окон и самих панелей.

4.7. При проектировании замкнутых воздушных прослоек в наружных ограждающих конструкциях следует руководствоваться нижеперечисленными рекомендациями:

- размер прослойки по высоте не должен быть более высоты этажа и не более 6 метров, размер по толщине – **не менее 60 мм и не более 100 мм**; меньшая толщина воздушной прослойки (но не менее 40 мм) допускается в случае обеспечения гладких поверхностей внутри прослойки;

- воздушные прослойки рекомендуется располагать ближе к холодной стороне ограждения;

- с наружной стороны воздушной прослойки должны располагаться материалы, обладающие требуемой воздухопроницаемостью.

4.8. При проектировании стен с вентилируемой воздушной прослойкой (стены с вентилируемым фасадом) следует руководствоваться следующими рекомендациями:

- воздушная прослойка должна быть толщиной **не менее 60 мм и не более 150 мм** и ее следует размещать между наружным облицовочным слоем стены и теплоизоляцией;

- для зданий заданной этажности толщину воздушной вентилируемой прослойки допускается проектировать меньшей 60 мм при соответствующем научно-техническом обосновании и утверждении в специализированных научно-исследовательских институтах или высших учебных заведениях;

- поверхность теплоизоляции с объемной массой **не более 50 кг/м<sup>3</sup>**, обращенную в сторону вентилируемой прослойки рекомендуется закрывать воздухопроницаемой стеклотканью при обеспечении соответствующих противопожарных требований;

- наружный слой стены (например, при использовании кирпичной облицовки) должен иметь вентиляционные отверстия, площадь которых определяется из расчета **75 см<sup>2</sup> на 20 м<sup>2</sup>** площади стен, включая площадь окон;

- нижние (верхние) вентиляционные отверстия, как правило, следует совмещать с косяками (карнизами), причем для нижних отверстий предпочтительно совмещение функций вентиляции и отвода влаги.

4.9. При проектировании новых и реконструкции существующих зданий слой теплоизоляции, как правило, не следует располагать с внутренней стороны стен зданий. В случае невозможности применения наружного утепления (например, для сохранения облика фасадов зданий, имеющих историческое и культурное значение), для исключения вероятности увлажнения утеплителя и образования грибка на стенах, следует осуществлять предварительную обработку внутренних поверхностей наружных стен зданий антисептическими средствами, а с внутренней стороны стен после их утепления устанавливать парозоляционную защиту. В случае внутреннего утепления ограждающих конструкций зданий следует применять теплоизоляционные материалы имеющие группу горючести **НГ**. В соответствии с требованиями противопожарных норм, при внутреннем утеплении ограждающих конструкций, запрещается использовать материалы, имеющие группы горючести от **Г1** до **Г4**.

4.10. Все притворы окон и балконных дверей должны содержать уплотнительные прокладки (не менее двух) из силиконовых материалов или морозостойкой резины. Допускается применение двухслойного остекления вместо трехслойного с случаями:

- применения внутренних стекол с теплоотражающим селективным покрытием, обращенным внутрь межстекольного пространства;

- для окон и балконных дверей, выходящих внутрь остекленных лоджий, изолированных по всему объему от внешнего наружного воздуха.

Воздухонепроницаемость оконных притворов должна быть обеспечена в соответствии с требованиями настоящих норм.

4.11. Оконные коробки в деревянных, пластмассовых или комбинированных переплетах следует располагать в оконном проеме на глубину четверти от наружной плоскости фасада теплотехнически однородной стены или посередине теплоизоляционного слоя в многослойных конструкциях стен. Оконные блоки следует закреплять на более прочном (наружном или внутреннем) слое стеновой конструкции.

4.12. При проектировании зданий следует предусматривать защиту внутренней и наружной поверхностей стен от воздействия влаги и атмосферных осадков устройством облицовки или штукатурки, окраски водостойкими составами, выбираемыми в зависимости от материала стен и условий эксплуатации. При соответствующем техническом обосновании допускается не облицовывать наружные стены зданий из долговечных морозостойких материалов, соответствующих требованиям табл. 1 СНиП II-22–81\*.

4.13. Ограждающие конструкции, контактирующие с грунтом, следует предохранять от

грунтовой влаги путем устройства гидроизоляции.

4.14. При устройстве мансардных окон следует предусматривать надежную в эксплуатации гидроизоляцию примыкания кровли к оконному блоку.

4.15. В целях сокращения расхода тепловой энергии на отопление зданий в холодный и переходный периоды года следует предусматривать:

- а) объемно-планировочные решения, обеспечивающие наименьшую площадь наружных ограждающих конструкций, т. е. обеспечивающие минимум коэффициента компактности  $K_{\text{с}}^{\text{des}}$  для зданий одинакового строительного объема;
- б) блокирование зданий;
- в) размещение более теплых и влажных помещений у внутренних стен зданий;
- г) расположение отапливаемых помещений рядом или друг над другом;
- д) как правило, меридиональную или близкую к ней ориентацию продольного фасада здания;
- е) рациональный выбор и размещение теплоизоляционных материалов в составе ограждающей конструкции здания;
- ж) конструктивные решения равноэффективных в теплотехническом отношении ограждающих конструкций, обеспечивающие их более высокую теплотехническую однородность (с большим коэффициентом теплотехнической однородности  $r$ );
- з) эксплуатационно-надежную герметизацию стыковых соединений и швов наружных ограждающих конструкций и элементов, а также межквартирных ограждающих конструкций.

4.16. Расчетный показатель компактности жилых зданий  $K_{\text{с}}^{\text{des}}$ , как правило, не должен превышать следующих нормируемых значений:

- 0,25 – для 16-этажных зданий и выше;
- 0,29 – для зданий от 10 до 15 этажей включительно;
- 0,32 – для зданий от 6 до 9 этажей включительно;
- 0,36 – для 5-этажных зданий;
- 0,43 – для 4-этажных зданий;
- 0,54 – для 3-этажных зданий;
- 0,61; 0,54; 0,46 – для двух-, трех- и четырехэтажных блокированных и секционных домов соответственно;
- 0,9 – для двух- и одноэтажных домов с мансардой;
- 1,1 – для одноэтажных домов.

4.17. При разработке объемно-планировочных решений следует избегать размещения окон по обеим наружным стенам угловых комнат, а в случае невозможности выполнения данного условия, необходимо предусматривать мероприятия по увеличению сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций до уровня, обеспечивающего равенство удельных потерь энергии в торцевых (угловых) помещениях с удельными потерями энергии во внутренних помещениях.

## 5. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗДАНИЙ ПО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

### 5.1. Общие требования

- В настоящих нормах устанавливаются требования к:
- классификации, определению и повышению энергетической эффективности проектируемых и существующих зданий (см. п.п. 5.2.1. – 5.2.3.);
  - удельному показателю расхода тепловой энергии на отопление здания (см. п.6.3);
  - минимально-допустимым значениям сопротивлений теплопередаче различных типов ограждающих конструкций зданий, а именно:
    - наружных стен (см. п.п. 6.3.2.1, 6.4.1);
    - покрытий (см. п.п. 6.3.2.1, 6.4.1);
    - перекрытий над проездами (см. п.п. 6.3.2.1, 6.4.1);
    - чердачных перекрытий (см. п.п. 6.3.2.1, 6.4.1);
    - перекрытий над неотапливаемыми подпольями и подвалами (см. п.п. 6.3.2.1, 6.4.1);
    - окон и балконных дверей (см. п.п. 6.3.2.2, 6.4.2);
    - витрин и витражей (см. п.п. 6.3.2.2, 6.4.2);
    - фонарей с вертикальным остеклением (см. п.п. 6.3.2.2, 6.4.2);
  - ограничению температуры и недопущению конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции, за исключением окон с вертикальным остеклением (см. п.6.6);
    - слабым с точки зрения теплофизики участкам ограждающих конструкций (местам теплопроводных включений, – см. п. 5.5.5);
    - теплоустойчивости ограждающих конструкций в теплый период года и помещений зданий в холодный период года (см. п.п. 8.1–8.20);
    - воздухопроницаемости ограждающих конструкций и помещений зданий (см. п.п. 9.1–9.11);
    - защите от переувлажнения ограждающих конструкций (см. п.п. 10.1–10.9);
    - теплоусвоению поверхности полов (см. п.п. 11.1–11.6);
    - контролю нормируемых показателей, включая энергетический паспорт здания (см. п.п. 12.1–12.23);
    - долговечности наружных ограждающих конструкций зданий (см. п.п. 14.1–14.13).

### 5.2. Классификация зданий по энергетической эффективности

5.2.1. Энергетическую эффективность жилых и общественных зданий следует устанавливать в соответствии с классификацией, приведенной в табл. 1.

5.2.2. Величину отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания от нормативного следует рассчитывать по формуле:

$$K_{\text{eff}} = \frac{q_h^{\text{des}} - q_h^{\text{req}}}{q_h^{\text{req}}} \cdot 100 \% \quad (1)$$

5.2.3. Присвоение классов **D** и **E** на стадии проектирования не допускается. Классы **A**, **B** и **C** устанавливаются для вновь возводимых и реконструируемых зданий на стадии разработки проекта и впоследствии их уточняют по результатам эксплуатации. Для достижения классов **A** и **B** органами администраций субъектов Российской Федерации рекомендуется применять меры по экономическому стимулированию участников проектирования и строительства. Классы **D** и **E** устанавливаются при эксплуатации возведенных до 2000 г.

зданий с целью разработки органами администраций субъектов Российской Федерации очередности и мероприятий по реконструкции этих зданий. Классы для эксплуатируемых зданий следует устанавливать по данным измерения энергопотребления за отопительный период согласно ГОСТ 31168 и настоящим нормам.

Таблица 1.

Классы энергетической эффективности зданий $K_{\text{eff}}$			
Обозначение класса	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания $q_h^{\text{des}}$ от нормативного $q_h^{\text{req}}$ , %	Рекомендуемые мероприятия органами администраций субъектов РФ
<b>Для новых и реконструируемых зданий</b>			
<b>A</b>	Очень высокий	Менее минус 51	Экономическое стимулирование
<b>B</b>	Высокий	От минус 10 до минус 50	То же
<b>C</b>	Нормальный	От плюс 5 до минус 9	В соответствии с ФЗ № 261
<b>Для существующих зданий</b>			
<b>D</b>	Низкий	От плюс 6 до плюс 75	В соответствии с ФЗ № 261
<b>E</b>	Очень низкий	Более 76	То же

### 5.3. Влажный режим помещений

Влажный режим помещений зданий в холодный период года в зависимости от относительной влажности  $\Phi_{\text{int}}$  и температуры внутреннего воздуха  $t_{\text{int}}$  в них следует устанавливать по таблице 2.

Таблица 2.

Режим	Влажность внутреннего воздуха $\Phi_{\text{int}}$ [%] при температуре $t_{\text{int}}$ [°C]		
	до 12	св. 12 до 24	св. 24
Сухой	До 60	До 50	До 40
Нормальный	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60	Св. 40 до 50
Влажный	Св. 75	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60
Мокрый	–	Св. 75	Св. 60

### 5.4. Условия эксплуатации

Условия эксплуатации ограждающих конструкций **A** или **B** в зависимости от влажного режима помещений и зон влажности района строительства для выбора теплотехнических показателей материалов наружных ограждений следует устанавливать по таблице 3. Зоны влажности территории России следует принимать по Приложению А.

Таблица 3.

Влажный режим помещений зданий (по таблице 2)	Условия эксплуатации <b>A</b> и <b>B</b> в зоне влажности (по Приложению А)		
	сухой	нормальный	влажный
Сухой	A	A	B
Нормальный	A	B	B
Влажный или мокрый	B	B	B

### 5.5. Параметры внутренней среды помещений

5.5.1. Параметры микроклимата помещений внутри жилых и общественных зданий из условия комфортности пребывания в них и безопасности здоровью людей для холодного и теплового периодов года следует принимать согласно ГОСТ 30494. Параметры микроклимата внутри зданий производственного назначения следует принимать согласно ГОСТ 12.1.005 или нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений. Параметры микроклимата специальных общеобразовательных школ-интернатов, детских дошкольных и оздоровительных учреждений следует принимать в соответствии с действующими санитарными правилами и нормами Министерства здравоохранения.

5.5.2. Обеспеченность условий эксплуатации ограждающих конструкций следует устанавливать в зависимости от влажного режима помещений и зон влажности следующим образом:

- определяют по карте зону влажности (влажная, нормальная, сухая) согласно Приложению А настоящих норм (при этом в случае попадания населенного пункта на границу зон влажности следует выбирать более влажную зону);
- определяют влажный режим помещений (сухой, нормальный, влажный или мокрый) в зависимости от расчетной относительной влажности  $\Phi_{\text{int}}$  и температуры внутреннего воздуха  $t_{\text{int}}$  в соответствии с таблицей 2 настоящих норм;
- устанавливают согласно таблице 3 условия эксплуатации ограждающих конструкций (**A** или **B**) в зависимости от влажного режима помещений и зон влажности.

5.5.3. Расчетная температура воздуха внутри жилых и общественных зданий  $t_{\text{int}}$  для холодного периода года должна быть не ниже минимальных значений оптимальных температур, приведенных в табл. 1 ГОСТ 30494 и Приложении I СанПиН 2.1.2.1002. Для остальных типов зданий параметры воздуха следует принимать по минимальным значениям

оптимальной температуры в соответствии с требованиями ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005 или ведомственным нормам проектирования зданий соответствующего назначения.

5.5.4. Расчетная температура воздуха внутри здания  $t_{int}$  для теплового периода года должна быть не выше верхней границы допустимых значений температур, приведенных в табл. 2 ГОСТ 30494.

5.5.5. Температура внутренних поверхностей наружных ограждений здания, где имеются теплопроводные включения (диафрагмы, сквозные включения цементно-песчаного раствора или бетона, межпанельные стыки, жесткие соединения и гибкие связи в многослойных панелях, подоконные ниши, оконные обрамления, места установки встроенных в оконный проем рольставней и т. д.), в углах и на оконных откосах не должна быть ниже, чем температура точки росы воздуха внутри здания при расчетной относительной влажности  $\Phi_{int}$  и расчетной температуре  $t_{int}$  внутреннего воздуха.

#### 5.6. Наружные климатические условия

5.6.1. Расчетную температуру наружного воздуха  $t_{ext}$  [°C], следует принимать по средней температуре наиболее холодной пятидневки с **обеспеченностью 0,92** согласно СНиП 23-01 для соответствующего городского или сельского населенного пункта. При отсутствии данных для конкретного населенного пункта расчетную температуру следует принимать для ближайшего населенного пункта, который указан в СНиП 23-01.

5.6.2. Продолжительность отопительного периода  $Z_{от}$  [сут] и среднюю температуру наружного воздуха  $t_{nt}$  [°C] в течение отопительного периода следует принимать согласно СНиП 23-01 (табл. 1, графы 13 и 14 – для медицинских и детских учреждений, графы 11 и 12 – в остальных случаях) для соответствующего населенного пункта. При отсутствии данных для конкретного населенного пункта расчетные параметры отопительного периода следует принимать для ближайшего населенного пункта, который указан в СНиП 23-01.

5.6.3. Средний удельный вес наружного воздуха в течение отопительного периода  $\gamma_{\alpha}^{ht}$  [Н/м<sup>3</sup>] следует рассчитывать по формуле:

$$\gamma_{\alpha}^{ht} = \frac{3463}{(273 + t_{nt})}, \quad (2)$$

где  $t_{nt}$  – то же, что и в п. 5.6.2.

5.6.3. Среднюю плотность приточного воздуха за отопительный период  $\rho_{\alpha}^{ht}$  [Н/м<sup>3</sup>] следует рассчитывать по формуле:

$$\rho_{\alpha}^{ht} = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (t_{int} + t_{ext})]}, \quad (3)$$

где  $t_{int}$  – расчетная средняя температура внутреннего воздуха [°C], определяемая согласно указаниям п. 5.5.3;  $t_{ext}$  – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года [°C], определяемая согласно указаниям п. 5.6.1.

#### 5.7. Характеристики строительных материалов и конструкций

5.7.1. При проектировании теплозащиты используют следующие расчетные показатели строительных материалов и конструкций (по Приложению Б для условий эксплуатации А или Б в зависимости от влажностного режима помещений в соответствующих зонах влажности):

- коэффициент теплопроводности  $\lambda$  [Вт/(м·°C)];
- коэффициент теплоусвоения  $s$  [Вт/(м<sup>2</sup>·°C)];
- удельная теплоемкость (в сухом состоянии)  $c_0$  [кДж/(кг·°C)];
- коэффициент паропрооницаемости  $\mu$  [мг/(м·ч·Па)] или сопротивление паропроницанию  $R_w$  [м<sup>2</sup>·ч·Па/мг];
- термическое сопротивление воздушных прослоек  $R_{air}$  [м<sup>2</sup>·°C/Вт];
- сертифицированные значения приведенного сопротивления теплопередаче окон, балконных дверей, фонарей  $R_{0f}$  [м<sup>2</sup>·°C/Вт];
- сертифицированные значения коэффициентов затенения окон непрозрачными элементами  $\tau$  и относительного пропускания окнами солнечной радиации  $k$ ;
- воздухопроницаемость  $G$  [кг/(м<sup>2</sup>·ч)] или сопротивление воздухопроницанию  $R_{\alpha}$  [м<sup>2</sup>·ч·Па/кг] (для окон и балконных дверей при  $\Delta p = 10$  Па);
- коэффициент поглощения солнечной радиации поверхностью ограждения  $\rho_s$ ;
- коэффициент излучения поверхности (тепловая эмиссия)  $\epsilon$ .

5.7.2. Допускается расчетные теплотехнические показатели эффективных теплоизоляционных материалов (минераловатных, стекловолоконных и полимерных), а также материалов, не приведенных в Приложении Б, принимать согласно теплотехническим испытаниям по методике Приложения Д настоящих норм, проведенным аккредитованными испытательными лабораториями.

#### 5.8. Определение отапливаемых площадей и объемов зданий

5.8.1. Отапливаемую площадь здания следует определять как площадь этажей (в том числе мансардного, а также отапливаемого цокольного и подвального) здания, измеряемую в пределах внутренних поверхностей наружных стен, включая площади, занимаемую перегородками и внутренними стенами. При этом площадь лестничных клеток и лифтовых шахт включается в площадь этажа.

5.8.2. В отапливаемую площадь здания не включаются площади теплых чердаков и подвалов, неотапливаемых технических этажей, подвала (подполья), холодных неотапливаемых веранд, неотапливаемых лестничных клеток, а также холодного чердака или его части, не занятой под мансарду.

5.8.3. При определении площади мансардного этажа учитывается площадь с высотой до наклонного потолка 1,2 м при наклоне 30° к горизонту; 0,8 м – при наклоне от 45 до 60° к горизонту; при наклоне более 60° к горизонту – площадь измеряется до плинтуса.

5.8.4. Площадь жилых помещений здания подсчитывается как сумма площадей всех общих комнат (гостиных) и спален.

5.8.5. Отапливаемый объем здания  $V_h$  определяется как произведение отапливаемой площади этажа на внутреннюю высоту, измеряемую от поверхности пола первого этажа до поверхности потолка последнего (верхнего) этажа.

5.8.6. При сложных формах внутреннего объема здания отапливаемый объем  $V_h$  определяется как объем пространства, ограниченного внутренними поверхностями наружных ограждений (стен, покрытия или чердачного перекрытия, цокольного перекрытия).

5.8.7. Для определения объема воздуха, заполняющего здание, отапливаемый объем  $V_h$  умножается на коэффициент 0,85.

5.8.8. Площадь наружных ограждающих конструкций определяется по внутренним размерам здания. Общая площадь наружных стен (с учетом оконных и дверных проемов) определяется как произведение периметра наружных стен по внутренней поверхности на внутреннюю высоту здания, измеряемую от поверхности пола первого этажа до поверхности потолка последнего (верхнего) этажа с учетом площади оконных и дверных откосов глубиной от внутренней поверхности стены до внутренней поверхности оконного или дверного блока. Суммарная площадь окон определяется по размерам проемов в свету. Площадь наружных стен (непрозрачной части) определяется как разность общей площади наружных стен и площади окон и наружных дверей.

5.8.9. Площадь горизонтальных наружных ограждений (покрытия, чердачного и цокольного перекрытия) определяется как площадь этажа здания (в пределах внутренних поверхностей наружных стен).

5.8.10. При наклонных поверхностях потолков последнего (верхнего) этажа площадь покрытия или чердачного перекрытия определяется как площадь внутренней поверхности потолка.

## 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ

### 6.1. Методика нормирования требуемого уровня тепловой защиты

Для установления класса энергоэффективности здания  $K_{en}$  необходимо произвести оценку численного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания  $q_{th}^{bes}$ . По этой причине в настоящем документе в качестве основного нормативного показателя требуемого уровня тепловой защиты зданий устанавливается метод энергетического баланса, согласно которому нормируется удельный расход тепловой энергии на отопление  $q_{th}^{bes}$  (показатель «в» требований тепловой защиты в редакции СНиП 23-02-2003).

Поэлементный метод (показатель «а» требований тепловой защиты в редакции СНиП 23-02-2003) может быть применен только в отношении зданий отдельно стоящих малоэтажных, – с числом этажей не более 2-х, с числом квартир – не более 3-х.

В зависимости от территориальных районов (с различным количеством градусо-суток отопительного периода  $D_{от}$ ) настоящие нормы устанавливают различные минимальные требования к уровню тепловой защиты зданий. Для непрозрачных ограждающих конструкций минимальные численные значения сопротивлений теплопередаче для выбранного климатического района проектирования (строительства) устанавливаются в зависимости от параметров их тепловой инерции  $D$ . Для светопрозрачных ограждающих конструкций минимальные значения сопротивлений теплопередаче устанавливаются в зависимости от степени остекленности фасадов  $f$ .

Кроме того, в настоящей редакции документа вводится третий метод, – компенсационный, целью которого является более широкое внедрение в практику строительства энергоэффективных инженерных решений, в частности применение в строительстве приточно-принудительных систем вентиляции воздуха в помещениях зданий.

### 6.2. Показатели тепловой защиты зданий

Настоящими нормами установлены три метода установления требуемых показателей тепловой защиты:

1. Метод энергетического баланса (см. п. 6.3.), согласно которому нормируемым является удельный расход тепловой энергии на отопление здания  $q_{th}^{bes}$ , допустимые значения которого  $q_{th}^{req}$  для зданий различного назначения и этажности приведены в табл. 5. Минимально допустимые значения сопротивлений теплопередаче  $R_{min}$  для различных типов ограждающих конструкций устанавливаются согласно табл. 6–10 в зависимости от градусо-суток отопительного периода  $D_{от}$ , показателя тепловой инерции  $D$  несветопрозрачной ограждающей конструкции (для стен, покрытий и перекрытий) или степени остекленности фасадов  $f$  (для окон, витрин, витражей, фонарей с вертикальным остеклением).
2. Метод по ограждающим конструкциям (поэлементный, – см. п. 6.4.), устанавливающий лишь минимальные требования к сопротивлению теплопередаче отдельных ограждающих конструкций (метод применяется только в отношении производственных зданий, а также зданий отдельно стоящих малоэтажных, – с числом этажей не более двух, с числом квартир – не более трех).
3. Компенсационный метод (см. п. 6.5.), согласно которому численные значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания могут быть превышены не более, чем на 10 % при условии компенсации этих дополнительных затрат применением рекуперационных систем принудительного вентилирования воздуха в помещениях здания.

В любом случае, вне зависимости от выбранного метода определения требуемого уровня тепловой защиты, температурный перепад между температурами воздуха в помещении и на внутренней поверхности ограждающей конструкции  $\Delta t_0$  (показатель «б» требований тепловой защиты в редакции СНиП 23-02-2003) не должен превышать нормативных величин этого показателя  $\Delta t_n$ , численные значения которого приведены в табл. 4.

Кроме того в проекте должны быть установлены неблагоприятные, с точки зрения строительной физики, участки ограждающих конструкций, иначе говоря участки с теплопроводными включениями (некоторые, наиболее распространенные из них, перечислены в п. 5.5.5.) на внутренних поверхностях которых возможна конденсация влаги. В местах, где возможна конденсация влаги, например, в местах опирания плит перекрытий на стены, на внутренней поверхности оконных перемычек и других участках ограждающих конструкций, сопротивление теплопередаче не должно быть ниже минимального санитарно-гигиенического уровня (см. п. 6.6).

Таблица 4. Нормируемый температурный перепад  $\Delta t_n$  между температурой внутреннего воздуха  $t_{int}$  и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции  $t_{int}$

№ п/п	Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад $\Delta t_n$ [°C] для			
		наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями	зентитных фонарей
1	Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4	3	2	$t_{int} - t_d$
2	Общественные, кроме указанных в поз.1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным и мокрым режимом	4,5	4	2,5	$t_{int} - t_d$
3	Производственные с сухим и нормальным режимами	$t_{int} - t_d$ , но не более 7	$0,8 \cdot (t_{int} - t_d)$ , но не более 6	2,5	$t_{int} - t_d$
4	Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом	$t_{int} - t_d$	$0,8 \cdot (t_{int} - t_d)$	2,5	-
5	Производственные здания со значительными избытками явной теплоты (более 23 Вт/м³) и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха $\phi_{int} > 50\%$	12	12	2,5	$t_{int} - t_d$

Обозначения:  $t_{int}$  – температура внутреннего воздуха в помещении [°C], принимаемая согласно п. 5.5.3;  $t_d$  – температура точки росы [°C] при расчетной температуре  $t_{int}$  и относительной влажности внутреннего воздуха  $\phi_{int}$ , принимаемым согласно п.5.5.2, СанПиН 2.1.2.1002, ГОСТ 12.1.005 и СанПиН 2.2.4.548, СНиП 41-01 и нормам проектирования соответствующих зданий.

Примечание. Для зданий картофеле- и овощехранилищ нормируемый температурный перепад  $\Delta t_n$  [°C] для наружных стен, покрытий и чердачных перекрытий следует принимать согласно СНиП 2.11.02.

6.3. Метод энергетического баланса

Метод энергетического баланса является базовым методом нормирования теплозащитных свойств ограждающих конструкций жилых, общественных, административных и бытовых зданий. Метод нормирует удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период.

Удельный (на 1 м³ отапливаемого объема [кДж/(м³·°C·сут)]) расход тепловой энергии на отопление здания  $q_h^{des}$  должен быть меньше или равен нормируемому значению  $q_h^{req}$ , численные значения которого приведены в табл. 5, и определяется путем выбора теплозащитных свойств ограждающих конструкций здания, объемно-планировочных решений, ориентации здания и типа, эффективности и метода регулирования используемой системы отопления до удовлетворения следующего условия:

$$q_h^{des} \leq q_h^{req} \quad (4)$$

Таблица 5. Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление жилых, общественных, бытовых и административных зданий  $q_h^{req}$ , [кДж/(м³·°C·сут)]

Типы зданий	Этажность зданий					
	1-3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12 и выше
1. Жилые, гостиницы, общежития	[43], [37], [33] соответственно нарастающей этажности	[31]	[29]	[27,5]	[26]	[25]
2. Поликлиники и лечебные учреждения, дома-интернаты	[34]; [33]; [32] соответственно нарастающей этажности	[31]	[30]	[29]	[28]	-
3. Дошкольные учреждения	[45]	-	-	-	-	-

4.	Сервисного обслуживания	[23]; [22]; [21] соответственно нарастающей этажности	[20]	[20]	-	-	-
5.	Общественные, кроме перечисленных в поз.2, 3 и 4 табл. 5	[42]; [38]; [36] соответственно нарастающей этажности	[32]	[31]	[29,5]	[28]	-
6.	Административного назначения (офисы)	[36]; [34]; [33] соответственно нарастающей этажности	[27]	[24]	[22]	[20]	[20]

**Примечания:**  
 1. для регионов, имеющих значение градусо-суток отопительного периода  $D_d = 8000$  °C·сут и более, нормируемые  $q_h^{req}$  следует снизить на 5%;  
 2. для зданий жилых отдельностоящих, – с числом этажей не более 2-х, с числом квартир – не более 3-х, при расчете теплозащитных свойств ограждающих конструкций допускается использовать поэлементный метод (см. п. 6.2 настоящих норм).

6.3.1. Методика расчета удельного расхода тепловой энергии на отопление жилых, общественных, административных и бытовых зданий за отопительный период

6.3.1.1. Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период  $q_h^{des}$  [кДж/м³·°C·сут] следует определять по формуле:

$$q_h^{des} = \frac{10^3 \cdot Q_h^y}{V_h \cdot D_d} \quad (4)$$

где  $Q_h^y$  – расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода [МДж];  $V_h$  – отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений здания [м³];  $D_d$  – градусо-сутки отопительного периода [°C·сут], определяемые для выбранного климатического района по формуле:

$$D_d = (t_{int} - t_{nt}) \cdot z_{nt} \quad (5)$$

где  $t_{int}$  – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания [°C], принимаемая для расчета ограждающих конструкций, в частности для

- жилых зданий, зданий лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов, гостиниц и общежитий – по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494 (в интервале 20–22 °C),
- общественных зданий, кроме указанных выше, административных и бытовых – согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по ГОСТ 30494 (в интервале 16–21 °C),
- производственных зданий – по нормам проектирования соответствующих зданий;
- $t_{nt}$ ,  $z_{nt}$  – соответственно средняя температура наружного воздуха [°C] и продолжительность [сут] отопительного периода, принимаемые по СНиП 23-01 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха:
- не более 10°C – при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов.
- не более 8°C – в остальных случаях.

6.3.1.2. Расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода  $Q_h^y$  [МДж] следует определять по уравнению баланса:

$$Q_h^y = [Q_h^{tr} + Q_h^{inf} - (Q_{int} + Q_s) \cdot \zeta] \cdot \beta_h \quad (6)$$

где  $Q_h^{tr}$  – трансмиссионные теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции [МДж];  $Q_h^{inf}$  – расход тепловой энергии на подогрев вентиляционного воздуха [МДж];  $Q_{int}$  – бытовые теплопоступления в течение отопительного периода [МДж];  $Q_s$  – теплопоступления через светопрозрачные ограждающие конструкции (окна, и фонари) от солнечной радиации в течение отопительного периода [МДж];  $\zeta$  – коэффициент, учитывающий снижение теплопоступлений, в том числе за счет эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; рекомендуемые значения:

- $\zeta=0,8$  – в однотрубной системе с термостатами и с пофасадным авторегулированием на вводе или поквартирной горизонтальной разводкой;
- $\zeta=0,75$  – в двухтрубной системе отопления с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе;
- $\zeta=0,7$  – в однотрубной системе с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе или в однотрубной системе без термостатов и с пофасадным авторегулированием на вводе, а также в двухтрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе;
- $\zeta=0,55$  – в системе без термостатов и с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха;
- $\zeta=0,4$  – в системе без термостатов и без авторегулирования на вводе (регулирование центральное в ЦТП или котельной).

$\beta_h$  – коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплопотерями через радиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, теплопотерями неутепленных трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения, принимаемый:

- $\beta_h=1,13$  – для протяженных зданий, в том числе многосекционных;
- $\beta_h=1,11$  – для зданий башенного типа;
- $\beta_h=1,07$  – для зданий с отапливаемыми подвалами;
- $\beta_h=1,05$  – для зданий с отапливаемыми чердаками, а также с квартирными генераторами теплоты.

6.3.1.3. Потери тепловой энергии здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период  $Q_h^{tr}$  [МДж] определяются по формуле:

$$Q_{in}^r = 0,0864 \cdot \left( \sum_{i=1}^n n_i \cdot \frac{A_i}{R_{0i}} + \sum_{j=1}^n L_j \cdot \psi_j + \sum_{m=1}^n N_m \cdot \Delta k_m \right) \cdot D_d, \quad (7)$$

где  $A_i, R_{0i}$  – соответственно площадь [м<sup>2</sup>] ограждающих конструкций здания (стен, окон, фонарей, витражей, наружных дверей и ворот, совмещенных покрытий, цокольных и чердачных перекрытий, перекрытий над проездами и под эркерами);  $R_{0i}$  – сопротивление теплопередаче [м<sup>2</sup>·°C/Вт] ограждающих конструкций здания (стен, окон, фонарей, витражей, наружных дверей и ворот, совмещенных покрытий, цокольных и чердачных перекрытий, перекрытий над проездами и под эркерами), принимаемое согласно п.п 6.3.2.1–6.3.2.2;  $\psi_j$  – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, численные значения которого приведены в табл. 6;  $L_j$  – протяженность линейной неоднородности j-го вида, [м];  $\psi_j$  – удельные потери теплоты через линейную неоднородность j-го вида [Вт/м·°C];  $N_m$  – количество единичных неоднородностей m-го вида на здание [шт];  $\Delta k_m$  – удельные потери теплоты через единичную неоднородность m-го вида [Вт/°C];  $D_d$  – то же, что и в формуле (4), [°C·сут]; **0,0864** – переводной коэффициент (1 сут = 24 ч; 1 Вт = 1/1000 кВт; 1 Вт·ч = 3,6 кДж).

Численные значения линейных и единичных неоднородностей определяются по своду правил.

**6.3.1.4.** Расход тепловой энергии на подогрев вентиляционного воздуха  $Q_{in}^{inf}$  [МДж] определяется по формуле:

$$Q_{in}^{inf} = 0,0864 \cdot (0,28 \cdot c \cdot n_a \cdot V_h \cdot \rho_a^{ht}) \cdot D_d, \quad (9)$$

где  $c$  – удельная теплоемкость воздуха, принимаемая равной **1 кДж/(кг·°C)**;  $n_a$  – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период [ч<sup>-1</sup>], определяемая по формуле (10);  $V_h$  – то же, что и в формуле (4), [м<sup>3</sup>];  $\rho_a^{ht}$  – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период [кг/м<sup>3</sup>]; определяется по формуле (3); **0,0864** – то же, что и в формуле (7); **0,28** – переводной коэффициент (1 Вт·ч = 3,6 кДж, откуда 1 кДж/ч = 1/3,6 Вт ~ 0,28 Вт).

Таблица 6.

Коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху

№ п/п	Ограждающие конструкции	Коэффициент п
1	Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), зенитные фонари, перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	1
2	Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	0,9
3	Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4	Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6
5	Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4

Примечание: для чердачных перекрытий теплых чердаков и цокольных перекрытий над подвалами с температурой воздуха в них  $t_c$  большей  $t_{ext}$ , но меньшей  $t_{int}$  коэффициент  $p$  следует определять по формуле:

$$p = \frac{(t_{int} - t_c)}{(t_{int} - t_{ext})} \quad (8)$$

Средняя кратность воздухообмена за отопительный период  $n_a$  [ч<sup>-1</sup>] рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле:

$$n_a = \frac{L_v \cdot n_v \cdot k_v / 168}{V_h}, \quad (10)$$

где  $L_v$  – количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической (принудительной) вентиляции [м<sup>3</sup>/ч], равное для:

- жилых зданий с расчетной заселенностью квартиры 20 м<sup>2</sup> общей площади и менее на человека –  $L_v = 3 \cdot A_v$ ;
- жилых зданий с расчетной заселенностью квартиры более 20 м<sup>2</sup> общей площади на человека –  $L_v = 0,35 \cdot 3 \cdot A_v$ , но не менее **30 м** (где  $m$  – расчетное число жителей в здании);
- общественных и административных зданий принимают условно:
  - для офисов и объектов сервисного обслуживания –  $L_v = 4 \cdot A_v$ ;
  - для учреждений здравоохранения и образования –  $L_v = 5 \cdot A_v$ ;
  - для спортивных, зрелищных и детских дошкольных учреждений –  $L_v = 6 \cdot A_v$ .

$A_v$  – для жилых зданий – площадь жилых помещений; для общественных зданий – расчетная площадь, определяемая согласно СНиП 31-05 как сумма площадей всех помещений, за исключением коридоров, тамбуров, переходов, лестничных площадок, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов, а также помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и сетей [м<sup>2</sup>];

$n_v$  – число часов работы механической (принудительной) вентиляции;

$k_v$  – коэффициент, учитывающий дополнительную инфильтрацию воздуха через входные вестибюли и лестнично-лифтовой узел, а также инфильтрацию, превышающую нормативный воздухообмен в квартирах при низкой герметичности окон (сопротивление воздухопроницанию менее 0,9 м<sup>2</sup>·ч/кг при  $\Delta P=10$ Па), принимаемое для жилых зданий:

- для лестничной клетки по типу Н2 (внутренняя с окнами) –  $k_v=1,05$ ;
  - для лестничной клетки по типу Н1 (с поэтажными наружными переходами) –  $k_v=1,1$ ;
  - для жилых зданий с низкой герметичностью окон (менее 0,6 м<sup>2</sup>·ч/кг) –  $k_v=1,3$ ;
- 168** – число часов в неделе;  
 $V_h$  – то же, что в формуле (4).

**6.3.1.5.** Бытовые тепlopотупления в течение отопительного периода  $Q_{int}$  [МДж] следует определять по формуле:

$$Q_{int} = 0,0864 \cdot q_{int} \cdot z_{nt} \cdot A_v, \quad (11)$$

где  $q_{int}$  – величина бытовых тепlopотуплений на 1 м<sup>2</sup> площади жилых помещений или расчетной площади общественного здания [Вт/м<sup>2</sup>], принимаемая для:

- жилых зданий с расчетной заселенностью квартиры 20 м<sup>2</sup> общей площади и менее на человека –  $q_{int}=17$  Вт/м<sup>2</sup>;
  - жилых зданий с расчетной заселенностью квартиры 45 м<sup>2</sup> общей площади и более на человека –  $q_{int}=10$  Вт/м<sup>2</sup>;
  - других жилых зданий – в зависимости от расчетной заселенности квартиры по интерполяции величины  $q_{int}$  между 17 и 10 Вт/м<sup>2</sup>
  - для общественных и административных зданий бытовые тепlopотупления учитываются по расчетному числу людей (из расчета 90 Вт/чел), находящихся в здании, освещения (по установочной мощности) и оргтехники (из расчета 10 Вт/м<sup>2</sup> с учетом рабочих часов в неделю);
- $z_{nt}$  – то же, что и в формуле (5);  
 $A_v$  – то же, что и в формуле (10);  
**0,0864** – то же, что и в формуле (7).

**6.3.1.6.** Тепlopотупления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода  $Q_s$  [МДж] для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям, следует определять по формуле:

$$Q_s = \tau_F \cdot K_F \cdot (A_{F_1} \cdot I_1 + A_{F_2} \cdot I_2 + A_{F_3} \cdot I_3 + A_{F_4} \cdot I_4) + \tau_{scy} \cdot K_{scy} \cdot A_{scy} \cdot I_{hor}, \quad (11)$$

где  $\tau_F$  и  $\tau_{scy}$  – коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон (F) и зенитных фонарей (scy) непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по проектным данным (при отсутствии данных следует принимать согласно СП 23-101);  $K_F$  и  $K_{scy}$  – коэффициенты относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений соответственно окон (F) и зенитных фонарей ( $_{scy}$ ), принимаемые по паспортным данным соответствующих светопропускающих изделий (при отсутствии данных численные значения коэффициентов следует принимать по СП 23-101); мансардные окна с углом наклона заполнения к горизонту 45° и более следует считать как вертикальные окна, с углом наклона менее 45° – как зенитные фонари;  $A_{F_1}, A_{F_2}, A_{F_3}, A_{F_4}$  – площадь светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям [м<sup>2</sup>];  $A_{scy}$  – площадь светопроемов зенитных фонарей здания [м<sup>2</sup>];  $I_1, I_2, I_3, I_4$  – средняя за отопительный период величина солнечной радиации (для промежуточных направлений величину солнечной радиации следует определять по интерполяции) на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания [МДж/м<sup>2</sup>] (определяется по Приложению В настоящих норм);  $I_{hor}$  – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности [МДж/м<sup>2</sup>] (определяется по Приложению В настоящих норм).

**6.3.1.7.** Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период [кДж/м<sup>3</sup>·°C·сут] допускается определять по единой приведенной формуле:

$$q_{des}^{des} = 10^3 \cdot [0,0864 \cdot (k_{tr} + k_{int}) \cdot k_e^{des} - (0,0864 \cdot k_{int} + k_s) \cdot \xi] \cdot \beta_n, \quad (12)$$

где  $k_{tr}$  – приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания [Вт/м<sup>2</sup>·°C], определяемый по формуле:

$$k_{tr} = \frac{1}{A_e^{sum}} \cdot \left( \sum_{i=1}^n n_i \cdot \frac{A_i}{R_{0i}} + \sum_{j=1}^n L_j \cdot \psi_j + \sum_{m=1}^n N_m \cdot \Delta k_m \right); \quad (13)$$

$k_{int}$  – приведенный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий тепlopотери за счет вентиляции и инфильтрации [Вт/м<sup>2</sup>·°C], определяемый по формуле:

$$k_{int} = \frac{1}{A_e^{sum}} \cdot (0,28 \cdot c \cdot n_a \cdot V_h \cdot \rho_a^{ht}); \quad (14)$$

$k_e^{des}$  – расчетный показатель компактности здания [м<sup>-1</sup>], определяемый по формуле:

$$k_e^{des} = \frac{A_e^{sum}}{V_h}; \quad (15)$$

$k_{int}$  – приведенный коэффициент бытовых тепlopотуплений в течение отопительного периода [Вт/м<sup>3</sup>·°C], определяемый по формуле:

$$k_{int} = \frac{q_{int} \cdot A_v}{V_h \cdot (t_{int} - t_{nt})}; \quad (16)$$

$k_s$  – приведенный коэффициент тепlopотуплений через окна и зенитные фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода [МДж/м<sup>3</sup>·°C·сут] для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям, определяемый по формуле:

$$k_s = \frac{\tau_F \cdot K_F \cdot (A_{F_1} \cdot I_1 + A_{F_2} \cdot I_2 + A_{F_3} \cdot I_3 + A_{F_4} \cdot I_4) + \tau_{scy} \cdot K_{scy} \cdot A_{scy} \cdot I_{hor}}{V_h \cdot D_d}; \quad (17)$$

$A_{sum}^{sum}$  – общая площадь внутренних ограждающих конструкций, включая покрытие (перекрытие) верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения [м<sup>2</sup>];  
 $\xi, \beta_{ht}, A_p, R_{0p}, n_p, L_p, \psi_p, N_{m, \Delta K_m}, c, n_{\alpha}, V_{ht}, R_{\alpha}, q_{int}, A_{it}, t_{int}, t_{ht}, \tau_F, \tau_{sc}, K_F, K_{sc}, A_{F1}, A_{F2}, A_{F3}, A_{F4}, A_{sc}, I_1, I_2, I_3, I_4, I_{hor}, D_d$  – то же, что в формулах (4) – (11);  
**0,0864** – то же, что и в формуле (7);  
**0,28** – то же, что и в формуле (9).  
 Численные значения  $q_{ht}^{des}$ , рассчитанные по формулам (4) и (12) равнозначны.  
 Предпочтение следует отдавать расчету величины удельного расхода тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период, –  $q_{ht}^{des}$ , по формуле (12).  
 Нормируемые значения показателя компактности зданий  $K_{des}^{des}$  приведены в п.4.16.

**6.3.2. Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций зданий при нормировании удельных затрат энергии на отопление**

**6.3.2.1. Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче для светонепрозрачных ограждающих конструкций жилых и общественных зданий**

К светонепрозрачным ограждающим конструкциям относятся наружные стены зданий, покрытия, перекрытия над проездами, перекрытия над неотапливаемыми подпольями и подвалами, чердачные перекрытия.

Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче для светонепрозрачных ограждающих конструкций зависят от их тепловой инерции  $D$  и определяются исходя из градусо-суток отопительного периода  $D_d$  по следующей зависимости:

$$R_{min}^* = a \cdot D_d + b, \quad (18)$$

где  $D_d$  – то же, что и в формуле (4), [°C·сут];  $a$  и  $b^*$  – коэффициенты, значения которых для соответствующих групп зданий, а также типов светонепрозрачных ограждающих конструкций (стен, покрытий, перекрытий) следует принимать по табл. 10.1–10.3. Численные значения коэффициента  $b$  кроме того зависят от параметра тепловой инерции  $D$  ограждающей конструкции.

Тепловая инерция  $D$ , характеризующая степень массивности ограждающих конструкций определяется по формуле:

$$D = R_1 \cdot s_1 + R_2 \cdot s_2 + \dots + R_n \cdot s_n, \quad (19)$$

где  $R_1, R_2, R_n$  – термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, определяемые по формуле (20);  $s_1, s_2, s_n$  – коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоев ограждающей конструкции, вычисляемые по формуле (21).

По степени массивности ограждающие конструкции стен следует считать:

- а) «неинерционными» – при  $D \leq 2$ ;
- б) «малой инерционности» – при  $2 < D \leq 4$ ;
- в) «средней инерционности» – при  $4 < D \leq 7$ ;
- г) «большой инерционности» – при  $D > 7$ .

Термическое сопротивление  $R$  [м<sup>2</sup>·°C/Вт] однородного слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однослойной ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (20)$$

где  $\delta$  – толщина слоя, [м];  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала слоя [Вт/м·°C], принимаемый согласно п. 5.7.2.

Расчетные значения коэффициента теплоусвоения  $s$  [Вт/м<sup>2</sup>·°C] (при периоде 24 ч) материала отдельного слоя в ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$s = 0,27 \cdot \sqrt{\lambda \cdot \gamma_0 \cdot (c_0 + 0,0419 \cdot w)}, \quad (21)$$

где  $\lambda, \gamma_0, c_0, w$  – теплотехнические показатели материала слоя ограждающей конструкции, принимаемые согласно Приложению Б.

Расчет тепловой инерции стеновой конструкции приведен в Примере 1.

**Пример 1.** Требуется определить тепловую инерцию  $D$  стеновой конструкции с внутренним слоем из крупноформатной керамики 14,5 НФ с облицовочным слоем из лицевого керамического кирпича толщиной 640 мм для условий эксплуатации Б.

Исходные данные для расчета: стена кирпичная, выполненная из крупноформатного камня ( $\gamma=800$  кг/м<sup>3</sup>; плотность кладки на цементно-песчаном растворе  $\gamma_{kg}=890$  кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda_{\text{Б}}=0,23$  Вт/(м<sup>2</sup>·°C) – по табл. Г2 ГОСТ 530) и лицевого кирпича ( $\gamma=1200$  кг/м<sup>3</sup>; плотность кладки на цементно-песчаном растворе  $\gamma_{kg}=1330$  кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda_{\text{Б}}=0,5$  Вт/(м<sup>2</sup>·°C) – по табл. Г2 ГОСТ 530), оштукатуренная изнутри цементным штукатурным составом ( $\delta=15$  мм,  $\gamma=1800$  кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda_{p-pa}=0,93$  Вт/(м<sup>2</sup>·°C)).

Последовательность расчета:

1) по формуле (20) определяются термические сопротивления материала каждого слоя стеновой конструкции:

– термическое сопротивление внутреннего штукатурного слоя R1:

$$R_1 = \frac{\delta_{p-pa}}{\lambda_{p-pa}} = \frac{0,015}{0,93} = 0,016 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C / Вт)},$$

– термическое сопротивление кладки из крупноформатной керамики R2:

$$R_2 = \frac{\delta_{kl}}{\lambda_{kl}} = \frac{0,51}{0,23} = 2,22 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C / Вт)},$$

– термическое сопротивление кладки из лицевого кирпича R3:

$$R_3 = \frac{\delta_{kl}}{\lambda_{kl}} = \frac{0,12}{0,5} = 0,24 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C / Вт)},$$

2) по формуле (21) определяются расчетные значения коэффициентов теплоусвоения каждого слоя ограждающей конструкции:

– коэффициент теплоусвоения штукатурного слоя  $s_1$ :

$$s_1 = 0,27 \cdot \sqrt{\lambda_{p-pa} \cdot \gamma_0 \cdot (c_0 + 0,0419 \cdot \omega)} = 0,27 \cdot \sqrt{0,93 \cdot 1800 \cdot (0,84 + 0,0419 \cdot 4,0)} = 1,09 \text{ (Вт/м}^2 \cdot \text{°C)},$$

– коэффициент теплоусвоения кладки из крупноформатной керамики  $s_2$ :

$$s_2 = 0,27 \cdot \sqrt{\lambda_{kl} \cdot \gamma_0 \cdot (c_0 + 0,0419 \cdot \omega)} = 0,27 \cdot \sqrt{0,23 \cdot 800 \cdot (0,88 + 0,0419 \cdot 15)} = 3,56 \text{ (Вт/м}^2 \cdot \text{°C)},$$

– коэффициент теплоусвоения кладки из лицевого кирпича  $s_3$ :

$$s_3 = 0,27 \cdot \sqrt{\lambda_{kl} \cdot \gamma_0 \cdot (c_0 + 0,0419 \cdot \omega)} = 0,27 \cdot \sqrt{0,5 \cdot 1200 \cdot (0,88 + 0,0419 \cdot 2)} = 6,49 \text{ (Вт/м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

3) по формуле (19) определяется характеристика тепловой инерции  $D$  рассматриваемой стеновой конструкции:

$$D = R_1 \cdot s_1 + R_2 \cdot s_2 + R_3 \cdot s_3 = 0,016 \cdot 1,09 + 2,22 \cdot 3,56 + 0,24 \cdot 6,49 = 9,64.$$

Конструкция стены - большой инерционности ( $D > 7$ ): коэффициент  $b$  по табл. 7.1 принимается равным 2,4.

Термическое сопротивление ограждающей конструкции  $R_k$  [м<sup>2</sup>·°C/Вт] с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев:

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{\alpha,1}, \quad (22)$$

где  $R_1, R_2, \dots, R_n$  – термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции [м<sup>2</sup>·°C/Вт], определяемые по формуле (7);  $R_{\alpha,1}$  – термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, принимаемое по табл. 7.

Таблица 7.

Термическое сопротивление замкнутых воздушных прослоек  $R_{\alpha,d}$

Толщина воздушной прослойки, [м]	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки $R_{\alpha,d}$ , [м <sup>2</sup> ·°C/Вт]			
	горизонтальной при потоке теплоты снизу вверх и вертикальной		горизонтальной при потоке теплоты 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

**Примечание.** При наличии на одной или обеих поверхностях воздушной прослойки теплоотражающей алюминиевой фольги термическое сопротивление следует увеличивать в два раза

Сопротивление теплопередаче  $R_0$  [м<sup>2</sup>·°C/Вт] однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями или ограждающей конструкции в удалении от теплопроводных неоднородностей не менее, чем на две толщины ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_0 = R_{int} + R_k + R_{ext}, \quad (23)$$

где  $R_{int}=1/\alpha_{int}$ ,  $\alpha_{int}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности различных типов ограждающих конструкций [Вт/м<sup>2</sup>·°C], принимаемый по табл. 8;  $R_{ext}=1/\alpha_{ext}$ ,  $\alpha_{ext}$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающих конструкций для условий холодного периода [Вт/м<sup>2</sup>·°C], принимаемый по табл. 9;  $R_k$  – то же, что и в формуле (22).

\*Примечание. При наличии в ограждающей конструкции прослойки, вентилируемой наружным воздухом:

а) слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой и наружной поверхностью, в теплотехническом расчете не учитываются;

б) на поверхности конструкции, обращенной к стороне вентилируемой наружным воздухом прослойки, следует принимать коэффициент теплоотдачи наружной поверхности  $\alpha_{ext}$  равным **10,8 Вт/(м<sup>2</sup>·°C)**.

Таблица 8.

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции  $\alpha_{int}$

№ п/п	Внутренняя поверхность ограждения	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{int}$ , [Вт / м <sup>2</sup> ·°C]
1	Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты $h$ ребер к расстоянию $\alpha$ между гранями соседних ребер: $(h/\alpha) \leq 0,3$	8,7
2	Потолков с выступающими ребрами при отношении $(h/\alpha) > 0,3$	7,6
3	Окон	8



4	Зенитных фонарей	9,9
<p><i>Примечание:</i> коэффициент теплоотдачи <math>\alpha_{\text{int}}</math> внутренней поверхности ограждающих конструкций животноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии с требованиями СНиП 2.10.03.</p>		

Таблица 9.

**Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции  $\alpha_{\text{ext}}$  для условий холодного периода**

№ п/п	Наружная поверхность ограждающей конструкции	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{\text{ext}}$ [Вт/м <sup>2</sup> ·°С]
1	Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительно-климатической зоне	23*
2	Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительно-климатической зоне	17
3	Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	12
4	Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6
<p><i>Примечание*:</i> на поверхности конструкции, обращенной к стороне вентилируемой наружным воздухом прослойки, коэффициент теплоотдачи <math>\alpha_{\text{ext}}</math> следует принимать равным <b>10,8 Вт / м<sup>2</sup>·°С</b>.</p>		

Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче стен  $R_{\text{min}}^W$  жилых и общественных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода  $D_d$  приведены в табл. 10.1.

Таблица 10.1.

**Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для наружных стен  $R_{\text{min}}^W$**

1. Здания жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d$ , [°С·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,00035						
Коэффициент b	$D \leq 2$	2,45					
	$2 < D \leq 4$	1,75					
	$4 < D \leq 7$	1,05					
	$D > 7$	0,35					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{\text{min}}^W$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт	$D \leq 2$	3,15	3,85	4,55	5,25	5,95	6,65
	$2 < D \leq 4$	2,45	3,15	3,85	4,55	5,25	5,95
	$4 < D \leq 7$	1,75	2,45	3,15	3,85	4,55	5,25
	$D > 7$	1,05	1,75	2,45	3,15	3,85	4,55
2. Общественные здания, кроме указанных выше, административные и бытовые							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d$ , [°С·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,0003						
Коэффициент b	$D \leq 2$	2,25					
	$2 < D \leq 4$	1,55					
	$4 < D \leq 7$	0,85					
	$D > 7$	0,15					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{\text{min}}^W$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт	$D \leq 2$	2,85	3,45	4,05	4,65	5,25	5,85
	$2 < D \leq 4$	2,15	2,75	3,35	3,95	4,55	5,15

Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{\text{min}}^W$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт	$4 < D \leq 7$	1,45	2,05	2,65	3,25	3,85	4,45
	$D > 7$	0,75	1,35	1,95	2,55	3,15	3,75

*Примечание:* при проектировании (строительстве) конструкции стены с внутренним утеплением численные значения коэффициента **b** принимаются как для конструкций стен с тепловой инерцией  $D \leq 2$  вне зависимости от назначения здания.

Порядок расчета требуемого (минимально-допустимого) значения сопротивления теплопередаче конструкции стены  $R_{\text{min}}^W$  приведен в **Примере 2**.

**Пример 2.** Требуется определить минимально-допустимое сопротивление теплопередаче стены здания, проектируемого в г. Москва.

Исходные данные для проектирования: здание жилое многоквартирное, 16-ти этажное. Район проектирования: г. Москва.

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания:  $t_{\text{int}} = 20$  °С.  
Средняя температура наружного воздуха в отопительный период  $t_{\text{н}} = -3,1$  °С (по табл. 1\* СНиП 23-01).

Продолжительность отопительного периода:  $Z_{\text{от}} = 214$  сут (по табл. 1\* СНиП 23-01).  
Тепловая инерция конструкции стены:  $D=9,6$  (большой инерционности).  
Последовательность расчета требуемого минимально-допустимого значения сопротивления теплопередаче:

1) По формуле (5) для выбранного климатического района вычисляется количество градусо-суток отопительного периода:

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{н}}) \cdot Z_{\text{от}} = (20 - (-3,1)) \cdot 214 = 4943,4 \text{ (}^\circ\text{C}\cdot\text{сут)}$$

2) По формуле (18) в зависимости от рассчитанного количества градусо-суток отопительного периода  $D_d$  и параметров тепловой инерции стеновой конструкции  $D$  вычисляется минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче:

$$R_{\text{min}}^W = a \cdot D_d + b = 0,00035 \cdot 4943,4 + 0,35 = 2,08^* \text{ (м}^2\cdot\text{}^\circ\text{C/Вт)}$$

*Примечание (к примеру 2):* согласно СНиП 23-02-2003 при нормировании показателя теплосащиты стен по показателю «а» (п. 5.1.) требуемое сопротивление теплопередаче  $R_{\text{req}}$  для климатических условий г. Москвы составляет **3,13 м<sup>2</sup>·°С/Вт**. Согласно п. 5.13 СНиП 23-02-2003 при нормировании показателей теплосащиты по показателю «в» требований (п. 5.1.) данное значение может быть уменьшено на 37 %, т.е. минимально-допустимое значение для климатических условий г. Москвы может составить **0,63·3,13=1,97 м<sup>2</sup>·°С/Вт**. В данном примере показано, что по настоящим нормам минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче для стен составляет уже **2,08 м<sup>2</sup>·°С/Вт** и не может быть дальше снижено. При этом данное минимальное значение сопротивления теплопередаче может быть принято только для стен с большой тепловой инерцией ( $D > 7$ ); для стен с меньшими показателями тепловой инерции ( $D \leq 7$ ) минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче будет еще выше, при этом для стен с малой тепловой инерцией ( $D \leq 4$  – наиболее распространенный в настоящее время вариант проектирования ограждающих конструкций стен современных зданий), – существенно выше.

Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче для покрытий и перекрытий над проездами  $R_{\text{min}}^W$  жилых и общественных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода  $D_d$  приведены в табл. 10.2.

Таблица 10.2.

**Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для покрытий и перекрытий над проездами  $R_{\text{min}}^W$**

1. Здания жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d$ , [°С·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,0005						
Коэффициент b	$D \leq 2$	3,25					
	$2 < D \leq 4$	2,55					
	$4 < D \leq 7$	1,85					
	$D > 7$	1,15					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{\text{min}}^W$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт	$D \leq 2$	4,25	5,25	6,25	7,25	8,25	9,25
	$2 < D \leq 4$	3,55	4,55	5,55	6,55	7,55	8,55
	$4 < D \leq 7$	2,85	3,85	4,85	5,85	6,85	7,85
	$D > 7$	2,15	3,15	4,15	5,15	6,15	7,15
2. Общественные здания, кроме указанных выше, административные и бытовые							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d$ , [°С·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,0004						
Коэффициент b	$D \leq 2$	2,65					
	$2 < D \leq 4$	1,95					
	$4 < D \leq 7$	1,25					
	$D > 7$	0,55					

Продолжение таблицы 10.2

Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{min}^c, M^2 \cdot C/Bt$	$D \leq 2$	3,45	4,25	5,05	5,85	6,65	7,45
	$2 < D \leq 4$	2,75	3,55	4,35	5,15	5,95	6,75
	$4 < D \leq 7$	2,05	2,85	3,65	4,45	5,25	6,05
	$D > 7$	1,35	2,15	2,95	3,75	4,55	5,35

**Примечание:** при проектировании (строительстве) конструкции покрытия или перекрытия над проездом с внутренним утеплением (со стороны теплого помещения) численные значения коэффициента  $b$  принимаются как для конструкций стен с тепловой инерцией  $D \leq 2$  вне зависимости от назначения здания.

Порядок расчета требуемого (минимально-допустимого) значения сопротивления теплопередаче конструкции покрытия (совмещенного)  $R_{min}^c$  приведен в **Примере 3**.

**Пример 3.** Требуется определить минимально-допустимое сопротивление теплопередаче покрытия (совмещенного) здания, проектируемого в г. Архангельск.

**Исходные данные для проектирования:** здание жилое многоквартирное, 12-ти этажное. Район проектирования: г. Архангельск.

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания:  $t_{int} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Средняя температура наружного воздуха в отопительный период  $t_{n} = -4,4 \text{ }^\circ\text{C}$  (по табл. 1\* СНиП 23-01).

Продолжительность отопительного периода:  $z_{нт} = 253$  сут (по табл. 1\* СНиП 23-01).

Тепловая инерция конструкции стены:  $D = 5,3$  (средней инерционности).

**Последовательность расчета требуемого минимально-допустимого значения сопротивления теплопередаче:**

1) По формуле (5) для выбранного климатического района вычисляется количество градусо-суток отопительного периода:

$$D_d = (t_{int} - t_n) \cdot z_{нт} = (20 - (-4,4)) \cdot 253 = 6173,2 \text{ } (^\circ\text{C} \cdot \text{сут})$$

2) По формуле (18) в зависимости от рассчитанного количества градусо-суток отопительного периода  $D_d$  и параметров тепловой инерции стеновой конструкции  $D$  вычисляется минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче:

$$R_{min}^c = a \cdot D_d + b = 0,0005 \cdot 6173,2 + 1,85 = 4,94 \text{ } (M^2 \cdot C/Bt)$$

Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче для чердачных перекрытий, а также перекрытий над неотапливаемыми подпольями и подвалами  $R_{min}^c$  жилых и общественных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода  $D_d$  приведены в табл. 10.3.

Таблица 10.3.

Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для чердачных перекрытий, перекрытий над неотапливаемыми подпольями и подвалами  $R_{min}^c$

1. Здания жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d, [^\circ\text{C} \cdot \text{сут}]$	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,00045						
Коэффициент b	$D \leq 2$	2,95					
	$2 < D \leq 4$	2,25					
	$4 < D \leq 7$	1,55					
	$D > 7$	0,85					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{min}^c, M^2 \cdot C/Bt$	$D \leq 2$	3,85	4,75	5,65	6,55	7,45	8,35
	$2 < D \leq 4$	3,15	4,05	4,95	5,85	6,75	7,65
	$4 < D \leq 7$	2,45	3,35	4,25	5,15	6,05	6,95
	$D > 7$	1,75	2,65	3,55	4,45	5,35	6,25
2. Общественные здания, кроме указанных выше, административные и бытовые							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d, [^\circ\text{C} \cdot \text{сут}]$	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,00035						
Коэффициент b	$D \leq 2$	2,35					
	$2 < D \leq 4$	1,65					
	$4 < D \leq 7$	0,95					
	$D > 7$	0,25					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{min}^c, M^2 \cdot C/Bt$	$D \leq 2$	3,05	3,75	4,45	5,15	5,85	6,55
	$2 < D \leq 4$	2,35	3,05	3,75	4,45	5,15	5,85
	$4 < D \leq 7$	1,65	2,35	3,05	3,75	4,45	5,15
	$D > 7$	0,95	1,65	2,35	3,05	3,75	4,45

Продолжение таблицы 10.3

Примечания: 1) при проектировании (строительстве) конструкции чердачных перекрытий, а также перекрытий над неотапливаемыми подпольями и подвалами с внутренним утеплением (со стороны теплого помещения) численные значения коэффициента  $b$  принимаются как для конструкций стен с тепловой инерцией  $D \leq 2$  вне зависимости от назначения здания.

2) нормируемые значения сопротивления теплопередаче чердачных и цокольных перекрытий, отделяющих помещения здания от неотапливаемых пространств с температурой  $t_c (t_{ext} < t_c < t_{int})$ , следует уменьшать умножением величин, указанных в таблице 10.3, на коэффициент  $n$ , определяемый по примечанию к таблице 6. При этом расчетную температуру воздуха в теплом чердаке, теплом подвале, остекленной лоджии и балконе следует определять на основе расчета теплового баланса.

Порядок расчета требуемого (минимально-допустимого) значения сопротивления теплопередаче конструкции чердачного перекрытия  $R_{min}^c$  приведен в **Примере 4**.

**Пример 4.** Требуется определить минимально-допустимое сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия здания, проектируемого в г. Псков.

**Исходные данные для проектирования:** здание жилое многоквартирное, 10-ти этажное. Район проектирования: г. Псков.

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания:  $t_{int} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Средняя температура наружного воздуха в отопительный период  $t_n = -1,6 \text{ }^\circ\text{C}$  (по табл. 1\* СНиП 23-01).

Продолжительность отопительного периода:  $z_{нт} = 212$  сут (по табл. 1\* СНиП 23-01).

Тепловая инерция конструкции стены:  $D = 1,8$  (неинерционной).

**Последовательность расчета требуемого минимально-допустимого значения сопротивления теплопередаче:**

1) По формуле (5) для выбранного климатического района вычисляется количество градусо-суток отопительного периода:

$$D_d = (t_{int} - t_n) \cdot z_{нт} = (20 - (-1,6)) \cdot 212 = 4579,2 \text{ } (^\circ\text{C} \cdot \text{сут})$$

2) По формуле (18) в зависимости от рассчитанного количества градусо-суток отопительного периода  $D_d$  и параметров тепловой инерции стеновой конструкции  $D$  вычисляется минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче:

$$R_{min}^c = a \cdot D_d + b = 0,00045 \cdot 4579,2 + 2,35 = 4,4 \text{ } (M^2 \cdot C/Bt)$$

Нормируемое сопротивление теплопередаче внутренних ограждающих конструкций  $R_{min}^{int}$  при разности расчетных температур воздуха между помещениями  $6 \text{ }^\circ\text{C}$  и выше определяется по формуле:

$$R_{min}^{int} = \frac{n \cdot (t_{int} - t_{ext})}{\Delta t_n \cdot \alpha_{int}} \quad (24)$$

где  $n$  – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, численные значения которого приведены в табл. 6;  $t_{int}$ ,  $t_{ext}$  – то же, что и в формуле (3);  $\Delta t_n$  – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха  $t_{int}$  и температурой внутренней поверхности  $t_{int}$  ограждающей конструкции  $[^\circ\text{C}]$  и приведенный в табл. 4;  $\alpha_{int}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций  $[Вт/м^2 \cdot ^\circ\text{C}]$ , принимаемый по табл. 8.

По формуле (24) следует определять также минимально-допустимое сопротивление теплопередаче для наружных светонепрозрачных ограждающих конструкций общественных зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации (осенью или весной), а также зданий с расчетной температурой внутреннего воздуха  $12 \text{ }^\circ\text{C}$  и ниже. К данной категории зданий могут быть отнесены, например, здания летних кафе и кинотеатров, а также павильонов, не предназначенных для эксплуатации в зимний период.

В общественных зданиях, предназначенных для сезонной эксплуатации, в качестве расчетной температуры наружного воздуха в холодный период года  $t_{ext} [^\circ\text{C}]$  следует принимать минимальную температуру наиболее холодного месяца, определяемую как среднюю месячную температуру января по табл. 3\* СНиП 23-01, уменьшенную на среднюю суточную амплитуду температуры воздуха наиболее холодного месяца (табл. 1\* СНиП 23-01).

Для теплых чердаков и техподполий, а также в неотапливаемых лестничных клетках жилых зданий с применением квартирной системы теплоснабжения расчетную температуру воздуха в этих помещениях следует принимать по расчету теплового баланса (см. п.7 настоящих норм), но не менее  $2 \text{ }^\circ\text{C}$  для техподполий и не менее  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  для неотапливаемых лестничных клеток. Расчетная температура воздуха в чердаке  $[^\circ\text{C}]$ , устанавливаемая по расчету теплового баланса для 6–8 этажных зданий принимается равной  $14 \text{ }^\circ\text{C}$ , для 9–12 этажных зданий –  $15–16 \text{ }^\circ\text{C}$ , для 14–17 этажных зданий –  $17–18 \text{ }^\circ\text{C}$ . Для зданий ниже 6-ти этажей чердак, как правило, выполняется холодным, а вытяжные каналы из каждой квартиры выводят на кровлю.

Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, контактирующих с грунтом,  $R_{f}^c$  следует определять по следующей методике. Ограждения, контактирующие с грунтом, разбиваются на зоны шириной 2 м, начиная от верха наружных стен подвала, контактирующих с грунтом, как показано на рис. 1. Отсчет зон начинается по стене от уровня земли, а если стен по грунту нет, то зоной I является полоса пола, ближайшая к наружной стене.

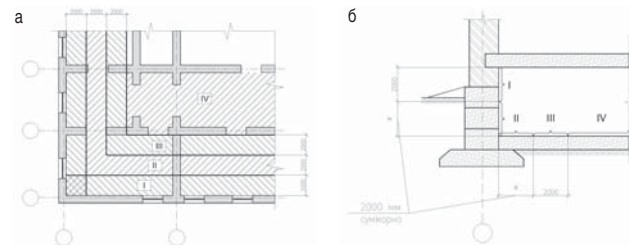


Рис. 1. Распределение поверхности пола (а) и заглубленных частей наружных стен (б), контактирующих с грунтом, по расчетным зонам I–IV.

Продолжение таблицы 11.1

Следующие две полосы будут иметь номера II и III, а остальная часть пола составит зону IV. При этом одна зона (любая) может начинаться на стене, а продолжаться на полу.

Пол или стена, не содержащие в своем составе утепляющих слоев из материалов с коэффициентом теплопроводности  $\lambda \leq 1,2$  Вт/(м·°C/Вт), называются неутепленными (n.is). Сопротивление теплопередаче такого пола принято обозначать  $R_{n.is}^f$  [м²·°C/Вт]. Для каждой зоны неутепленного пола предусмотрены следующие нормативные значения сопротивлений теплопередаче:

- зона I:  $R_{n.is}^I = 2,1$  м²·°C/Вт;
- зона II:  $R_{n.is}^{II} = 4,3$  м²·°C/Вт;
- зона III:  $R_{n.is}^{III} = 8,6$  м²·°C/Вт;
- зона IV:  $R_{n.is}^{IV} = 14,2$  м²·°C/Вт.

Если в конструкции пола, расположенного на грунте, имеются утепляющие слои, его называют утепленным (is), а его сопротивление теплопередаче  $R_{is}^f$  [м²·°C/Вт] определяется по формуле:

$$R_{is}^f = R_{n.is}^f + \frac{\delta_{is}}{\lambda_{is}}, \quad (25)$$

где  $R_{n.is}^f$  – сопротивление теплопередаче рассматриваемой зоны (I-IV) неутепленного пола [м²·°C/Вт];  $\delta_{is}$  – толщина утепляющего слоя [м];  $\lambda_{is}$  – коэффициент теплопроводности материала утепляющего слоя [Вт/(м·°C)].

Для полов на лагах сопротивление теплопередаче  $R_L^f$  [м²·°C/Вт] рассчитывается по формуле:

$$R_L^f = 1,18 \cdot R_{is}^f \quad (26)$$

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций  $R^f$ , контактирующих с грунтом, определяется по формуле:

$$R^f = \frac{A_{sum}^f}{\left( \frac{A_I^f}{R_I} + \frac{A_{II}^f}{R_{II}} + \frac{A_{III}^f}{R_{III}} + \frac{A_{IV}^f}{R_{IV}} \right)}, \quad (27)$$

где  $A_{sum}^f$  – суммарная площадь ограждающих конструкций здания, контактирующих с грунтом [м²];  $A_I^f, A_{II}^f, A_{III}^f, A_{IV}^f$  – площади соответственно зон I, II, III, IV ограждающих конструкций зданий, контактирующих с грунтом;  $R_I, R_{II}, R_{III}, R_{IV}$  – сопротивления теплопередаче соответственно зон I, II, III, IV ограждающих конструкций зданий, контактирующих с грунтом.

Минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче для входных дверей и дверей (без тамбура) квартир первых этажей и ворот, дверей квартир с неотапливаемыми лестничными клетками, а также наружных дверей на балконы из отапливаемых лестничных клеток  $R_{min}^{ed}$  [м²·°C/Вт] должно быть не менее:

$$R_{min}^{ed} = 0,6 \cdot \frac{n \cdot (t_{int} - t_{ext})}{\Delta t_n \cdot \alpha_{int}}, \quad (28)$$

где  $n, \Delta t_n, \alpha_{int}$  – то же, что и в формуле (24);  $t_{int}, t_{ext}$  – то же, что и в формуле (3).

Минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче для дверей в квартирах выше первого этажа  $R_{min}^{ed}$  зданий с отапливаемыми лестничными клетками должно быть не менее 0,55 [м²·°C/Вт].

### 6.3.2.2. Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче для светопрозрачных ограждающих конструкций жилых и общественных зданий

К светопрозрачным ограждающим конструкциям относятся окна и балконные двери, витрины, витражи, а также фонари зданий с вертикальным остеклением.

Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче для окон и балконных дверей, витрин и витражей зависят от степени остекленности фасадов  $f$  и определяются исходя из градусо-суток отопительного периода  $D_d$  по формуле (18).

Коэффициент остекленности фасадов  $f$  определяется по формуле:

$$f = \frac{A_f}{A_{w+f+ed}}, \quad (29)$$

где  $A_f$  – площадь окон, балконных дверей, витражей здания [м²];  $A_{w+f+ed}$  – площадь наружных стен ( $w$ ), окон и балконных дверей ( $f$ ), входных дверей ( $ed$ ) [м²].

При определении коэффициента остекленности фасада  $f$  в суммарную площадь ограждающих конструкций следует включать все продольные и торцевые стены.

Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче для фонарей с вертикальным остеклением определяются исходя из градусо-суток отопительного периода  $D_d$  по формуле (18) и не зависят от степени остекленности фасадов  $f$ .

Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче для окон, балконных дверей, витрин и витражей  $R_{min}^f$  жилых и общественных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода  $D_d$  приведены в табл. 11.1.

Таблица 11.1.

Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для окон, балконных дверей, витрин и витражей

1. Здания жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d$ , [°C·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,000075	0,000075	0,00005	0,00005	0,000025	0,000025	
Коэффициент б	$f \leq 0,18$	0,15	0,15	0,3	0,3	0,5	0,5
	$f \leq 0,36$	0,25	0,25	0,4	0,4	0,6	0,6
	$f \leq 0,54$	0,35	0,35	0,5	0,5	0,7	0,7
	$f > 0,55$	0,45	0,45	0,6	0,6	0,8	0,8

Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{min}^f$ , м²·°C/Вт	$f \leq 0,18$	0,3	0,45	0,6	0,7	0,75	0,8
	$f \leq 0,36$	0,4	0,55	0,7	0,8	0,85	0,9
	$f \leq 0,54$	0,5	0,65	0,8	0,9	0,95	1
	$f > 0,55$	0,6	0,75	0,9	1	1,05	1,1
2. Общественные здания, кроме указанных выше, административные и бытовые							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d$ , [°C·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,00005						
Коэффициент б	$f \leq 0,25$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	$f \leq 0,50$	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	$f \leq 0,75$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	$f > 0,75$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{min}^f$ , м²·°C/Вт	$f \leq 0,25$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
	$f \leq 0,50$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	$f \leq 0,75$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	$f > 0,75$	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
<b>Примечания:</b> 1) для группы зданий в поз.1 (здания жилые и т.п.) коэффициент а для интервала градусо-суток $D_d < 6000$ °C·сут принимается равным 0,000075, для интервала градусо-суток $6000 \leq D_d \leq 8000$ °C·сут принимается равным 0,00005, для интервала градусо-суток $D_d > 8000$ °C·сут принимается равным 0,000025. 2) сопротивление теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее чем в 1,5 раза выше минимально-допустимого сопротивления теплопередаче $R_{min}^f$ светопрозрачной части этих конструкций.							

Площадь светопроемов мансардных окон не должна превышать 10% площади пола освещаемых помещений.

Порядок расчета требуемого (минимально-допустимого) значения сопротивления теплопередаче для окон здания  $R_{min}^f$  приведен в Примере 5.

**Пример 5.** Требуется определить минимально-допустимое сопротивление теплопередаче окон здания, проектируемого в г. Екатеринбург.

**Исходные данные для проектирования:** здание жилое многоквартирное, 17-ти этажное. Район проектирования: г. Екатеринбург.

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания:  $t_{int} = 20$  °C.

Средняя температура наружного воздуха в отопительный период  $t_{n} = -6,0$  °C (по табл. 1\* СНиП 23-01).

Продолжительность отопительного периода:  $z_{n} = 230$  сут (по табл. 1\* СНиП 23-01).

Коэффициент остекленности фасадов:  $f = 0,17 < 0,18$ .

**Последовательность расчета требуемого минимально-допустимого значения сопротивления теплопередаче:**

1) По формуле (5) для выбранного климатического района вычисляется количество градусо-суток отопительного периода:

$$D_d = (t_{int} - t_n) \cdot z_n = (20 - (-6,0)) \cdot 230 = 5980 \text{ (}^\circ\text{C}\cdot\text{сут)}$$

2) По формуле (18) в зависимости от рассчитанного количества градусо-суток отопительного периода  $D_d$  и коэффициента остекленности фасадов  $f$  вычисляется минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче:

$$R_{min}^f = a \cdot D_d + b = 0,00075 \cdot 5980 + 0,15 = 0,6 \text{ (м}^2\cdot\text{}^\circ\text{C/Вт)}$$

Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче для фонарей с вертикальным остеклением  $R_{min}^{F_2}$  жилых и общественных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода  $D_d$  приведены в табл. 11.2.

Таблица 11.2.

Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для фонарей с вертикальным остеклением  $R_{min}^{F_2}$

1. Здания жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d$ , [°C·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,000025						
Коэффициент б	0,25						
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{min}^{F_2}$ , м²·°C/Вт	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	
2. Общественные здания, кроме указанных выше, административные и бытовые							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d$ , [°C·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,000025						
Коэффициент б	0,25						

Продолжение таблицы 11.3

Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{\min}^2$ , $m^2 \cdot C/Bt$	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55
---	-----	------	-----	------	-----	------

Площадь светопроемов зенитных фонарей не должна превышать 15% площади пола освещаемых помещений.

Порядок расчета требуемого (минимально-допустимого) значения сопротивления теплопередаче для фонарей с вертикальным остеклением здания  $R_{\min}^2$  приведен в Примере 6.

**Пример 6.** Требуется определить минимально-допустимое сопротивление теплопередаче фонарей с вертикальным остеклением здания торгового центра, проектируемого в г. Краснодаре.

Исходные данные для проектирования: здание общественное (торговый центр), 6-ти этажное, помещения категории 3в (помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении стоя без уличной одежды).

Район проектирования г. Краснодар.

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания:  $t_{\text{вн}} = 18^\circ C$  (по табл. 2 ГОСТ 30494).

Средняя температура наружного воздуха в отопительный период  $t_{\text{н}} = 2,0^\circ C$  (по табл. 1\* СНиП 23-01).

Продолжительность отопительного периода:  $z_{\text{от}} = 149$  сут (по табл. 1\* СНиП 23-01).

Последовательность расчета требуемого минимально-допустимого значения сопротивления теплопередаче:

1) По формуле (5) для выбранного климатического района вычисляется количество градусо-суток отопительного периода:

$$D_d = (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}) \cdot z_{\text{от}} = (20 - 2,0) \cdot 149 = 2384 \text{ (}^\circ C \cdot \text{сут)}$$

2) По формуле (18) в зависимости от рассчитанного количества градусо-суток отопительного периода  $D_d$  вычисляется минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче:

$$R_{\min}^2 = a \cdot D_d + b = 0,00025 \cdot 2384 + 0,25 = 0,31 \text{ (}m^2 \cdot C/Bt)$$

**6.4. Метод по ограждающим конструкциям (поэлементный)**

Метод по ограждающим конструкциям (поэлементный) является базовым методом нормирования теплозащитных свойств ограждающих конструкций производственных зданий. Метод нормирует минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче  $R_{\min}$  [ $m^2 \cdot C/Bt$ ] ограждающих конструкций, а также окон и фонарей (с вертикальным остеклением или с углом наклона более  $45^\circ$ ).

Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче  $R_{\min}$  [ $m^2 \cdot C/Bt$ ] светонепрозрачных ограждающих конструкций определяются в зависимости от градусо-суток отопительного периода района строительства  $D_d$  [ $^\circ C \cdot \text{сут}$ ] по формуле (18) и зависят от тепловой инерции стен  $D$ , определяемой по формуле (19).

Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче  $R_{\min}$  [ $m^2 \cdot C/Bt$ ] светопрозрачных ограждающих конструкций определяются в зависимости от градусо-суток отопительного периода района строительства  $D_d$  [ $^\circ C \cdot \text{сут}$ ] по формуле (18) и зависят от степени остекленности фасадов  $f$ , определяемой по формуле (29).

Поэлементный метод допускается использовать также для зданий малозэтажных отдельностоящих при выполнении следующих условий: число этажей – не более двух, число квартир – не более трех.

**6.4.1. Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче для светонепрозрачных ограждающих конструкций производственных зданий**

К светонепрозрачным ограждающим конструкциям относятся наружные стены зданий, покрытия, перекрытия над проездами, перекрытия над неотопляемыми подпольями и подвалами, чердачные перекрытия.

Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче стен производственных зданий  $R_{\min}^c$  производственных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода  $D_d$  приведены в табл. 12.1.

Таблица 12.1.

Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для наружных стен  $R_{\min}^c$  производственных зданий

1. Производственные здания с влажным или мокрым режимом							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d$ , [ $^\circ C \cdot \text{сут}$ ]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,0003						
Коэффициент b	$D \leq 2$	2,4					
	$2 < D \leq 4$	1,7					
	$4 < D \leq 7$	1					
	$D > 7$	0,3					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{\min}^c$ , $m^2 \cdot C/Bt$	$D \leq 2$	3	3,6	4,2	4,8	5,4	6
	$2 < D \leq 4$	2,3	2,9	3,5	4,1	4,7	5,3
	$4 < D \leq 7$	1,6	2,2	2,8	3,4	4	4,6
	$D > 7$	0,9	1,5	2,1	2,7	3,3	3,9
2. Производственные здания с сухим и нормальным режимами							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d$ , [ $^\circ C \cdot \text{сут}$ ]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	

Продолжение таблицы 12.1

Коэффициент а	0,0002						
Коэффициент b	$D \leq 2$	2,4					
	$2 < D \leq 4$	1,7					
	$4 < D \leq 7$	1					
	$D > 7$	0,3					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{\min}^w$ , $m^2 \cdot C/Bt$	$D \leq 2$	2,8	3,2	3,6	4	4,4	4,8
	$2 < D \leq 4$	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,1
	$4 < D \leq 7$	1,4	1,8	2,2	2,6	3	3,4
	$D > 7$	0,7	1,1	1,5	1,9	2,3	2,7
<b>Примечание:</b> при проектировании (строительстве) конструкции стены с внутренним утеплением численные значения коэффициента b принимаются как для конструкций стен с тепловой инерцией $D \leq 2$ вне зависимости от назначения здания.							

Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче для покрытий и перекрытий над проездами  $R_{\min}^i$  производственных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода  $D_d$  приведены в табл. 12.2.

Таблица 12.2.

Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для покрытий и перекрытий над проездами  $R_{\min}^i$  производственных зданий

1. Производственные здания с влажным или мокрым режимом							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d$ , [ $^\circ C \cdot \text{сут}$ ]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,0004						
Коэффициент b	$D \leq 2$	2,65					
	$2 < D \leq 4$	1,95					
	$4 < D \leq 7$	1,25					
	$D > 7$	0,55					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{\min}^i$ , $m^2 \cdot C/Bt$	$D \leq 2$	3,45	4,25	5,05	5,85	6,65	7,45
	$2 < D \leq 4$	2,75	3,55	4,35	5,15	5,95	6,75
	$4 < D \leq 7$	2,05	2,85	3,65	4,45	5,25	6,05
	$D > 7$	1,35	2,15	2,95	3,75	4,55	5,35
2. Производственные здания с сухим и нормальным режимами							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d$ , [ $^\circ C \cdot \text{сут}$ ]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,00025						
Коэффициент b	$D \leq 2$	2,55					
	$2 < D \leq 4$	1,85					
	$4 < D \leq 7$	1,15					
	$D > 7$	0,45					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{\min}^i$ , $m^2 \cdot C/Bt$	$D \leq 2$	3,05	3,55	4,05	4,55	5,05	5,55
	$2 < D \leq 4$	2,35	2,85	3,35	3,85	4,35	4,85
	$4 < D \leq 7$	1,65	2,15	2,65	3,15	3,65	4,15
	$D > 7$	0,95	1,45	1,95	2,45	2,95	3,45
<b>Примечание:</b> при проектировании (строительстве) конструкции покрытия или перекрытия над проездом с внутренним утеплением (со стороны теплого помещения) численные значения коэффициента b принимаются как для конструкций стен с тепловой инерцией $D \leq 2$ вне зависимости от назначения здания.							

Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче для чердачных перекрытий, а также перекрытий над неотопляемыми подпольями и подвалами  $R_{\min}^c$  производственных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода  $D_d$  приведены в табл. 12.3.

Таблица 12.3.

Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для чердачных перекрытий, а также перекрытий над неотопляемыми подпольями и подвалами  $R_{\min}^c$  производственных зданий

1. Производственные здания с влажным или мокрым режимом						
Градусо-сутки отопительного периода $D_d$ , [ $^\circ C \cdot \text{сут}$ ]	2000	4000	6000	8000	10000	12000
Коэффициент а	0,00035					

Продолжение таблицы 12.3

Коэффициент <b>b</b>	$D \leq 2$	2,35					
	$2 < D \leq 4$	1,65					
	$4 < D \leq 7$	0,95					
	$D > 7$	0,25					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{\min}^e, \text{M}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$	$D \leq 2$	3,05	3,75	4,45	5,15	5,85	6,55
	$2 < D \leq 4$	2,35	3,05	3,75	4,45	5,15	5,85
	$4 < D \leq 7$	1,65	2,35	3,05	3,75	4,45	5,15
	$D > 7$	0,95	1,65	2,35	3,05	3,75	4,45
<b>2. Производственные здания с сухим и нормальным режимами</b>							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d, [^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}]$	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент <b>a</b>	0,0002						
Коэффициент <b>b</b>	$D \leq 2$	2,35					
	$2 < D \leq 4$	1,65					
	$4 < D \leq 7$	0,95					
	$D > 7$	0,25					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{\min}^e, \text{M}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$	$D \leq 2$	2,75	3,15	3,55	3,95	4,35	4,75
	$2 < D \leq 4$	2,05	2,45	2,85	3,25	3,65	4,05
	$4 < D \leq 7$	1,35	1,75	2,15	2,55	2,95	3,35
	$D > 7$	0,65	1,05	1,45	1,85	2,25	2,65

**Примечания:** 1) при проектировании (строительстве) конструкции чердачных перекрытий, а также перекрытий над неотапливаемыми подпольями и подвалами с внутренним утеплением (со стороны теплого помещения) численные значения коэффициента **b** принимаются как для конструкций стен с тепловой инерцией  $D \leq 2$  вне зависимости от назначения здания.

2) нормируемые значения сопротивления теплопередаче чердачных и цокольных перекрытий, отделяющих помещения здания от неотапливаемых пространств с температурой  $t_c (t_{\text{вн}} < t_c < t_{\text{вн}})$ , следует уменьшать умножением величин, указанных в таблице 10.3, на коэффициент **n**, определяемый по примечанию к таблице 6. При этом расчетную температуру воздуха в теплом чердаке, теплом подвале, остекленной лоджии и балконе следует определять на основе расчета теплового баланса.

Для производственных зданий с избытками явной теплоты (более 23 Вт/м<sup>3</sup>), и зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации (осенью или весной), а также зданий с расчетной температурой внутреннего воздуха 12°C и ниже, минимально-допустимое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций следует принимать не менее значений, определяемых по формуле (24).

В производственных зданиях, предназначенных для сезонной эксплуатации, в качестве расчетной температуры наружного воздуха в холодный период года  $t_{\text{вн}} [^{\circ}\text{C}]$  следует принимать минимальную температуру наиболее холодного месяца, определяемую как среднюю месячную температуру января по таблице 3\* СНиП 23-01, уменьшенную на среднюю суточную амплитуду температуры воздуха наиболее холодного месяца (табл. 1\* СНиП 23-01).

При проектировании зданий холодильников нормативное значение сопротивления теплопередаче перекрытий над проветриваемыми подпольями следует принимать по табл. 7 СНиП 2.11.02.

6.4.2. Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче для светопрозрачных ограждающих конструкций производственных зданий

К светопрозрачным ограждающим конструкциям относятся окна и балконные двери, витрины, витражи, а также фонари зданий с вертикальным остеклением. Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче для светопрозрачных ограждающих конструкций производственных определяются исходя из градусо-суток отопительного периода  $D_d$  по формуле (18) и не зависят от степени остекленности фасадов **f**.

Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче для окон, балконных дверей, витрин и витражей  $R_{\min}^e$  производственных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода  $D_d$ , приведены в табл. 13.1.

Таблица 13.1.

<b>Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для окон, балконных дверей, витрин и витражей производственных зданий</b>							
1. Здания производственные с влажным или мокрым режимом							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d, [^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}]$	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент <b>a</b>	0,00005						
Коэффициент <b>b</b>	0,2						
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{\min}^e, \text{M}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	

Продолжение таблицы 13.1

<b>2. Здания производственные с сухим и нормальным режимами</b>							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d, [^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}]$	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент <b>a</b>	0,00025						
Коэффициент <b>b</b>	0,2						
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{\min}^e, \text{M}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	

**Примечание:** сопротивление теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее чем в 1,5 раза выше минимально-допустимого сопротивления теплопередаче  $R_{\min}^e$  светопрозрачной части этих конструкций.

Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче для фонарей с вертикальным остеклением  $R_{\min}^e$  производственных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода  $D_d$ , приведены в табл. 13.2.

Таблица 13.2.

Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для фонарей с вертикальным остеклением производственных зданий

<b>1. Здания производственные с влажным или мокрым режимом</b>							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d, [^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}]$	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент <b>a</b>	0,00025						
Коэффициент <b>b</b>	0,25						
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{\min}^e, \text{M}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	
<b>2. Здания производственные с сухим и нормальным режимами</b>							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d, [^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}]$	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент <b>a</b>	0,00025						
Коэффициент <b>b</b>	0,15						
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{\min}^e, \text{M}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	

Площадь светопроемов зенитных фонарей не должна превышать 15% площади пола освещаемых помещений.

Приведенное сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций (окон, балконных дверей, фонарей) принимается на основании сертификационных испытаний; при отсутствии результатов сертификационных испытаний следует принимать значения по своду правил.

**6.5. Компенсационный метод**

Компенсационный метод нормирования применяется для жилых и общественных в том случае, если в здании применены приточно-вытяжные системы вентиляции с рекуперацией тепла. При использовании данного метода допускается снижение не более, чем на 10 % нормируемого удельного расхода тепловой энергии  $q_{\text{н}}^{\text{req}}$  [кДж/(м<sup>3</sup>·°C·сут)], численные значения которого для жилых и общественных зданий приведены в таблице 5 настоящих норм. Компенсационный метод может быть применен только в том случае, если количество тепловой энергии, получаемой за счет рекуперации, превышает дополнительные

Расход тепловой энергии на подогрев вентиляционного воздуха  $Q_{\text{н}}^{\text{inf}}$  [МДж] в случае использования вентиляционных систем с рекуперацией тепла определяется по формуле:

$$Q_{\text{н}}^{\text{inf}} = 0,0864 \cdot (0,28 \cdot c \cdot n_a \cdot V_{\text{н}} \cdot \rho) \quad (30)$$

где **c**,  $n_a$ ,  $V_{\text{н}}$ ,  $\rho$  – 0,0864, 0,28 – то же, что и в формуле (8);  $n_v$  – коэффициент полезного действия (КПД) системы вентиляции с рекуперацией тепла.

КПД  $n_v$  системы вентиляции с рекуперацией тепла должен быть не менее 30 %. Если при проектировании использован компенсационный метод, расчет комплексных показателей тепловой энергии производится по методике, изложенной в п. 6.3.1 за одним исключением, – при расчете расхода тепловой энергии на подогрев вентиляционного воздуха вместо формулы (9) используется формула (30).

При использовании компенсационного метода нормирования нормативные показатели тепловой защиты считаются выполненными в том случае, если выполняются два следующих условия:

1)  $q_{\text{н}}^{\text{des}} \leq 1,1 \cdot q_{\text{н}}^{\text{req}}$ , (31)

где  $q_{\text{н}}^{\text{des}}$  – расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период [кДж/м<sup>3</sup>·°C·сут];  $q_{\text{н}}^{\text{req}}$  – нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период [кДж/м<sup>3</sup>·°C·сут];

2) дополнительные затраты энергии, связанные с повышением на 10 % нормируемого уровня расхода тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период, будут компенсированы уменьшением расхода тепловой энергии на подогрев вентиляционного воздуха за счет применения приточно-принудительной системы вентиляции с рекуперацией тепла.

## 6.6. Ограничение температуры и конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции

6.6.1. Расчетный температурный перепад  $\Delta t_n$  [°C] между температурой внутреннего воздуха  $t_{int}$  и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин  $\Delta t_n$  [°C], установленных в табл. 4, и определяется по формуле

$$\Delta t_n = \frac{n \cdot (t_{int} - t_{ext})}{\alpha_{int} \cdot R_0}, \quad (31)$$

где  $n$  – то же, что и в формуле (3);  $t_{int}$  – то же, что и в формуле (2);  $t_{ext}$  – то же, что и в формуле (3);  $R_0$  – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, [m<sup>2</sup>·°C/Вт];  $\alpha_{int}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций [Вт/(m<sup>2</sup>·°C)], принимаемый по табл. 8.

6.6.2. Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции (за исключением вертикальных светопрозрачных конструкций) в зоне теплопроводных включений (диафрагм, сквозных швов из раствора, стыков панелей, ребер, шпонок и гибких связей в многослойных панелях, жестких связей облегченной кладки и др.), в углах и оконных откосах, а также зенитных фонарей должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года.

Численные значения температуры точки росы  $t_d$  [°C] для различных значений температуры  $t_{int}$  [°C] и относительной влажности воздуха  $\phi_{int}$  [%] в помещении приведены в Приложении В настоящих норм.

**Примечание:** Относительную влажность внутреннего воздуха  $\phi_{int}$  для определения температуры точки росы в местах теплопроводных включений ограждающих конструкций, в углах и оконных откосах, а также зенитных фонарей следует принимать:

- для помещений жилых зданий, больничных учреждений, диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, общеобразовательных детских школ, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов – 55%;
- для помещений кухонь – 60%;
- для ванных комнат – 65%;
- для теплых подвалов и подполий с коммуникациями – 75%;
- для теплых чердаков жилых зданий – 55%;
- для помещений общественных зданий (кроме вышеуказанных) – 50%.

6.6.3. Температура внутренней поверхности конструктивных элементов остекления окон зданий (кроме производственных) должна быть не ниже плюс 3°С, а непрозрачных элементов окон – не ниже температуры точки росы при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года, для производственных зданий – не ниже 0°С.

## 7. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ

7.1. Повышение энергетической эффективности существующих зданий следует осуществлять при реконструкции, модернизации и капитальном ремонте этих зданий. При частичной реконструкции здания (в том числе при изменении габаритов здания за счет пристраиваемых и надстраиваемых объемов) допускается требования настоящих норм распространять на изменяемую часть здания.

7.2. Для жилых и общественных зданий требования настоящих норм считаются выполненными, если расчетное значение удельного расхода тепловой энергии на отопление существующего здания или его изменяемой части  $q_{des}^{des}$ , определяемое согласно п. 6.3.1 настоящих норм, не превышает нормируемых величин  $q_{n}^{req}$ , установленных в табл. 5 СНиП 23-02-2010. При этом фактические значения сопротивлений теплопередаче наружных ограждающих конструкций должны быть не менее минимально-допустимых значений, приведенных в табл. 10.1–10.3, 11.1–11.2.

7.3. Для производственных зданий, а также зданий малозэтажных отдельно стоящих, с числом квартир не более трех, числом этажей – не более двух, требования настоящих норм считаются выполненными, если фактические значения приведенных сопротивлений теплопередаче наружных ограждающих конструкций здания не меньше минимально-допустимых сопротивлений теплопередаче, приведенных в табл. 12.1–12.3, 13.1–13.2.

7.4. Расчетная величина удельного расхода тепловой энергии на отопление здания может быть снижена, следуя указаниям п. 6.5.

7.5. Выбор мероприятий по повышению тепловой защиты при реконструкции зданий рекомендуется выполнять на основе технико-экономического сравнения проектных решений увеличения или замены теплозащиты отдельных видов ограждающих конструкций здания (чердачных и цокольных перекрытий, светопрозрачных и прочих конструкций), начиная с повышения эксплуатационных качеств более дешевых вариантов ограждающих конструкций.

7.6. При замене светопрозрачных конструкций на более энергоэффективные следует предусматривать дополнительные мероприятия с целью обеспечения требуемой воздухопроницаемости этих конструкций согласно разделу 9 настоящих норм.

## 8. ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТЬ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

### В теплый период года

8.1. В районах со среднемесячной температурой июля 21°С и выше расчетная амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций (наружных стен и перекрытий/покрытий)  $A_{t,ext}^{des}$  [°C] зданий жилых, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов, а также производственных зданий, в которых необходимо соблюдать оптимальные параметры температуры и относительной влажности воздуха в рабочей зоне в теплый период года или по условиям технологии поддерживать постоянными температуру или температуру и относи-

тельную влажность воздуха, не должна быть более нормируемой амплитуды колебаний температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции  $A_{t,ext}^{req}$  [°C], определяемой по формуле

$$A_{t,ext}^{req} = 2,5 \cdot 0,1(t_{ext} - 21), \quad (32)$$

где  $t_{ext}$  – средняя месячная температура наружного воздуха за июль [°C], принимаемая по табл. 3\* СНиП 23-01.

Расчетную амплитуду колебаний температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции  $A_{t,ext}^{des}$  следует определять по п.8.6.

8.2. Для окон и фонарей районов и зданий, указанных в п.8.1, следует предусматривать солнцезащитные устройства. Коэффициент теплопропускания солнцезащитного устройства  $\beta_s^{des}$  должен быть не более нормируемой величины  $\beta_s^{req}$ , установленной табл. 14. Коэффициенты теплопропускания солнцезащитных устройств следует определять по своду правил.

Нормируемые значения коэффициента теплопропускания солнцезащитного устройства

Таблица 14.

№ п/п	Здания	Коэффициент теплопропускания солнцезащитного устройства $\beta_s^{req}$
1	Здания жилые, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов	0,2
2	Производственные здания, в которых должны соблюдаться оптимальные нормы температуры и относительной влажности воздуха в рабочей зоне; или по условиям технологии должны поддерживаться постоянными температура или температура и относительная влажность воздуха	0,4

8.3. При проектировании ограждающих конструкций с учетом их теплоустойчивости необходимо руководствоваться следующими положениями:

• теплоустойчивость конструкции зависит от порядка расположения слоев материалов; величина затухания амплитуды колебаний температуры наружного воздуха  $v$  в двухслойной конструкции увеличивается, если более теплоустойчивый материал расположен изнутри;

• наличие в конструкции ограждения воздушной прослойки увеличивает теплоустойчивость конструкции; в замкнутой воздушной прослойке целесообразно устраивать теплоизоляцию с теплоотражающей поверхностью; слои конструкции, расположенные между вентилируемой наружной поверхностью воздушной прослойкой и наружной поверхностью ограждающей конструкции, должны иметь минимально возможную толщину; наиболее целесообразно выполнять эти слои из тонких металлических или асбестоцементных листов.

8.4. Величину затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха  $v$  в ограждающей конструкции, состоящей из однородных слоев, рассчитывают по формуле:

$$v = 0,9 \cdot 2,718^{D/\sqrt{D}} \left[ (s_1 + \alpha_{int})(s_2 + Y_1) \dots (s_n + Y_{n-1}) \times (\alpha_{ext} + Y_n) \right] / \left[ (s_1 + Y_1)(s_2 + Y_2) \dots (s_n + Y_n) \alpha_{ext} \right], \quad (33)$$

где  $D$  – тепловая инерция ограждающей конструкции, определяемая по формуле (19);  $s_1, s_2, \dots, s_n$  – расчетные коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоев ограждающей конструкции [Вт/(m<sup>2</sup>·°C)], рассчитываемые по формуле (21);  $Y_1, Y_2, \dots, Y_{i-1}$  – коэффициенты теплоусвоения наружной поверхности отдельных слоев ограждающей конструкции [Вт/(m<sup>2</sup>·°C)], определяемые согласно п.8.7;  $\alpha_{int}$  – то же, что и в формуле (23);  $\alpha_{ext}$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции по летним условиям [Вт/(m<sup>2</sup>·°C)], определяемый по формуле

$$\alpha_{ext} = 1,16(5 + 10\sqrt{v}), \quad (34)$$

где  $v$  – минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, повторяемость которых составляет 16% и более, принимаемая согласно СНиП 23-01, но не менее 1 м/с.

Величину  $v$  для многослойной неоднородной ограждающей конструкции с теплопроводными включениями в виде обрамляющих ребер принимают в соответствии с ГОСТ 26253.

8.5. Расчетную амплитуду колебаний температуры наружного воздуха  $A_{t,ext}^{des}$  [°C] рассчитывают по формуле

$$A_{t,ext}^{des} = 0,5 A_{t,ext} + \rho(I_{max} - I_{av}) / \alpha_{ext}, \quad (35)$$

где  $A_{t,ext}$  – максимальная амплитуда температуры наружного воздуха в июле, °C, принимаемая согласно СНиП 23-01;  $\rho$  – коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по таблице 15;  $I_{max}$ ,  $I_{av}$  – соответственно максимальное и среднее значения суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной) [Вт/м<sup>2</sup>], принимаемые согласно Приложению Г настоящих норм; для наружных стен – как для вертикальной поверхности западной ориентации, для покрытий – как для горизонтальной поверхности;  $\alpha_{ext}$  – то же, что и в формуле (34).

Таблица 15.

Коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности ограждающей конструкции

№ п/п	Материал наружной поверхности ограждающей конструкции	Коэффициент поглощения солнечной радиации $\rho$
1	Алюминий	0,5
2	Асбестоцементные листы	0,65
3	Асфальтобетон	0,9
4	Бетоны	0,7
5	Дерево неокрашенное	0,6
6	Защитный слой рулонной кровли из светлого гравия	0,65
7	Кирпич глиняный красный	0,7
8	Кирпич силикатный	0,6
9	Облицовка природным камнем белым	0,45
10	Окраска силикатная темно-синяя	0,7
11	Окраска известковая белая	0,3
12	Плитка облицовочная керамическая	0,8
13	Плитка облицовочная стеклянная синяя	0,6
14	Плитка облицовочная белая или палевая	0,45
15	Рубероид с песчаной посыпкой	0,9
16	Сталь листовая, окрашенная белой краской	0,45
17	Сталь листовая, окрашенная темно-красной краской	0,8
18	Сталь листовая, окрашенная зеленой краской	0,6
19	Сталь кровельная оцинкованная	0,65
20	Стекло облицовочное	0,7
21	Штукатурка известковая темно-серая или терракотовая	0,7
22	Штукатурка цементная светло-голубая	0,3
23	Штукатурка цементная темно-зеленая	0,6
24	Штукатурка цементная кремовая	0,4

8.6. Расчетную амплитуду колебаний температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции  $A_t^{des}$  [°C] рассчитывают по формуле

$$A_t^{des} = A_{t,ext}^{des} / \nu, \quad (36)$$

где  $A_{t,ext}^{des}$  – расчетная амплитуда колебаний температуры наружного воздуха, °C, определяемая согласно п. 8.5;  $\nu$  – величина затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха  $A_{t,ext}^{des}$  в ограждающей конструкции, определяемая согласно п. 8.4.

8.7. Для определения коэффициентов теплоусвоения наружной поверхности отдельных слоев ограждающей конструкции следует предварительно вычислить тепловую инерцию  $D$  каждого слоя по формуле (19).

Коэффициент теплоусвоения наружной поверхности слоя  $Y$  [Вт/(м<sup>2</sup>·°C)] с тепловой инерцией  $D \geq 1$  следует принимать равным расчетному коэффициенту теплоусвоения  $s$  материала этого слоя конструкции, рассчитанному по формуле (21).

Коэффициент теплоусвоения наружной поверхности слоя  $Y$  с тепловой инерцией  $D < 1$  следует определять расчетом, начиная с первого слоя (считая от внутренней поверхности ограждающей конструкции) следующим образом:

а) для первого слоя – по формуле

$$Y_1 = (R_1 s_1 + \alpha_{int}) / (1 + R_1 \alpha_{int}); \quad (37)$$

б) для  $i$ -го слоя – по формуле

$$Y_i = (R_i s_i + Y_{i-1}) / (1 + R_i Y_{i-1}), \quad (38)$$

где  $R_1, R_2$  – термические сопротивления соответственно первого и  $i$ -го слоев ограждающей конструкции [м<sup>2</sup>·°C/Вт], определяемые по формуле (20);  $s_1, s_2$  – расчетные коэффициенты теплоусвоения материала соответственно первого и  $i$ -го слоев [Вт/(м<sup>2</sup>·°C)], рассчитываемые по формуле (21);  $\alpha_{int}$  – то же, что и в формуле (23);  $Y_1, Y_i, Y_{i-1}$  – коэффициенты теплоусвоения наружной поверхности соответственно первого,  $i$ -го и  $(i-1)$ -го слоев ограждающей конструкции [Вт/(м<sup>2</sup>·°C)].

8.8. Ограждающая конструкция удовлетворяет требованиям норм по теплоустойчивости, если выполняется условие:

$$A_t^{des} \leq A_t^{req}. \quad (39)$$

8.9. Значения коэффициентов теплопропускания  $\beta_{sp}$  солнцезащитных устройств, применяемых для окон и фонарей зданий в районах со среднемесячной температурой июля 21 °C и выше, приведены в табл. 16.

Таблица 16.

Коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств

№ п/п	Солнцезащитные устройства	Коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств $\beta_{sp}$
<b>А. Наружные</b>		
1	Штора или маркиза из светлой ткани	0,15
2	Штора или маркиза из темной ткани	0,20
3	Ставни-жалюзи с деревянными пластинами	0,10/0,15
4	Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,15/0,20
<b>Б. Межстекольные (непротвтриваемые)</b>		
5	Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,30/0,35
6	Штора из светлой ткани	0,25
7	Штора из темной ткани	0,40
<b>В. Внутренние</b>		
8	Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,60/0,70
9	Штора из светлой ткани	0,40
10	Штора из темной ткани	0,80

**Примечания:** 1) коэффициенты теплопропускания – до черты для солнцезащитных устройств с пластинами под углом 45°, после черты – под углом 90° к плоскости проема; 2) коэффициенты теплопропускания межстекольных солнцезащитных устройств с протвтриваемым межстекольным пространством следует принимать в 2 (два) раза меньше.

8.10. Пример расчета приведен в Приложении Д.

**В холодный период года**

8.11. Расчетная амплитуда колебания результирующей температуры помещения  $A_t^{des}$  [°C] жилых, а также общественных зданий (больниц, поликлиник, детских яслей-садов и школ) в холодный период года не должна превышать ее нормируемого значения  $A_t^{req}$  в течение суток:

- при наличии центрального отопления и печей при непрерывной топке – 1,5 °C;
- при стационарном электро- теплоаккумуляционном отоплении – 2,5 °C;
- при печном отоплении с периодической топкой – 3 °C.

При наличии в здании отопления с автоматическим регулированием температуры внутреннего воздуха теплоустойчивость помещений в холодный период года не нормируется.

8.12. Расчетную амплитуду колебания результирующей температуры помещений жилых и общественных зданий в холодный период года  $A_t^{des}$  [°C] следует определять по формуле:

$$A_t^{des} = 0,7 M Q_0 / (\Sigma A_i B_i), \quad (40)$$

где  $M$  – коэффициент неравномерности теплоотдачи нагревательным прибором, принимаемый по табл. 17;  $Q_0$  – средняя теплоотдача отопительного прибора [Вт], равная теплопотерям данного помещения, определяемым в соответствии с нормативными документами;  $A_i$  – площадь  $i$ -й ограждающей конструкции [м<sup>2</sup>];  $B_i$  – коэффициент теплопоглощения поверхности  $i$ -го ограждения [Вт/(м<sup>2</sup>·°C)], определяемый по формуле

$$B_i = 1 / [(1 / \alpha_{int}) + (1 / Y_i^{int})], \quad (41)$$

$\alpha_{int}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, [Вт/(м<sup>2</sup>·°C)], равный 4,5+ $\alpha_k$ ;  $\alpha_k$  – коэффициент конвективного теплообмена внутренней поверхности [Вт/(м<sup>2</sup>·°C)], принимаемый равным для: внутреннего ограждения – 1,2; окна – 3,5; пола – 1,5; потолка – 3,5;  $Y_i^{int}$  – коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности  $i$ -й ограждающей конструкции [Вт/(м<sup>2</sup>·°C)], определяемый по п. 8.14.

Таблица 17.

Коэффициент неравномерности теплоотдачи нагревательных приборов  $M$

№ п/п	Тип отопления	Коэффициент $M$
1	Водяное отоплений зданий с непрерывным обслуживанием	0,1
2	Паровое отопление или нетеплоемкими печами: а) время подачи пара или топки печи – 18 ч, перерыв – 6ч; б) подачи пара или топки печи – 12 ч, перерыв – 12ч; в) подачи пара или топки печи – 6 ч, перерыв – 18ч	0,8 1,4 2,2
3	Водяное отопление (время топки – 6 ч)	1,5
4	Печное отопление теплоемкими печами при топке их 1 раз в сутки: - толщина стенок печи в 1/2 кирпича - толщина стенок печи в 1/2 кирпича	от 0,4 до 0,9 от 0,7 до 1,4

**Примечания:** меньшие значения  $M$  соответствуют массивным печам, большие – менее массивным легким печам. При топке печей 2 раза в сутки величину  $M$  следует уменьшать в 2,5-3 раза для кирпича со стенками в 1/4 кирпича и в 2-2,3 раза – при 1/2 кирпича.

Нумерация слоев в формуле (41) принята в направлении от внутренней к наружной поверхности ограждения.

При расчете  $A_i^{des}$  по формуле (40) для окон и остекленных наружных дверей следует принимать величину

$$B_i = 1 / (1,08R_{oi}), \quad (42)$$

где  $R_{oi}$  – сопротивление теплопередаче окна или двери [ $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ ].

**8.13.** Для определения коэффициентов теплоусвоения поверхности отдельных слоев ограждающей конструкции следует предварительно вычислить тепловую инерцию  $D$  каждого слоя по формуле (19).

**8.14.** Коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности ограждающей конструкции  $Y_{int}^{int}$ ,  $Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$ , определяется следующим образом:

а) если первый (внутренний) слой ограждающей конструкции имеет тепловую инерцию  $D > 1$ , то

$$Y_{int} = s_1; \quad (43)$$

б) если  $D_1 + D_2 + \dots + D_{n-1} < 1$ , но  $D_1 + D_2 + \dots + D_n > 1$ , то коэффициент  $Y_{int}^{int}$  следует определять последовательно расчетом коэффициентов теплоусвоения внутренней поверхности слоев конструкции, начиная с (n-1) слоя до первого следующим образом:

– для (n-1) слоя – по формуле

$$Y_{n-1} = (R_{n-1} s_{n-1}^2 + s_n) / (1 + R_{n-1} s_n); \quad (44)$$

– для i-го слоя (i = n-2, n-3, ..., 1) – по формуле

$$Y_i = (R_i s_i^2 + Y_{i+1}) / (1 + R_i Y_{i+1}). \quad (45)$$

Коэффициент  $Y_{int}^{int}$  принимается равным коэффициенту теплоусвоения поверхности i-го слоя  $Y_i$ ;

в) если для ограждающей конструкции, состоящей из n слоев,  $D_1 + D_2 + \dots + D_n > 1$ , то коэффициент  $Y_{int}^{int}$  следует определять последовательно расчетом коэффициентов  $Y_{n-1}, Y_{n-2}, \dots, Y_1$ ;

– для n-го слоя – по формуле

$$Y_n = (R_n s_n^2 + \alpha_{ext}) / (1 + R_n \alpha_{ext}); \quad (46)$$

– для i-го слоя (i = n-2, n-3, ..., 1) – по формуле (45);

г) для внутренних ограждающих конструкций величина  $Y_{int}^{int}$  определяется как для наружных ограждений, но принимается, что в середине ограждений  $s = 0$ . Для несимметричных ограждений их середину следует назначать по половине величины  $\Sigma D$  всего ограждения;

д) при наличии в ограждающей конструкции воздушной прослойки коэффициент теплоусвоения воздуха  $s$  в ней принимается равным нулю.

В формулах (43) – (46) и неравенствах:

$D_1, D_2, \dots, D_n$  – тепловая инерция соответственно 1-го, 2-го, ..., n-го слоев конструкции, определяемая по формуле (19);

$R_1, \dots, R_{n-1}, R_n$  – термические сопротивления [ $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ ] соответственно i-го, ..., (n-1)-го и n-го слоев конструкции, определяемые по формуле (20);

$s_1, \dots, s_{n-1}, s_n$  – расчетные коэффициенты теплоусвоения материала 1-го, ..., i-го, ..., (n-1)-го и n-го слоев конструкции [ $Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ], рассчитываемые по формуле (21);

$Y_{i+1}$  – коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности (i+1)-го слоя конструкции [ $Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ];

$\alpha_{ext}$  – то же, что и в формуле (23).

**8.15.** Полученная по формуле (40) расчетная амплитуда колебаний результирующей температуры помещения должна быть меньше или равна нормируемому значению.

**8.16.** Выбор типа теплоаккумулирующего прибора по показателю затухания тепловой волны в нем  $A_i^{des}$  производится по графикам рис. 2–4 для различных режимов его зарядки в зависимости от сочетания  $\Lambda/Y_n$  и  $Q_{p,c}/(\Lambda \Delta t^{des})$ , обеспечивая в левом секторе от кривых условие  $A_i^{des} \leq A_i^{req}$ .

Показатель теплоусвоения внутренних поверхностей помещения и теплоаккумуляционных слоев прибора  $Y_n$  и показатель интенсивности конвективного теплообмена в помещении  $\Lambda$  определяются соответственно по формулам:

$$Y_n = \Sigma A_i Y_i; \quad (47)$$

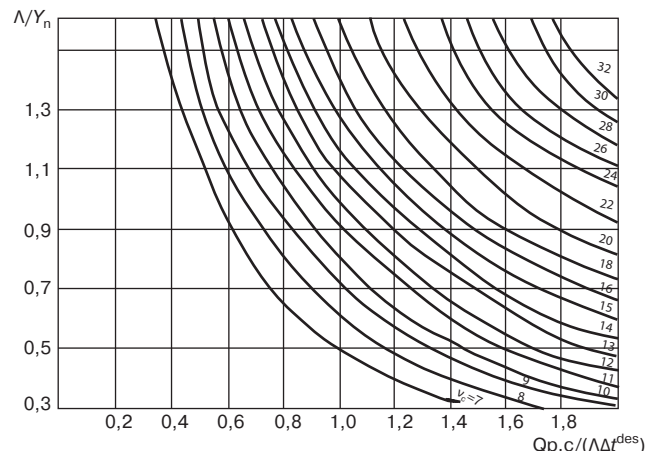


Рис. 2. График для подбора теплоаккумулирующих приборов (продолжительность зарядки 8 ч)

$$\Lambda = \Sigma \alpha_{sk}^i A_i, \quad (48)$$

где  $Y_i$  – коэффициент теплоусвоения i-й поверхности помещения, определяемый согласно п. 8.14, и теплоаккумулирующего прибора [ $Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ], определяемый по формуле:

$$Y = [R_1 s_1^2 + R_2 s_2^2 (R_2 R_1 s_1^2 + 2)] / [1 + R_2 s_2^2 (R_2 + 2R_1)], \quad (49)$$

$R_1, R_2$  – термические сопротивления соответственно теплоизоляционного и теплоаккумулирующего слоев прибора, [ $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ ];

$s_1, s_2$  – коэффициенты теплоусвоения материалов соответственно теплоизоляционного и теплоаккумуляционного слоев прибора [ $Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ], рассчитываемые по формуле (21) для теплоизоляционного слоя, а для теплоаккумуляционного слоя прибора полученные по результатам теплотехнических испытаний;

$\alpha_{sk}^i$  – коэффициент конвективного теплообмена i-й поверхности помещения и теплоаккумулирующего прибора с воздухом помещения [ $Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ], принимаемый равным для:

- наружного ограждения – 3,1;
- внутреннего ограждения – 1,2;
- окна – 4,1;
- пола – 1,5;
- потолка – 3,5;
- теплоаккумулирующего прибора – 5,6 при температуре его поверхности  $95^\circ C$  и 3,3 – при  $40^\circ C$ ;

$A_i$  – площадь i-й поверхности помещения и теплоаккумулирующего прибора [ $m^2$ ].

**8.17.** Мощность нагревательных элементов теплоаккумулирующего прибора  $Q_{p,c}$  вневеликого электроотопления определяется по формуле:

$$Q_{p,c} = Q_{n,l}^{des} (24 / m), \quad (50)$$

где  $Q_{n,l}^{des}$  – расчетные теплотери помещения [ $Вт$ ], определяемые по СНиП 41-01;  $m$  – продолжительность зарядки теплоаккумулирующего прибора [ч].

**8.18.** В случае, когда электротеплоаккумуляционная система отопления частично покрывает теплотери здания и является базовой частью комбинированной системы отопления, установочную мощность дополнительных постоянно работающих приборов системы отопления  $Q_b$  следует определять по формуле:

$$Q_b = Q_{n,l}^{des} - Q_c^{des}, \quad (51)$$

где  $Q_{n,l}^{des}$  – то же, что и в п. 8.17;  $Q_c^{des}$  – расчетные теплотери помещения [ $Вт$ ] при температуре наиболее холодной пятидневки на  $5^\circ C$  выше указанной в СНиП 23-01.

**8.19.** Расчетную разность температур следует определять по формуле:

$$\Delta t^{des} = t_{int}^{des} - t_{ext}^{des}, \quad (52)$$

где  $t_{int}^{des}, t_{ext}^{des}$  – расчетные температуры соответственно внутреннего и наружного воздуха, те же, что и в формуле (3).

**8.20.** Пример определения мощности теплоаккумуляционного прибора приведен в Приложении X СП 23-101.

## 9. ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ

**9.1.** Сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций, за исключением заполнения световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей), зданий и сооружений  $R_{inf}^{des}$  должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию  $R_{inf}^{req}$  [ $m^2 \cdot ч / Па \cdot кг$ ], определяемого по формуле:

$$R_{inf}^{req} = \frac{\Delta p}{G_n}, \quad (53)$$

где  $\Delta p$  – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций [Па], определяемая в соответствии с п. 9.2;  $G_n$  – нормируемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций [ $кг/(m^2 \cdot ч)$ ], принимаемая в соответствии с п. 9.3.

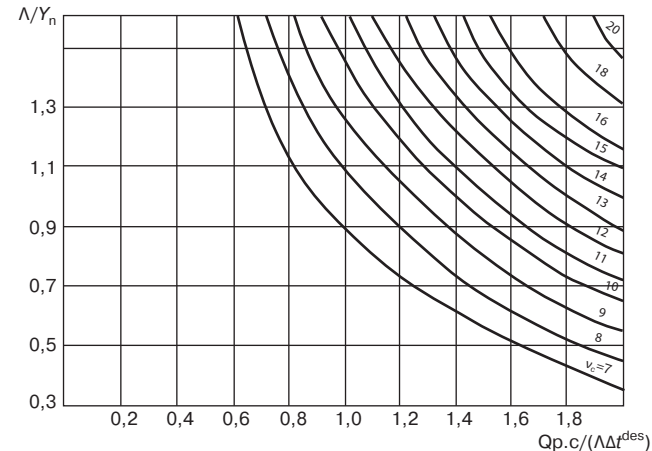


Рис. 3. График для подбора теплоаккумулирующих приборов (продолжительность зарядки 8 + 2 ч дневной подзарядки)



Продолжение таблицы 19

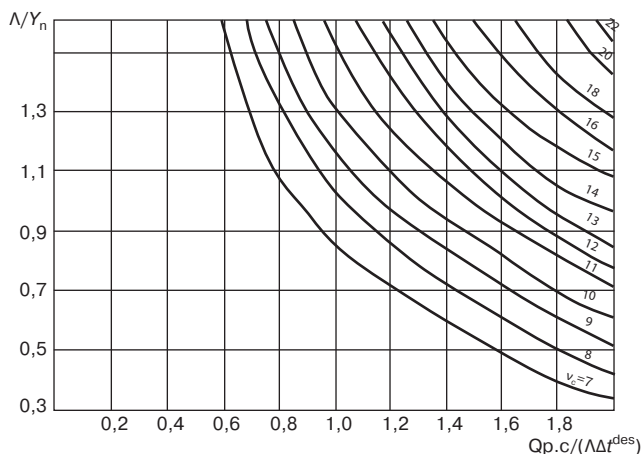


Рис. 4. График для подбора теплоаккумулирующих приборов (продолжительность зарядки 6 + 2 ч дневной подзарядки)

9.2. Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций  $\Delta p$  [Па] следует определять по формуле:

$$\Delta p = 0,55H(\gamma_{ext} - \gamma_{int}) + 0,03\gamma_{ext}v^2, \quad (54)$$

где  $H$  – высота здания (от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты) [м];  $\gamma_{ext}$ ,  $\gamma_{int}$  – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха [ $\text{Н/м}^3$ ], определяемый по формуле

$$\gamma = \frac{3463}{(273 + t)}, \quad (55)$$

где  $t$  – температура воздуха:

- внутреннего (для определения  $\gamma_{int}$ ) – принимается согласно оптимальным параметрам по ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 30494 и СанПиН 2.1.2.1002;
- наружного (для определения  $\gamma_{ext}$ ) – принимается равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СНиП 23-01;

$v$  – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16 % и более, принимаемая по таблице 1\* СНиП 23-01; для зданий высотой свыше 60 м  $v$  следует принимать с учетом коэффициента изменения скорости ветра по высоте (табл. 18).

Таблица 18.

Изменение скорости ветра по отношению к стандартной высоте 10 м

Высота [м]	Коэффициент $\xi$ при расчетной скорости ветра [м/с]								
	2	2,5	3	4	5	6	7	8	10
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1
100	2,8	2,4	2,2	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2
150	3,2	2,8	2,5	2,1	2	1,8	1,7	1,6	1,4
200	3,5	3	2,7	2,4	2,1	2	1,8	1,7	1,4
250	3,8	3,2	2,8	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8	1,5
300	3,8	3,4	3	2,6	2,4	2,2	2	1,9	1,6
350	4	3,4	3	2,6	2,4	2,3	2,1	2	1,7
400	4	3,4	3,2	2,8	2,5	2,3	2,1	2,1	1,8
450	4	3,6	3,2	2,9	2,6	2,4	2,2	2,2	1,8
500	4	3,6	3,2	2,9	2,6	2,5	2,3	2,2	1,9

**Примечание** – Коэффициенты  $\xi$  действительны для центрального региона РФ. Для других регионов коэффициенты  $\xi$  могут использоваться условно.

9.3. Нормируемую воздухопроницаемость  $G_n$  [ $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ ] ограждающей конструкции зданий следует принимать по табл. 19.

Таблица 19.

Нормируемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций

№ п/п	Ограждающие конструкции	Воздухопроницаемость $G_n$ [ $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ ], 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

3	Стыки между панелями наружных стен: а) жилых зданий; б) производственных зданий	0,5* 1*
4	Входные двери в квартиры	1,5
5	Входные двери в жилые, общественные и бытовые здания	7
6	Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений в деревянных переплетах; окна и фонари производственных зданий с кондиционированием воздуха	6
7	Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений в пластмассовых или алюминиевых переплетах	5
8	Окна, двери и ворота производственных зданий	8
9	Фонари производственных зданий	10

\*Примечание: в поз. 3 размерность воздухопроницаемости в [ $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ ]

9.4. Сопротивление воздухопроницанию многослойной ограждающей конструкции  $R_{inf}^{des}$  [ $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}$ ] следует определять по формуле:  

$$R_{inf}^{des} = R_{inf1} + R_{inf2} + \dots + R_{infn}, \quad (56)$$
 где  $R_{inf1}, R_{inf2}, \dots, R_{infn}$  – сопротивления воздухопроницанию отдельных слоев ограждающей конструкции [ $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}$ ], принимаемые по табл. 20.

Таблица 20.

Сопротивление воздухопроницанию материалов и конструкций

№ п/п	Материалы и конструкции	Толщина слоя [мм]	Сопротивление воздухопроницанию $R_{inf}$ [ $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}$ ]
1	2	3	4
1	Бетон сплошной (без швов)	100	19260
2	Газосиликат сплошной (без швов)	140	21
3	Известняк-ракушечник	500	6
4	Картон строительный (без швов)	1,3	64
5	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной в 1 кирпич и более	250 и более	18
6	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной в 1/2 кирпича	120	2
7	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-шлаковом растворе толщиной в 1 кирпич и более	250 и более	9
8	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-шлаковом растворе толщиной в 1/2 кирпича	120	1
9	Кладка кирпича керамического пустотного на цементно-песчаном растворе толщиной в 1/2 кирпича	120	2
10	Кладка из легковесных камней на цементно-песчаном растворе	400	13
11	Кладка из легковесных камней на цементно-шлаковом растворе	400	1
12	Листы асбестоцементные с заделкой швов	6	196
13	Обои бумажные обычные	-	20
14	Обшивка из обрезных досок, соединенных впритык или вчетверть	20-25	0,1
15	Обшивка из обрезных досок, соединенных в шпунт	20-25	1,5
16	Обшивка из досок двойная с прокладкой между обшивками строительной бумаги	50	98
17	Обшивка из фибролита или из древесноволокнистых бесцементных мягких плит с заделкой швов	15-70	2,5
18	Обшивка из фибролита или из древесноволокнистых бесцементных мягких плит без заделки швов	15-70	0,5
19	Обшивка из жестких древесноволокнистых листов с заделкой швов	10	3,3

Продолжение таблицы 20

20	Обшивка из гипсовой сухой штукатурки с заделкой швов	10	20
21	Пенобетон автоклавный (без швов)	100	1960
22	Пенобетон автоклавный	100	196
23	Пенополистирол	50-100	79
24	Пеностекло сплошное (из швов)	120	> 2000
25	Плиты минераловатные жесткие	50	2
26	Рубероид	1,5	Воздухопроницаем
27	Толь	1,5	490
28	Фанера клееная (без швов)	3-4	2940
29	Шлакобетон сплошной (без швов)	100	14
30	Штукатурка цементно-песчаным раствором по каменной или кирпичной кладке	15	373
31	Штукатурка известковая по каменной или кирпичной кладке	15	142
32	Штукатурка известково-гипсовая по дереву (по драни)	20	17
33	Керамзитобетон плотностью 900 кг/м <sup>3</sup>	250-400	13-17
34	То же, 1000 кг/м <sup>3</sup>	250-400	53-80
35	То же, 1100 кг/м <sup>3</sup>	250-450	390-590
36	Шлакопемзобетон плотностью 1500 кг/м <sup>3</sup>	250-400	0,3

**Примечания:** 1) Для кладок из кирпича и камней с расшивкой швов на наружной поверхности приведенное в настоящей таблице сопротивление воздухопроницанию следует увеличивать на 20 м<sup>2</sup>·ч·Па/кг.  
2) Сопротивление воздухопроницанию воздушных прослоек и слоев ограждающих конструкций из сыпучих (шлака, керамзита, пемзы и т.п.), рыхлых и волокнистых (минеральной ваты, соломы, стружки и т.п.) материалов следует принимать равным нулю независимо от толщины слоя.  
3) Для материалов и конструкций, не указанных в настоящей таблице, сопротивление воздухопроницанию следует определять экспериментально.

9.5. Сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей жилых и общественных зданий, а также окон и фонарей производственных зданий  $R_{inf}^{des}$  должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию  $R_{inf}^{req}$  [м<sup>2</sup>·ч·кг], определяемого по формуле:

$$R_{inf}^{req} = \frac{1}{G_p} \left( \frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{2/3}, \quad (57)$$

где  $G_p$  – то же, что и в формуле (53);  $\Delta p$  – то же, что и в формуле (54);  $\Delta p_0 = 10$  Па – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях светопрозрачных ограждающих конструкций, при которой определяется сопротивление воздухопроницанию  $R_{inf}^{des}$ .

9.6. Сопротивление воздухопроницанию выбранного типа светопрозрачной конструкции  $R_{inf}^{des}$  [м<sup>2</sup>·ч·кг] определяют по формуле:

$$R_{inf}^{des} = \frac{1}{G_p} \left( \frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^n, \quad (58)$$

где  $G_p$  – воздухопроницаемость светопрозрачной конструкции [кг/м<sup>2</sup>·ч] при  $\Delta p_0 = 10$  Па, полученная в результате сертификационных испытаний;  $\Delta p$  – то же, что и в формуле (54);  $n$  – показатель режима фильтрации светопрозрачной конструкции, полученный в результате сертификационных испытаний.

9.7. В случае выполнения условия:

$$R_{inf}^{des} \geq R_{inf}^{req} \quad (59)$$

выбранная светопрозрачная конструкция удовлетворяет нормативным требованиям по сопротивлению воздухопроницанию.

В случае, если:

$$R_{inf}^{des} < R_{inf}^{req} \quad (60)$$

выбранную светопрозрачную конструкцию необходимо заменить на другую, удовлетворяющую условию (59).

9.8. Оконные блоки и балконные двери в жилых и общественных зданиях следует выбирать согласно классификации воздухопроницаемости притворов по ГОСТ 26602:

- 3-этажных и выше - не ниже класса Б;
- 2-этажных и ниже - в пределах классов В – Д.

9.9. Средняя воздухопроницаемость квартир жилых и помещений общественных зданий (при закрытых приточно-вытяжных вентиляционных отверстиях) должна обеспечивать в период испытаний воздухообмен кратностью  $n_{50}$  [ч] при разности давлений 50 Па наружного и внутреннего воздуха при вентиляции:

- с естественным побуждением  $n_{50} \leq 4$  ч<sup>-1</sup>;
- с механическим побуждением  $n_{50} \leq 2$  ч<sup>-1</sup>.

Кратность воздухообмена зданий и помещений при разности давлений 50 Па и их среднюю воздухопроницаемость определяют по ГОСТ 31167.

9.10. Рекомендуемая классификация воздухопроницаемости ограждающих конструкций объекта по кратности воздухообмена при  $\Delta p=50$  Па ( $n_{50}$ , ч<sup>-1</sup>) (помещения, группы помещений (квартиры), жилых многоквартирных, общественных, административных, бытовых, сельскохозяйственных, вспомогательных помещений производственных зданий и сооружений, а также одноквартирных зданий в целом) приведена в табл. 21.

Таблица 21.

Классы воздухопроницаемости ограждающих конструкций объекта

Кратность воздухообмена при $\Delta p=50$ Па ( $n_{50}$ , ч <sup>-1</sup> )	Наименование класса
$n_{50} < 1$	Очень низкая
$1 \leq n_{50} < 2$	Низкая
$2 \leq n_{50} < 4$	Нормальная
$4 \leq n_{50} < 6$	Умеренная
$6 \leq n_{50} < 10$	Высокая
$10 \leq n_{50}$	Очень высокая

9.11. При установлении классов воздухопроницаемости «умеренная», «высокая», «очень высокая» следует принимать меры по снижению воздухопроницаемости объектов. При установлении классов «низкая» и «очень низкая» в объектах, имеющих вентиляцию с естественным побуждением, следует принимать меры, обеспечивающие приток свежего воздуха.

Примеры удовлетворения требований п.9.7 настоящих норм по воздухопроницаемости помещений зданий приведены в СП 23–101.

### 10. ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

10.1. Сопротивление паропрооницанию  $R_{vp}$  [м<sup>2</sup>·ч·Па/мг] ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) должно быть не менее наибольшего из следующих нормируемых сопротивлений паропрооницанию:

а) нормируемого сопротивления паропрооницанию  $R_{vp1}^{req}$  [м<sup>2</sup>·ч·Па/мг] (из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации), определяемого по формуле:

$$R_{vp1}^{req} = \frac{(e_{int} - E) \cdot R_{vp}^0}{(E - e_{ext})}, \quad (61)$$

б) нормируемого сопротивления паропрооницанию  $R_{vp2}^{req}$  [м<sup>2</sup>·ч·Па/мг] (из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха), определяемого по формуле:

$$R_{vp2}^{req} = \frac{0,0024 \cdot z_0 \cdot (e_{int} - E_0)}{\rho_w \cdot \delta_w \cdot \Delta w_{cv} + \eta}, \quad (62)$$

где  $e_{int}$  – парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха [Па] при расчетной температуре и относительной влажности этого воздуха, определяемое по формуле:

$$e_{int} = \frac{\phi_{int} \cdot E_{int}}{100}, \quad (63)$$

где  $E_{int}$  – парциальное давление насыщенного водяного пара [Па] при температуре  $t_{int}$  принимается по своду правил;  $\phi_{int}$  – относительная влажность внутреннего воздуха [%], принимаемая для различных зданий в соответствии с примечанием к п.5.5.2;  $R_{vp}^0$  – сопротивление паропрооницанию [м<sup>2</sup>·ч·Па/мг] части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью возможной конденсации, определяемое по своду правил;  $e_{ext}$  – среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха [Па] за годовой период, определяемое по табл. 5а\* СНиП 23–01;  $z_0$  – продолжительность [сут] периода влагонакопления, принимаемая равной периоду с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха по СНиП 23–01;  $E_0$  – парциальное давление водяного пара [Па] в плоскости возможной конденсации, определяемое при средней температуре наружного воздуха периода месяцев с отрицательными средними месячными температурами согласно указаниям примечаний к этому пункту;  $\rho_w$  – плотность материала увлажняемого слоя [кг/м<sup>3</sup>], принимаемая равной  $\rho_0$  по своду правил;  $\delta_w$  – толщина увлажняемого слоя ограждающей конструкции [м], принимаемая равной 2/3 толщины однородной (однослойной) стены или толщине теплоизоляционного слоя (утеплителя) многослойной ограждающей конструкции;  $\Delta w_{cv}$  – предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале увлажняемого слоя [%] за период влагонакопления  $z_0$ , принимаемое по табл. 22.

Таблица 22.

Предельно допустимые значения коэффициента  $\Delta w_{cv}$

№ п/п	Материал ограждающей конструкции	Предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале $\Delta w_{cv}$
1	Кладка из глиняного кирпича и керамических блоков	1,5
2	Кладка из силикатного кирпича	2
3	Легкие бетоны на пористых заполнителях (керамзитобетон, шунгзитобетон, перлитобетон, шлакопемзобетон)	5
4	Ячеистые бетоны (газобетон, пенобетон, газосиликат и др.)	6
5	Пеногазостекло	1,5

Продолжение таблицы 22

6	Фибролит и арболит цементные	7,5
7	Минераловатные плиты и маты	3
8	Пенополистирол и пенополиуретан	25
9	Фенольно-резольный пенопласт	50
10	Теплоизоляционные засыпки из керамзита, шунгизита, шлака	3
11	Тяжелый бетон, цементно-песчаный раствор	2

$E$  – парциальное давление водяного пара [Па] в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации, определяемое по формуле:

$$E = \frac{(E_1 \cdot z_1 + E_2 \cdot z_2 + E_3 \cdot z_3)}{12}, \quad (64)$$

где  $E_1, E_2, E_3$  – парциальное давление водяного пара [Па], принимаемое по температуре в плоскости возможной конденсации, устанавливаемой при средней температуре наружного воздуха соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов, определяемое согласно указаниям примечаний к этому пункту;  $z_1, z_2, z_3$  – продолжительность [мес] зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов года, определяемая по табл. 3\* СНиП 23-01 с учетом следующих условий:

- а) к зимнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха **ниже минус 5 °С**;
- б) к весенне-осеннему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха **от минус 5 до плюс 5 °С**;
- в) к летнему периоду относятся месяцы со средними температурами воздуха **выше плюс 5 °С**;

$\eta$  – коэффициент, определяемый по формуле

$$R_{впр}^{req} = \frac{0,0024 \cdot z_0 \cdot (E_0 - e_0^{ext})}{R_0^e}, \quad (65)$$

где  $e_0^{ext}$  – среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха [Па] периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемыми согласно своду правил.

Примечания:

1. Парциальное давление водяного пара  $E_1, E_2, E_3$  и  $E_0$  для ограждающих конструкций помещений с агрессивной средой следует принимать с учетом агрессивной среды:
  - для помещений без агрессивной среды – по табл. С.1 и С.2 Приложения С СП 23-101;
  - для помещений с агрессивной средой – по табл. С.3 Приложения С СП 23-101.
2. Парциальное давление водяного пара  $E_1, E_2, E_3$  и  $E_0$  в формулах (61) – (65) в помещениях с агрессивной средой обозначают соответственно  $E_{p1}, E_{p2}, E_{p3}$  и  $E_{p0}$ .
3. При определении парциального давления  $E_3$  для летнего периода температуру в плоскости возможной конденсации во всех случаях следует принимать не ниже средней температуры наружного воздуха летнего периода, парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха  $e_{int}$  – не ниже среднего парциального давления водяного пара наружного воздуха за этот период.
4. Плоскость возможной конденсации в однородной (однослойной) ограждающей конструкции располагается на расстоянии, равном 2/3 толщины конструкции от ее внутренней поверхности, а в многослойной конструкции совпадает с наружной поверхностью утеплителя.

**10.2.** Сопротивление паропрооницанию  $R_{вп}$  [м<sup>2</sup>·ч·Па/мг] однослойной или отдельного слоя многослойной ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_{вп} = \frac{\delta}{\mu}, \quad (66)$$

где  $\delta$  – толщина слоя ограждающей конструкции [м];  $\mu$  – расчетный коэффициент паропрооницаемости материала слоя ограждающей конструкции [мг/м·ч·Па], принимаемый по Приложению Б.

**10.3.** Сопротивление паропрооницанию  $R_{вп}$  многослойной ограждающей конструкции (или ее части) равно сумме сопротивлений паропрооницанию составляющих ее слоев.

Примечания:

1. Сопротивление паропрооницанию воздушных прослоек в ограждающих конструкциях следует принимать **равным нулю** независимо от расположения и толщины этих прослоек.
2. В помещениях с влажным или мокрым режимом следует предусматривать пароизоляцию.
3. При определении парциального давления  $E_3$  для летнего периода температуру в плоскости возможной конденсации во всех случаях следует принимать не ниже средней температуры наружного воздуха летнего периода, парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха  $e_{int}$  – не ниже среднего парциального давления водяного пара наружного воздуха за этот период.
4. Плоскость возможной конденсации в однородной (однослойной) ограждающей конструкции располагается на расстоянии, равном 2/3 толщины конструкции от ее внутренней поверхности, а в многослойной конструкции совпадает с наружной поверхностью утеплителя.

**10.4.** Сопротивление паропрооницанию  $R_{вп}$  листовых материалов и тонких слоев пароизоляции следует принимать по табл. 23.

Таблица 23.

№ п/п	Материал	Толщина слоя [мм]	Сопротивление паропрооницанию $R_{вп}$ [м <sup>2</sup> ·ч·Па/мг]
1	Картон обыкновенный	1,3	0,016
2	Листы асбестоцементные	6	0,3
3	Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	10	0,12

Продолжение таблицы 23

4	Листы древесно-волоконистые жесткие	10	0,11
5	Листы древесно-волоконистые мягкие	12,5	0,05
6	Окраска горячим битумом за один раз	2	0,3
7	Окраска горячим битумом за два раза	4	0,48
8	Окраска масляная за два раза с предварительной шпатлевкой и грунтовкой	-	0,64
9	Окраска эмалевой краской	-	0,48
10	Покрывание изольной мастикой за один раз	2	0,6
11	Покрывание битумно-кукерсолной мастикой за один раз	1	0,64
12	Покрывание битумно-кукерсолной мастикой за два раза	2	1,1
13	Пергамин кровельный	0,4	0,33
14	Полиэтиленовая пленка	0,16	7,3
15	Рубероид	1,5	1,1
16	Толь кровельный	1,9	0,4
17	Фанера клееная трехслойная	3	0,15

**10.5.** Значения температуры в плоскости возможной конденсации следует определять по формуле:

$$\tau = t_{int} - \left[ \frac{t_{int} - t_{ext}}{R_0} \right] (R_{int} + \sum R), \quad (67)$$

где  $t_{int}, t_{ext}$  – расчетные температуры соответственно внутреннего и наружного воздуха (среднесезонная или средняя за период влагонакопления [°С]);  $R_{int}, R_{ext}$  – то же, что и в формуле (23);  $\sum R$  – сумма термических сопротивлений слоев конструкции, расположенных между внутренней поверхностью и плоскостью возможной конденсации [м<sup>2</sup>·°С/Вт].

**10.6.** Сопротивление паропрооницанию  $R_{вп}$  [м<sup>2</sup>·ч·Па/мг] чердачного перекрытия или части конструкции вентилируемого покрытия, расположенной между внутренней поверхностью покрытия и воздушной прослойкой, в зданиях со скатами кровли шириной до 24 м должно быть не менее нормируемого сопротивления паропрооницанию  $R_{вп}^{req}$  [м<sup>2</sup>·ч·Па/мг], определяемого по формуле:

$$R_{вп}^{req} = 0,0012 \cdot (e_{int} - e_0^{ext}), \quad (68)$$

где  $e_{int}, e_0^{ext}$  – то же, что и в формулах (61) и (65).

**10.7.** Не требуется проверять на выполнение данных норм по паропрооницанию следующие ограждающие конструкции:

- а) однородные (однослойные) наружные стены помещений с сухим и нормальным режимами;
  - б) двухслойные наружные стены помещений с сухим и нормальным режимами, если внутренний слой стены имеет сопротивление паропрооницанию более **1,6 [м<sup>2</sup>·ч·Па/мг]**.
- 10.8.** Для стен промышленных зданий, подверженных воздействию высокоактивных в гигроскопическом отношении аэрозолей ( $\varphi \leq 60\%$ ) расчет по формулам (61) – (65) выполнять не следует. Защиту от увлажнения таких стен с внутренней стороны следует производить без расчета как от непосредственного воздействия раствора соответствующего аэрозоля.

**10.9.** 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 паропрооницанию покрытия в соответствии со сводом правил.

## 11. ТЕПЛОУСВОЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛОВ

**11.1.** Поверхность пола жилых и общественных зданий, вспомогательных зданий и помещений промышленных предприятий и отапливаемых помещений производственных зданий (на участках с постоянными рабочими местами) должна иметь расчетный показатель теплоусвоения  $Y_{f^{des}}$  [Вт/(м<sup>2</sup>·°С)], не более нормируемой величины  $Y_{f^{eq}}$ , установленной в табл. 24.

Таблица 24.

### Нормируемые значения показателя

№ п/п	Здания, помещения и отдельные участки	Показатель теплоусвоения поверхности пола $Y_{f^{eq}}$ , [Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)]
1	Здания жилые, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, общеобразовательных детских школ, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов), детских домов и детских приемников-распределителей	12

Продолжение таблицы 24

2	Общественные здания (кроме указанных в поз.1); вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий; участки с постоянными рабочими местами в отапливаемых помещениях производственных зданий, где выполняются легкие физические работы (категория I)	14
3	Участки с постоянными рабочими местами в отапливаемых помещениях производственных зданий, где выполняются физические работы средней тяжести (категория II)	17

11.2. Расчетный показатель теплоусвоения поверхности пола  $Y_i^{des}$  [Вт/(м<sup>2</sup>·°C)] определяется следующим образом:

а) если покрытие пола (первый слой конструкции пола) имеет тепловую инерцию, то показатель теплоусвоения поверхности пола следует определять по формуле

$$Y_i^{des} = 2s_i; \quad (69)$$

б) если первые  $n$  слоев конструкции пола ( $n \geq 1$ ) имеют суммарную тепловую инерцию  $D_1 + D_2 + \dots + D_n < 0,5$ , но тепловая инерция  $(n + 1)$  слоев  $D_1 + D_2 + \dots + D_{n+1} \geq 0,5$ , то показатель теплоусвоения поверхности пола  $Y_i$  следует определять последовательно расчетом показателей теплоусвоения поверхностей слоев конструкции, начиная с  $n$ -го до 1-го:

• для  $n$ -го слоя – по формуле

$$Y_i^{des} = (2R_n s_n^2 + s_{n+1}) / (0,5 + R_n s_{n+1}); \quad (70)$$

• для  $i$ -го слоя ( $i = n - 1; n - 2; \dots; 1$ ) – по формуле

$$Y_i = (4R_i s_i^2 + Y_{i+1}) / (1 + R_i Y_{i+1}). \quad (71)$$

Показатель теплоусвоения поверхности пола  $Y_i^{des}$  принимается равным показателю теплоусвоения поверхности 1-го слоя  $Y_1$ .

В формулах (69) – (71) и неравенствах:

$D_1 + D_2 + \dots + D_{n+1}$  – тепловая инерция соответственно 1-го, 2-го, ...,  $(n + 1)$ -го слоев конструкции пола, определяемая по формуле (19);

$R_i, R_n$  – термические сопротивления [м<sup>2</sup>·°C/Вт] соответственно  $i$ -го и  $n$ -го слоев конструкции пола, определяемые по формуле (20);

$s_1, s_i, s_n, s_{n+1}$  – расчетные коэффициенты теплоусвоения материала соответственно 1-го,  $i$ -го,  $n$ -го,  $(n + 1)$ -го слоев конструкции пола [Вт/(м<sup>2</sup>·°C)], рассчитываемые по формуле (21); при этом для зданий, помещений и отдельных участков, приведенных в поз. 1 и 2 таблицы 24 настоящих норм, – во всех случаях при условии эксплуатации А;

$Y_{i+1}$  – показатель теплоусвоения поверхности  $(i + 1)$ -го слоя конструкции пола [Вт/(м<sup>2</sup>·°C)].

11.3. Если расчетная величина  $Y_i^{des}$  показателя теплоусвоения поверхности пола окажется не более нормативной величины  $Y_i^{req}$ , установленной в табл. 24 настоящих норм, то этот пол удовлетворяет требованиям в отношении теплоусвоения; если  $Y_i^{des} > Y_i^{req}$ , то следует взять другую конструкцию пола или изменить толщину некоторых его слоев до удовлетворения требованиям  $Y_i^{des} \leq Y_i^{req}$ .

11.4. Не нормируется показатель теплоусвоения поверхности пола:

а) имеющего температуру поверхности **выше 23°С**;

б) в отапливаемых помещениях производственных зданий, где выполняются тяжелые физические работы (категория III);

в) в производственных зданиях при условии укладки на участке постоянных рабочих мест деревянных щитов или теплоизолирующих ковровиков;

г) помещений общественных зданий, эксплуатация которых не связана с постоянным пребыванием в них людей (залов музеев и выставок, в фойе театров, кинотеатров и т.п.).

11.5. Теплотехнический расчет полов животноводческих, птицеводческих и звероводческих зданий следует выполнять с учетом требований СНиП 2.10.03.

11.6. Пример расчет приведен в Приложении Ю СП 23-101.

## 12. КОНТРОЛЬ НОРМИРУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

12.1. Основным нормируемым показателем энергопотребления жилых и общественных зданий является удельный расход энергии на отопление.

12.2. Определение удельного расхода тепловой энергии на отопление жилых многоквартирных и общественных зданий позволяет количественно выявить соответствие или отклонение от нормируемых энергетических и теплотехнических параметров тепловой защиты, установить класс энергетической эффективности здания и определить влияние отдельных мероприятий по энергосбережению в здании.

12.3. Сущность метода заключается в том, что в отопительный период для определенных интервалов времени измеряют в испытываемых помещениях (квартире) и (или) доме в целом расход тепловой энергии на отопление и среднюю температуру воздуха внутри и снаружи здания и интенсивность суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность. Рассчитывают для тех же интервалов времени величины общих тепловых потерь через ограждающие конструкции здания, равные измеренным расходам тепловой энергии на отопление и суммарным теплопоступлениям (бытовым и солнечной радиации через светопроемы). По рассчитанным общим теплопотерям при соответствующих разностях температур внутреннего и наружного воздуха определяют линейную зависимость наилучшего приближения к этим данным и по линейной зависимости и внутренним размерам помещений и ограждающих конструкций вычисляют общий коэффициент теплопередачи наружных ограждений здания и удельное потребление тепловой энергии на отопление здания за отопительный период, а также устанавливают класс энергетической эффективности здания.

12.4. Объектами испытания являются эксплуатируемые минимально в течение не менее одного года отапливаемые многоквартирные жилые, а также общественные здания, квартира, помещение или группа помещений в здании. Объект испытания должен иметь систему отопления, оснащенную устройствами авторегулирования, обеспечивающими заданную подачу теплоты для поддержания температуры в помещениях в пределах допустимых параметров в соответствии с ГОСТ 30494, и снабженную устройством для измере-

ния расхода энергии (теплосчетчиком, электросчетчиком) на отопление испытываемого объекта.

12.5. Наружные ограждающие конструкции должны находиться в состоянии, обеспечивающем нормальную эксплуатацию объекта в отопительный период: окна, балконные двери, наружные двери должны иметь уплотняющие прокладки в притворах. В испытываемом объекте должна отсутствовать какая-либо вентиляция с механическим побуждением.

12.6. В случае отсутствия в объекте испытаний теплосчетчика или невозможности его подключения к существующей системе водяного отопления отопительные приборы в испытываемых помещениях отключаются. Взамен устраивается электрическая система отопления, например, с помощью электрорадиаторов с термостатами, подключенная к электросчетчику, позволяющему регистрировать расход потребляемой энергии.

12.7. В процессе испытаний объекта на удельное потребление тепловой энергии необходимо экспериментальное определение следующих величин:

- расхода тепловой энергии на отопление здания и (или) отдельных его помещений;
- температуры внутреннего воздуха испытываемого объема;
- температуры наружного воздуха;
- суммарной (прямой и рассеянной) солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности;
- бытовых тепловыделений.

12.8. Для измерения расхода энергии на вводе водяной системы отопления в здание (группы помещений или квартиры), основываясь на требованиях ГОСТ Р 51649, применяют теплосчетчик, который состоит из:

- первичного преобразователя расхода горячей воды, врезаемого в трубопровод с более низкой температурой;
- двух первичных преобразователей температуры, один из которых устанавливается на трубопроводе, подающем горячую воду в систему отопления (подводящем трубопроводе), другой – на трубопроводе, возвращающем воду, прошедшую через систему отопления, в теплосеть (отводящем трубопроводе);
- тепловычислителя, содержащего блок обработки сигналов и стационарно подключенное цифровое печатающее устройство (принтер).

12.9. Допускается применение других теплосчетчиков, скомплектованных из преобразователей расхода и температуры воды и тепловычислителя, поверенных в установленном порядке. При отсутствии тепловычислителя допускается установка на трубопроводах измерительных преобразователей расхода (расходомера) и датчиков температуры, позволяющих определять расход энергии согласно п. 12.10.

12.10. В случае отсутствия тепловычислителя в измерительной системе осуществляют непосредственное периодическое измерение расхода воды и температур на подводящем и отводящем трубопроводах и вычисляют расход энергии  $\Delta Q$  [кДж] по формуле:

$$\Delta Q = c \cdot \Delta V \cdot \rho (t_F - t_R), \quad (72)$$

где  $c$  – удельная теплоемкость воды, равная 4,184 кДж/(кг·°C);  $\Delta V$  – разность показаний расходомера в конце и в начале измерений [м<sup>3</sup>];  $\rho$  – плотность воды в системе отопления [кг/м<sup>3</sup>], определяемая по формуле:

$$\rho = 968,2 + 0,6 \cdot [85 - (t_F - t_R)] / 2, \quad (73)$$

где  $t_F$  – температура воды в подводящем трубопроводе [°C];  $t_R$  – температура воды в отводящем трубопроводе [°C].

12.11. Для обеспечения поддержания постоянной температуры в помещениях здания с водяной системой отопления тепловой пункт здания должен быть оборудован устройством автоматического регулирования подачи теплоты на отопление в зависимости от изменения температуры наружного воздуха. Кроме того, отопительные приборы, как правило, должны быть снабжены термостатическими кранами по ГОСТ 30815.

12.12. При устройстве на период испытаний в помещениях здания электрической системы отопления применяют отопительные электроприборы по ГОСТ 16617, а расходы электрической энергии измеряют электросчетчиком по ГОСТ Р 52320.

12.13. Для измерения температуры в испытываемых помещениях и вне здания в качестве первичных преобразователей применяют термоэлектрические преобразователи по ГОСТ Р 50342 с проводами из меди, сплавов хромель, копель, константан и алюминий по ГОСТ 1790, с установлением соответствия характеристикам преобразования по ГОСТ Р 8.585.

12.14. В качестве вторичных измерительных приборов, подключенных к датчикам температуры с помощью удлиняющих проводов по ГОСТ 1791, применяют потенциометры постоянного тока по ГОСТ 9245, милливольтметры в соответствии с требованиями ГОСТ 8711, ГОСТ 9736.

Допускается применение других первичных преобразователей температуры и приборов, поверенных в установленном порядке.

12.15. Для измерения суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности используют пиранометры типа М-80М по действующей нормативной документации.

12.16. Перед началом испытаний необходимо:

- а) выявить наличие в отопительной системе здания приборов измерения расхода теплоты на отопление, проверить их работоспособность и наличие документации по калибровке измерителя расхода горячей воды и теплосчетчика в целом;
- б) провести испытание на воздухопроницаемость выбранного объекта по ГОСТ 31167 и при обнаружении грубых отклонений от проекта провести согласно указаниям п. 12.5 устранение этих дефектов;
- в) обеспечить работоспособность и правильную настройку приборов автоматического регулирования подачи теплоты на отопление.

12.17. При оценке энергопотребления в отдельных помещениях здания с водяным отоплением следует осуществить замену существующих отопительных приборов на электрические путем отключения приборов водяного отопления и подключения электронагревателей.

При наличии в испытываемых помещениях с электроотопительными приборами стояков функционирующей в доме водяной системы отопления их теплоизолируют эффективным утеплителем толщиной не менее 30 мм.

12.18. Для измерения температур внутреннего воздуха чувствительные элементы термодатчиков устанавливают в центре помещения на высоте 1,5 м. С этой же целью допу-

сается в многоэтажном многоквартирном здании устанавливать термоматчики на выходе сборных вентиляционных каналов из кухонь квартир по вертикальной оси на глубине не менее 1 м от их оголовков, но не ниже вентиляционной решетки помещения последнего этажа. Измеренную температуру необходимо понизить на 1 °С для приведения ее в соответствие с температурой внутреннего воздуха.

**12.19.** Датчики и термометры для измерения температуры наружного воздуха устанавливаются в местах, не подвергающихся воздействию солнечной радиации. Датчик пиранометра для измерения интенсивности солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности устанавливаются в незатененных местах.

**12.20.** При экспериментальном определении сопротивления теплопередаче наружных ограждений (стен, окон, покрытий, чердачных перекрытий и перекрытий пола 1-го этажа) приборы определения приведенного коэффициента теплопередаче, датчики тепловых потоков и температур устанавливаются в соответствии с требованиями ГОСТ 31166, ГОСТ 26254 и ГОСТ 26602 соответственно. Места теплотехнических неоднородностей рекомендуется выявлять тепловизионным методом по ГОСТ 26629.

**12.21.** При экспериментальном определении воздухопроницаемости испытываемого объекта следует руководствоваться ГОСТ 31167.

**12.22.** Методика проведения испытаний, а также обработки результатов испытаний приведены в ГОСТ 31168.

**12.23.** На основании результатов испытаний устанавливается класс энергоэффективности, численное значение которого заносится в энергетический паспорт объекта в столбец «фактическое значение показателя».

### 13. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ЗДАНИЯ

**13.1.** Энергетический паспорт жилых и общественных зданий предназначен для подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности и теплотехнических показателей здания показателям, установленным в настоящих нормах.

**13.2.** Энергетический паспорт следует заполнять при разработке проектов новых, реконструируемых, капитально ремонтируемых жилых и общественных зданий, при приеме зданий в эксплуатацию, а также в процессе эксплуатации построенных зданий.

Энергетические паспорта для квартир, предназначенных для раздельного использования в блокированных зданиях, могут быть получены, базируясь на общем энергетическом паспорте здания в целом для блокированных зданий с общей системой отопления.

**13.3.** Энергетический паспорт здания не предназначен для расчетов за коммунальные услуги, оказываемые квартирномульщикам и владельцам квартир, а также собственникам здания.

**13.4.** Энергетический паспорт здания следует заполнять:

а) на стадии разработки проекта и на стадии привязки к условиям конкретной площадки – проектной организацией;

б) на стадии сдачи строительного объекта в эксплуатацию – проектной организацией на основе анализа отступлений от первоначального проекта, допущенных при строительстве здания. При этом учитываются:

- данные технической документации (исполнительные чертежи, акты на скрытые работы, паспорта, справки, предоставляемые приемочным комиссиям и прочее);
- изменения, вносившиеся в проект и санкционированные (согласованные) отступления от проекта в период строительства;
- итоги текущих и целевых проверок соблюдения теплотехнических характеристик объекта и инженерных систем техническим и авторским надзором.

В случае необходимости (несогласованное отступление от проекта, отсутствие необходимой технической документации, брак) заказчик и инспекция ГАСН вправе потребовать проведения испытания ограждающих конструкций;

в) на стадии эксплуатации строительного объекта – выборочно и после годичной эксплуатации здания. Включение эксплуатируемого здания в список на заполнение энергетического паспорта, анализ заполненного паспорта и принятие решения о необходимых мероприятиях производятся в порядке, определяемом решениями администраций субъектов Российской Федерации.

**13.5.** Энергетический паспорт здания должен содержать:

- общую информацию о проекте;
- расчетные условия;
- сведения о функциональном назначении и типе здания;
- объемно-планировочные и компоновочные показатели здания;
- расчетные энергетические показатели здания, в том числе: показатели энергоэффективности, теплотехнические показатели;
- сведения о сопоставлении с нормируемыми показателями;
- рекомендации по повышению энергетической эффективности здания;
- результаты измерения энергоэффективности и уровня тепловой защиты здания после годичного периода его эксплуатации;
- класс энергетической эффективности здания;
- рекомендации по повышению энергетической эффективности здания.

**13.6.** Энергетическая эффективность жилого или общественного здания определяется по следующим критериям:

– удельный расход тепловой энергии на отопление в течение отопительного периода  $q_{th}^{des}$  [кДж/м<sup>3</sup>·°С·сут];

– показатель компактности здания  $k_s^{des}$  [1/м];

– приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания  $k_{tr}$  [Вт/м<sup>2</sup>·°С];

– приведенный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет вентиляции и инфильтрации  $k_{int}$  [Вт/м<sup>2</sup>·°С];

– приведенный коэффициент бытовых теплопотуплений в течение отопительного периода  $k_{int}$  [Вт/м<sup>3</sup>·°С];

– приведенный коэффициент теплопотуплений через окна и зенитные фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода  $k_s$  [МДж/м<sup>3</sup>·°С·сут] для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям;

– кратность воздухообмена здания за отопительный период  $n_{\alpha}$  [ч<sup>-1</sup>];

– коэффициент остекленности фасада f.

**13.7.** Контроль эксплуатируемых зданий на соответствие настоящим нормам согласно раздела 12 настоящих норм осуществляется путем экспериментального определения основных показателей энергоэффективности и теплотехнических показателей в соответствии с требованиями государственных стандартов и других норм, утвержденных в установленном порядке, на методы испытаний строительных материалов, конструкций и объектов в целом.

При этом на здания, исполнительная документация на строительство которых не сохранилась, энергетические паспорта здания составляются на основе материалов бюро технической инвентаризации, натуральных технических обследований и измерений, выполненных квалифицированными специалистами, имеющими аккредитацию на выполнение энергоаудита зданий.

**13.8.** При несоответствии фактических показателей проектным значениям следует разрабатывать мероприятия по устранению дефектов.

**13.9.** В случае получения результата испытаний ниже «нормального» уровня инспектирующей организации следует разработать незамедлительные меры по повышению энергоэффективности здания.

**13.10.** Ответственность за достоверность данных энергетического паспорта здания несет организация, которая осуществляет его заполнение.

**13.11.** Для существующих зданий энергетический паспорт следует разрабатывать по заданиям организаций, осуществляющих эксплуатацию жилого фонда и зданий общественного назначения. При этом на здания, исполнительная документация на строительство которых не сохранилась, энергетические паспорта здания составляются на основании материалов Бюро технической инвентаризации, натуральных технических обследований и измерений, выполняемых квалифицированными специалистами, имеющими лицензию или свидетельство саморегулируемых организаций на выполнение соответствующих видов работ.

**13.12.** Для жилых зданий с пристроенными нежилыми помещениями энергетические паспорта следует, как правило, составлять раздельно по жилой части и каждому пристроенному нежилому блоку.

**13.13.** Для встроенных помещений общественного назначения жилых зданий (не входящих за проекцию жилой части здания) энергетический паспорт составляется как для одного здания.

**13.14.** Форма для заполнения энергетического паспорта здания приведена в табл. 25.

Таблица 25.

Форма заполнения энергетического паспорта здания. Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	
Адрес здания	
Разработчик проекта	
Адрес и телефон разработчика	
Шифр проекта	

Расчетные условия

№ п/п	Наименование расчетных параметров	Обозначение символа	Единицы измерения параметра	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха	$t_{int}$	°С	
2	Расчетная температура наружного воздуха	$t_{ext}$	°С	
3	Расчетная температура теплого чердака	$t_c$	°С	
4	Расчетная температура теплоснабжения	$t_c$	°С	
5	Продолжительность отопительного периода	$Z_{ht}$	сут	
6	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{ht}$	°С	
7	Градусо-сутки отопительного периода	$D_d$	°С·сут	
8	Назначение			
9	Размещение в застройке			
10	Тип			
11	Конструктивное решение			

Геометрические и теплоэнергетические показатели

№ п/п	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя	Фактическое значение показателя
Геометрические показатели					

Продолжение таблицы 25

12	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе: • стен • окон и балконных дверей • витражей • фонарей • входных дверей и ворот • покрытий (совмещенных) • чердачных перекрытий (холодного чердака) • перекрытий теплых чердаков • перекрытий над теплоподпольями • перекрытий над неотопляемыми подпольями и подвалами • перекрытий над проездами и под эркерами • пола по грунту	$A_{\Sigma}^{sum}, M^2$	—		
		$A_w, M^2$	—		
		$A_{F1}, M^2$	—		
		$A_{F2}, M^2$	—		
		$A_{fd}, M^2$	—		
		$A_r, M^2$	—		
		$A_c, M^2$	—		
		$A_{ch}, M^2$	—		
		$A_{pr}, M^2$	—		
		$A_{gr}, M^2$	—		
13	Площадь квартир (для жилых зданий)	$A_h, M^2$	—		
14	Полезная площадь (для общественных зданий)	$A_h, M^2$	—		
15	Площадь жилых помещений (для жилых зданий)	$A_j, M^2$	—		
16	Расчетная площадь (для общественных зданий)	$A_r, M^2$	—		
17	Отопляемый объем	$V_h, M^3$	—		
18	Коефф. остекленности фасада	$f$			
19	Показатель компактности здания	$k_e^{des}, 1/M$			
<b>Теплоэнергетические показатели</b>					
20	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений: – стен – окон и балконных дверей – витражей – фонарей – входных дверей и ворот – покрытий (совмещенных) – чердачных перекрытий (холодных чердаков) – перекрытий теплых чердаков (включая покрытие) – перекрытий над теплоподпольями – перекрытий над неотопляемыми подвалами и подпольями – перекрытий над проездами и под эркерами – пола по грунту	$R_{w}, M^2 \cdot C / Bt$			
		$R_{F1}, M^2 \cdot C / Bt$			
		$R_{F2}, M^2 \cdot C / Bt$			
		$R_{fd}, M^2 \cdot C / Bt$			
		$R_{r}, M^2 \cdot C / Bt$			
		$R_c, M^2 \cdot C / Bt$			
		$R_{ch}, M^2 \cdot C / Bt$			
		$R_{pr}, M^2 \cdot C / Bt$			
		$R_{gr}, M^2 \cdot C / Bt$			
		$R_{g}, M^2 \cdot C / Bt$			
21	Приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания	$k_{tr}, Bt / M^2 \cdot C$			
22	Приведенный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет вентиляции и инфильтрации	$k_{int}, Bt / M^2 \cdot C$			

Продолжение таблицы 25

23	Приведенный коэффициент бытовых теплопоступлений в течение отопительного периода	$k_{int}, Bt / M^2 \cdot C$			
24	Приведенный коэффициент теплопоступлений через окна и зенитные фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода	$k_s [MДж / M^2 \cdot C \cdot сут]$			
25	Кратность воздухообмена здания за отопительный период Кратность воздухообмена при испытаниях (при 50 Па)	$n_{oz}, ч^{-1}$ $n_{50}, ч^{-1}$			
<b>Энергетические показатели</b>					
26	Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	$Q_{tr}, MДж$			
	Расход тепловой энергии на подогрев вентиляционного воздуха за отопительный период	$Q_{in}^{inf}, MДж$			
27	Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{int}, Bt / M^2$			
28	Бытовые теплопоступления в здание за отопительный период	$Q_{int}, MДж$			
29	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	$Q_s, MДж$			
30	Расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	$Q_{tr}^y, MДж$			
<b>Кэффициенты</b>					
31	Кoeffициент, учитывающий дополнительную инфильтрацию воздуха через входные вестибюли и лестнично-лифтовой узел	$k_v$			
32	Кoeffициент эффективности авторегулирования	$\xi$			
33	Кoeffициента учета дополнительной теплопотребления	$\beta_h$			
<b>Комплексные показатели</b>					
34	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_{tr}^{req}, кДж / M^3 \cdot C \cdot сут$			
35	Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_{tr}^{des}, кДж / M^3 \cdot C \cdot сут$			
36	Класс энергетической эффективности				
37	Соответствует ли проект здания нормативному требованию				
38	Дорабатывать ли проект здания				
<b>Указания по повышению энергетической эффективности</b>					
40	Рекомендуем:				
41	Паспорт заполнен: – Наименование организации – Адрес и телефон: – Ответственный исполнитель – Дата заполнения паспорта:  Генеральный директор организации _____ /Ф.И.О./				

14. ДОЛГОВЕЧНОСТЬ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

14.1. Под долговечностью наружных ограждающих конструкций следует понимать срок их службы с сохранением в требуемых пределах эксплуатационных характеристик в данных климатических условиях при заданном режиме эксплуатации зданий.

14.2. Срок службы отдельных элементов и заполнений ограждающих конструкций, а также строительных материалов, входящих в их состав, от которых зависит долговечность наружных ограждающих конструкций, должна быть не ниже срока службы всей конструкции.

14.3. Очевидно, что в процессе эксплуатации, вследствие негативного влияния факторов окружающей среды (знакопеременные температурные воздействия, периодические увлажнения и высушивания конструкций, воздействие агрессивных сред окружающей среды, солнечной радиации и др.) происходит постепенная деградация (снижение) эксплуатационных характеристик ограждающих конструкций.

14.4. При достижении показателей, количественно отражающих остаточный ресурс эксплуатационных характеристик ограждающих конструкций, принимаются меры по их восстановлению (в ходе текущего и капитального ремонтов), а в случае значительного износа – сносу или реконструкции здания.

14.5. Для наружных светонепрозрачных ограждающих конструкций зданий устанавливаются следующие степени долговечности:

- I степень – со сроком службы **не менее 100 лет**;
- II степень – со сроком службы **не менее 50 лет**;
- III степень – со сроком службы **не менее 20 лет**.

14.6. Для наружных светопрозрачных ограждающих конструкций жилых и общественных зданий устанавливаются следующие степени долговечности:

- I степень – со сроком службы **не менее 30 лет**;
- II степень – со сроком службы **не менее 20 лет**;
- III степень – со сроком службы **не менее 10 лет**.

14.7. Наружные ограждающие конструкции жилых и общественных здания следует проектировать только I и II степеней долговечности, производственных зданий – не менее III степени долговечности.

14.8. Обязательные требования к долговечности ограждающих конструкций, а также входящих в их состав строительных материалов, вступают в действие с 1 июля 2014 г.

14.9. До 1 июля 2014 г. наружные ограждающие конструкции и материалы, применяемые в строительстве жилых, общественных и производственных зданий должны пройти контрольные испытания, подтверждающие их долговечность (эксплуатационный срок службы).

14.10. Методика проведения испытаний конструкций и материалов должна быть согласована в НИИСК РААСН, методика выполнения измерений должна быть аттестована во ФГУП «ВНИИФТРИ». Пример оформления методики выполнения измерений изложен в МВИ 23-517-2005.

14.11. Для наружных ограждающих конструкций, выполненных с применением каменных материалов, допускается производить оценку долговечности по их морозостойкости в соответствии с данными табл. 1 СНиП II-22-81\*.

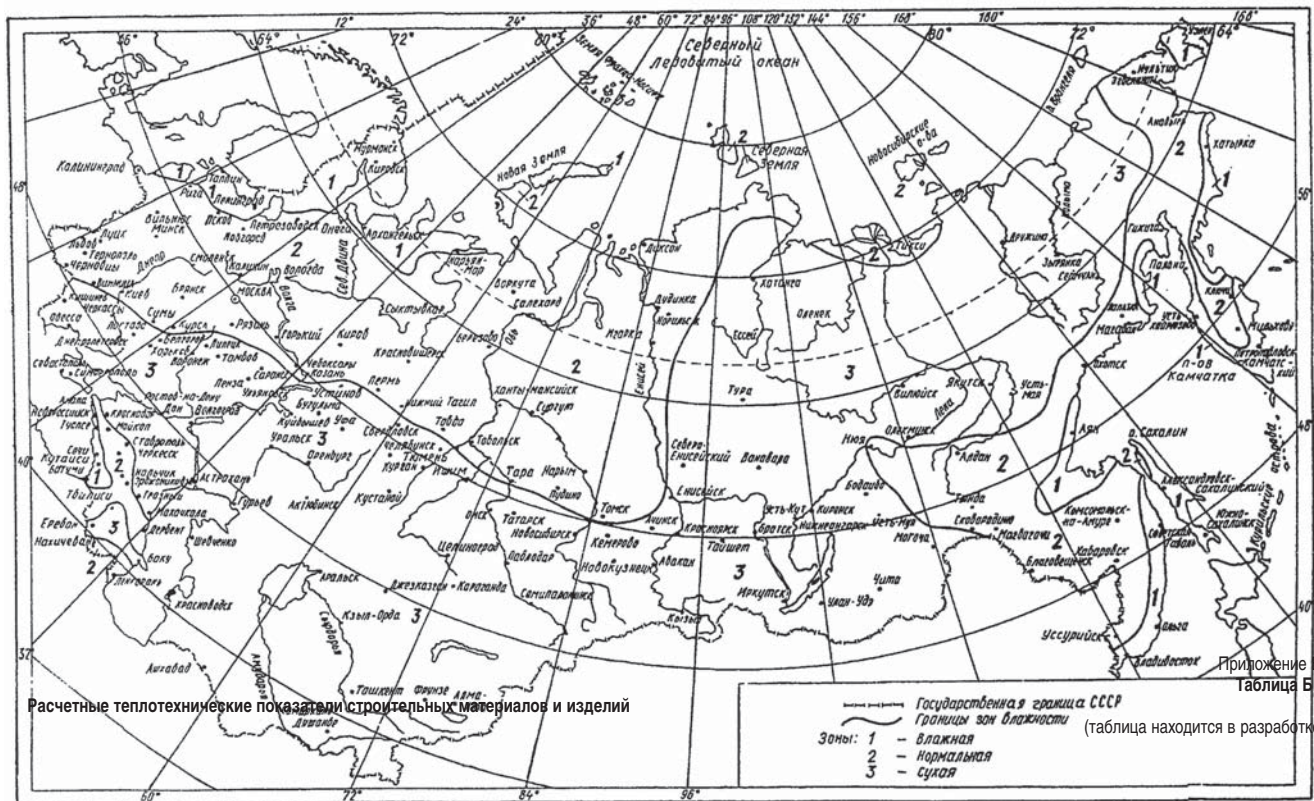
14.12. Оценку долговечности профилей поливинилхлоридных для оконных и дверных блоков следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 30773-2002, оценку долговечности стеклопакетов строительного назначения - ГОСТ 30779-2001.

14.13. Стойкость лакокрасочных покрытий к воздействию климатических факторов и оценку их долговечности, следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 9.401-91.

Приложение А  
(обязательное)

КАРТА ЗОН ВЛАЖНОСТИ

ЗОНЫ ВЛАЖНОСТИ ТЕРРИТОРИИ СССР



Расчетные теплотехнические показатели строительных материалов и изделий

Государственная граница СССР  
Границы зон влажности (таблица находится в разработке)

Приложение Б  
Таблица Б.1

Приложение В  
(обязательное)

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММАРНОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ ПРИ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ОБЛАЧНОСТИ ЗА ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

В.1. Суммарная (прямая плюс рассеянная) солнечная радиация на горизонтальную поверхность (покрытие, зенитные фонари)  $Q^{hor}$ , МДж/м<sup>2</sup>, при действительных условиях облачности за отопительный период для климатического района строительства определяется по формуле

$$Q^{hor} = \sum_{i=1}^m Q_i^{hor}, \quad (B.1)$$

где  $Q^{hor}$  – суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности для i-го месяца отопительного периода [МДж/м<sup>2</sup>], принимается по данным таблицы 1.10 «Научно-прикладного справочника по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные». Части 1-6, вып. 1-34. - Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1989-1998; m – число месяцев отопительного периода со среднесуточной температурой наруж-

ного воздуха, равной и ниже 8 °С, определяемое по методу, изложенному в Справочном пособии к СНиП «Строительная климатология» (М.: Стройиздат, 1990).

В.2. Суммарная (прямая, рассеянная и отраженная) солнечная радиация на вертикальную поверхность (стены и окна)  $Q_j^{ver}$  [МДж/м<sup>2</sup>] при действительных условиях облачности за отопительный период определяется по формуле

$$Q_j^{ver} = \sum_{i=1}^m Q_i^{ver} = \sum_{i=1}^m (S_j^{ver} + D_i^{ver} + R_i^{ver}) = \sum_{i=1}^m (S_j^{hor} k_{ij} + D_i^{hor} / 2 + Q_i^{hor} A_{cvi} / 200), \quad (B.2)$$

где  $S_j^{ver}$  – прямая солнечная радиация на вертикальную поверхность при действительных условиях облачности в i-м месяце отопительного периода для j-й ориентации [МДж/м<sup>2</sup>];  $D_i^{ver}$ ,  $R_i^{ver}$  – рассеянная и отраженная солнечная радиация на вертикальную поверхность при действительных условиях облачности в i-м месяце отопительного периода [МДж/м<sup>2</sup>];  $D_i^{hor}$ ,  $R_i^{hor}$  – прямая и рассеянная солнечная радиация на горизонтальную поверхность при

действительных условиях облачности в  $i$ -м месяце отопительного периода [МДж/м<sup>2</sup>] принимаются по данным табл. 1.8, 1.9 справочника, поименованного в В.1;  $m$ ,  $Q_i^{hor}$  – то же, что и в формуле (В.1);  $A_i^{cal}$  – альbedo деyatельной поверхности в  $i$ -м месяце отопительного периода, %, принимается по данным таблицы 1.10 справочника, поименованного в В.1;  $k_{ij}$  – коэффициент пересчета прямой солнечной радиации с горизонтальной поверхности на вертикальную  $i$ -го месяца отопительного периода для  $j$ -й ориентации, принимается по данным табл. В.2.

### Пример расчета

Определить количество суммарной солнечной радиации при действительных условиях облачности, поступающей на фасады северо-восточной и юго-западной ориентации жилого здания в г. Твери за отопительный период ( $Z_{от} = 218$  сут).

Определим, какие месяцы в году включает отопительный период в г. Твери. По данным табл. 3 СНиП 23-01 устанавливаем месяцы со средней месячной температурой наружного воздуха, равной и ниже 8°С. Это – январь, февраль, март, апрель, один сутки мая, пять суток сентября, октябрь, ноябрь, декабрь. Количество поступающей на фасады солнечной радиации определим по формуле (В.2). Результаты расчета сведены в табл. В.1. Колонки 2, 7, 9, 10 заполняются по данным справочника, поименованного в В.1 ( $S_i^{hor}$  – по табл. 1.8,  $D_i^{hor}$  – по табл. 1.9,  $Q_i^{hor}$  и  $A_i^{cal}$  – по табл. 1.10). Колонки 3, 4 ( $k_{ij}$ ) – по табл. В.2. В остальных колонках выполняются арифметические действия по формуле (В.2).

Примечание. Так как данные по солнечной радиации для г. Твери отсутствуют, то были приняты данные по ближайшему климатическому пункту – г. Торжка, 57° с. ш.

Таблица В.1

Месяцы отопительного периода	Расчетные характеристики солнечной радиации для определенного количества суммарной солнечной радиации на вертикальную поверхность по формуле (В.2)											
	$S_i^{hor}$ МДж/м <sup>2</sup>	$k_{ij}$		$S_i^{ver}$		$D_i^{hor}$	$D_i^{ver}$	$Q_i^{hor}$	$A_i^{cal}$	$F_i^{ver}$ МДж/м <sup>2</sup>	$Q_i^{ver}$	
		СВ	ЮЗ	СВ	ЮЗ						МДж/м <sup>2</sup>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Январь	15	–	4,15	–	62,2	47	23,5	61	76	23,2	47	109
Февраль	46	0,05	2,32	2,3	106,7	88	44	135	77	52	98	203
Март	108	0,14	1,35	15,1	145,8	184	92	292	71	104	211	342
Апрель	170	0,22	0,84	37,4	142,8	224	112	394	31	61	210	316
Май, 1 сут											9	12
Сентябрь, 5 сут											22	40
Октябрь	32	0,09	1,72	2,9	55	85	42,5	117	27	15,8	61	113
Ноябрь	8	0,02	3,18	0,2	25,4	40	20	49	47	11,5	32	57
Декабрь	2	–	4,9	–	9,8	30	15	32	69	11	26	36
За отопительный период											716	1228

Таблица В.2.

Коэффициент  $k_{ij}$  пересчета прямой солнечной радиации с горизонтальной поверхности на вертикальную

(таблица находится в разработке)

Приложение Г (справочное)

### МАКСИМАЛЬНЫЕ И СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ СУММАРНОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ (ПРЯМАЯ И РАССЕЯННАЯ) ПРИ ЯСНОМ НЕБЕ В ИЮЛЕ

Градусы с.ш.	Ориентация поверхности	Суммарная солнечная радиация, Вт/м <sup>2</sup>	
		максимальная $I_{max}$	средняя $I_{av}$
36	Горизонтальная Западная	1000	344
		712	162
38	Горизонтальная Западная	942	334
		721	163
40	Горизонтальная Западная	928	333
		740	169
42	Горизонтальная Западная	915	334
		748	175
44	Горизонтальная Западная	894	331
		756	180
46	Горизонтальная Западная	880	329
		752	182
48	Горизонтальная Западная	866	328
		764	184
50	Горизонтальная Западная	859	328
		774	187
52	Горизонтальная Западная	852	329
		781	194
54	Горизонтальная Западная	838	329
		788	200
56	Горизонтальная Западная	817	327
		786	201

Приложение Д (обязательное)

### МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ А И Б

Методика предназначена для испытательных лабораторий и устанавливает процедуру определения на основании лабораторных испытаний расчетных значений теплопроводности конкретных марок и типов строительных материалов и изделий.

#### Д.1. Общие положения

Теплопроводность сухих и влажных материалов измеряют по ГОСТ 7076 при средней температуре образца (25 ± 1)°С [(298 ± 1) К].

Расчетные значения теплопроводности определяют на **пяти образцах** для условий эксплуатации А и **пяти образцах** для условий эксплуатации Б, причем образцы

должны быть отобраны от пяти партий конкретной марки материала или изделия по одному образцу от партии для каждого условия эксплуатации. Допускается последовательное определение теплопроводности пяти образцов для условий эксплуатации А, затем их доувлажнение и определение теплопроводности для условий эксплуатации Б.

Значения влажности исследуемого материала или изделия для условий эксплуатации А и Б следует принимать по *Приложению Б* в случае, если данный вид материала указан в его перечне, или по фактическим значениям влажности аналогичного теплоизоляционного материала в конструкции после 3–5 лет эксплуатации. Допускается за величину влажности для условий эксплуатации А принимать значе-



ние сорбционной влажности материала при относительной влажности воздуха 80%, а для условий эксплуатации Б - значение сорбционной влажности при относительной влажности воздуха 97%.

Сорбционную влажность материала или изделия определяют по ГОСТ 24816. Статистическую обработку результатов измерения выполняют по ГОСТ 8.207 при доверительной вероятности 0,95 для нормального распределения результатов измерений. Неисключенную систематическую погрешность средств измерений следует принимать равной не менее 3% текущего значения теплопроводности.

## Д.2. Обозначения

При определении расчетных значений теплопроводности используют следующие обозначения:

$\lambda_{oi}$  – теплопроводность образца в сухом состоянии;  
 $\lambda_{om}$  – среднее арифметическое значение теплопроводности из пяти образцов материала или изделия в сухом состоянии;

$\lambda_{ij}$  – значение теплопроводности образца материала при влажности  $w_i$ ;  
 $\lambda_{А,Б}$  – расчетные значения теплопроводности для условий эксплуатации А и Б;  
 $k_c$  – коэффициент учета влияния качества строительно-монтажных работ на теплопроводность строительных материалов и изделий, а также старения материала в реальных условиях эксплуатации; для жестких теплоизоляционных материалов и изделий (предел прочности на сжатие не менее 0,035 МПа) принимают равным 1,1, для мягких теплоизоляционных материалов и изделий (предел прочности на сжатие не менее 0,035 МПа) – 1,2, для остальных материалов и изделий – 1;

$k_T$  – коэффициент учета разницы теплопроводности материала при средней рабочей температуре материала в конструкции (в отопительный период) и при средней температуре испытаний принимают равным 0,95 при температуре в конструкции 10°C;

$w_{А,Б}$  – влажность, % по массе, соответствующая значению расчетного массового отношения влаги в исследуемом материале или изделии при условиях эксплуатации А и Б;

$m_{oi}$  – масса образца в сухом состоянии;

$m_w$  – расчетная масса образца с влажностью, соответствующей условиям эксплуатации А или Б;

$m_{bi}$  – масса увлажненного образца материала, определенная непосредственно перед загрузкой образца в аппаратуру для измерения теплопроводности;

$m_{ei}$  – масса увлажненного образца материала, определенная непосредственно после выемки образца из аппаратуры для измерения теплопроводности;

$w_{bi}$  – влажность образца материала, % по массе, определенная непосредственно перед загрузкой образца в аппаратуру для измерения теплопроводности;

$w_{ei}$  – влажность образца материала, % по массе, определенная непосредственно после выемки образца из аппаратуры для измерения теплопроводности.

## Д.3. Подготовка образцов для испытаний

Если позволяет однородность материала (поры, раковины или инородные включения не должны быть более 0,1 толщины образца), образцы изготавливают толщиной 20–30 мм. Для трудно увлажняемых материалов (материалы с закрытой мелкопористой структурой, например экструзионный пенополистирол) допускается проводить испытания на образцах толщиной до 5 мм, соблюдая при этом те же требования к однородности структуры материала. Толщину образца следует измерять по ГОСТ 17177.

Отобранные образцы высушивают до постоянной массы при температуре, указанной в нормативных документах на данный материал, либо в соответствии с ГОСТ 17177. Образец считается высушенным до постоянной массы, если расхождения между результатами двух последовательных взвешиваний не будут превышать 0,5%; при этом время сушки должно быть не менее 0,5 ч. По окончании сушки определяют массу ( $m_{oi}$ ) и теплопроводность ( $\lambda_{oi}$ ) каждого образца.

## Д.4. Увлажнение образцов материала

При наличии аналога по Приложению Б принимают значение влажности для условий эксплуатации А и Б испытываемого материала. При отсутствии аналога в соответствии с ГОСТ 24816 определяют значение сорбционной влажности испытываемого материала или изделия при 80 и 97%-ной относительной влажности воздуха.

Расчитывают для каждого образца материала массу, до которой его следует увлажнить, чтобы получить значения влажности, соответствующие условиям эксплуатации А или Б:

$$m_{wi} = m_{oi}(1 + 0,01w_{А,Б}) \quad (Д.1)$$

Увлажнение производят на установках, обеспечивающих принудительное насыщение образца водяным паром или капельно-воздушной смесью. Не допускается производить увлажнение капельно-воздушной смесью теплоизоляционных материалов на основе минерального волокна и стекловолокна.

Увлажнение образца паром производят, не допуская его нагрева до температуры, выше которой происходит деструкция образца. Пар или капельно-воздушная смесь должны пронизывать (не омывать) образец.

Одним из вариантов увлажнения образцов может быть его увлажнение на описанной ниже установке. Образец плотно устанавливают в прямоугольный короб на сетку. На короб устанавливают крышку с подсоединенным к ней отсасывающим шлангом пылесоса. С противоположного конца короба в него несколько минут (от 2 до 10) подают при работающем пылесосе пар или капельно-воздушную смесь. Затем образец охлаждают при комнатной температуре и взвешивают. Процедуру насыщения повторяют до тех пор, поворачивая каждый раз образец другой поверхностью, пока не будет достигнута весовая влажность в интервале между 0,7  $w_{А,Б}$  и 1,3  $w_{А,Б}$ . После достижения заданной влажности образец помещают в герметичный пакет и укладывают его горизонтально на плоскую поверхность. Ежечасно в течение

4 ч образец переворачивают, затем устанавливают вертикально (на ребро) и выдерживают до проведения испытаний на теплопроводность:

- не менее 2 сут – материалы на основе стекловолокна и минерального волокна;
- не менее 14 сут – материалы на основе пенопластов и пенокаучуков.

## Д.5. Определение теплопроводности

Определение теплопроводности сухих и влажных материалов следует производить только при горизонтальном положении образца в приборах, работающих по симметричной схеме. Разность температуры лицевых граней образца прибор должен измерять не менее чем четырьмя противоположно соединенными термомпарами (по два измерительных спая на каждой стороне образца). ЭДС термомпары следует измерять вольтметром, обладающим чувствительностью не менее 1 мкВ и погрешностью измерения не более 2% при ЭДС 100 мкВ. Отклонение от температуры термостатирования образца материала – не более 0,1°C.

Теплопроводность влажных образцов материала  $\lambda_{ij}$  определяют при градиенте температуры в образце не более 1 град/см, за исключением образцов толщиной менее 20 мм, для которых допускается градиент температуры до 2 град/см. До проведения измерений используемый для определения теплопроводности прибор должен быть выведен на заданный режим испытаний при нагруженном в него образце материала, аналогичного исследуемому. Влажный образец взвешивают перед помещением в прибор и сразу же после проведения измерения. Фактическую влажность образца, % по массе, до испытания определяют по формуле

$$w_{bi} = 100(m_{bi} - m_{oi}) / m_{oi} \quad (Д.2)$$

и после испытаний – по формуле

$$w_{ei} = 100(m_{ei} - m_{oi}) / m_{oi} \quad (Д.3)$$

Значение влажности, при которой была определена теплопроводность образца, вычисляют как среднее арифметическое значение до и после проведения измерений:

$$w_{ij} = 0,5(w_{bi} + w_{ei}) \quad (Д.4)$$

Для снижения потери влаги в процессе измерения теплопроводности образец должен устанавливаться в аппаратуру заключенным в обечайку из материала с низкой теплопроводностью (текстолит, полиэтилен, полипропилен, оргстекло или другие аналогичные материалы). Измерения считаются удовлетворительными, если снижение влажности образца за время измерений не превысило 10%.

При определении теплопроводности образцов толщиной менее 20 мм на противоположных сторонах образца по центру (на пересечении диагоналей) следует укрепить термомпары для измерения перепада температуры на термостатируемых поверхностях образца. Термомпары должны быть выполнены из эмалированных проводов диаметром не более 0,2 мм. Образец испытываемого материала с укрепленными на нем термомпарами размещают между двумя листами эластичной резины толщиной 1 мм и дополняют с двух сторон до требуемой для конкретного прибора толщины образца слоями поролона.

## Д.6. Обработка результатов измерений

Расчитывают среднее арифметическое значение теплопроводности образцов материала в сухом состоянии:

$$\lambda_{om} = 0,1 \sum_{i=1}^{10} \lambda_{oi} \quad \text{или} \quad \lambda_{om} = 0,2 \sum_{i=1}^5 \lambda_{oi} \quad (Д.5)$$

Для каждого образца вычисляют теплопроводность при значении влажности, соответствующей условиям эксплуатации А и Б:

$$\lambda_{wi} = \lambda_{oi} + (\lambda_{ij} - \lambda_{oi})w_{А,Б} / w_{ij} \quad (Д.6)$$

Расчитывают среднее арифметическое значение теплопроводности для пяти измерений для условий эксплуатации А и Б:

$$\lambda_w = 0,2 \sum_{i=1}^5 \lambda_{wi} \quad (Д.7)$$

Определяют среднее квадратичное отклонение результатов пяти измерений теплопроводности для условий эксплуатации А и Б:

$$S = 0,2236 \sqrt{\sum_{i=1}^5 (\lambda_{wi} - \lambda_w)^2} \quad (Д.8)$$

Расчетное значение теплопроводности испытываемого материала для условий эксплуатации А и Б вычисляют по формуле:

$$\lambda_{А,Б} = k_c(k_T \lambda_w + 2,571S) \quad (Д.9)$$

### Пример расчета

Требуется определить значения  $\lambda_{А,Б}$  плит теплоизоляционных марки П-85 из стекляного штапельного волокна на синтетическом связующем. Данный вид теплоизоляционных изделий не приведен в Приложении Б, однако имеет аналог – плиту плотностью 50 кг/м<sup>3</sup>. Поэтому за значение влажности  $w_{А,Б}$  принимаем данные Приложения Б:  $w_A = 2\%$  и  $w_B = 5\%$ .

На испытания отобраны из пяти партий плит пять пар образцов размером 250×250×30 мм (пять образцов для определения  $\lambda_A$  и пять образцов для определения  $\lambda_B$ ). Результаты измерений и расчетов представлены в таблице Д.1 (таблица Д.1 находится в разработке).